

Betydelsen av kungsörnars hemområden, biotopval och rörelser för vindkraftsetablering

TIM HIPKISS, FRAUKE ECKE, HOLGER DETTKI, EDWARD MOSS,
CAROLIN SANDGREN & BIRGER HÖRNFELDT

RAPPORT 6589 • OKTOBER 2013



Betydelsen av kungsörnars hemområden, biotopval och rörelser för vindkraftsetablering

Tim Hipkiss¹, Frauke Ecke^{1,2}, Holger Dettki¹, Edward Moss¹,
Carolin Sandgren^{1,3} & Birger Hörnfeldt¹

¹Institutionen för vilt, fisk och miljö, Sveriges lantbruksuniversitet (SLU)

²Institutionen för vatten och miljö, Sveriges lantbruksuniversitet (SLU)

³Naturvårdsenheten, Länsstyrelsen i Jämtlands län

Beställningar

Ordertel: 08-505 933 40

Orderfax: 08-505 933 99

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 10 99

E-post: registrator@naturvardsverket.se

Postadress: Naturvårdsverket, SE-106 48 Stockholm

Internet: www.naturvardsverket.se

ISBN 978-91-620-6589-8

ISSN 0282-7298

© Naturvårdsverket 2013

Tryck: Arkitektkopia AB, Bromma 2013

Omslagsfoto: Tim Hipkiss och Owe Fredriksson



Förord

Det finns ett stort behov av kunskap om hur vindkraft påverkar människor och landskap, marin miljö, fåglar, fladdermöss och andra däggdjur. I tidigare studier av vindkraftsanläggningars miljöpåverkan har det saknats en helhetsbild av de samlade effekterna. Det har varit en brist vid planeringen av nya vindkraftsetableringar.

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

Programmet omfattar omkring 30 enskilda projekt och fyra så kallade syntesarbeten. I syntesarbetena sammanställer och bedömer experter de samlade forskningsresultaten och erfarenheterna av vindkraftens effekter inom fyra olika områden – människor, fåglar och fladdermöss, marint liv och däggdjur. Resultaten från Vindvals forskningsprojekt och syntesarbeten ska ge underlag för miljökonsekvensbeskrivningar och planerings- och tillståndsprocesser i samband med etablering av vindkraftsanläggningar.

För att säkra hög kvalitet på redovisade rapporter ställer Vindval höga krav vid granskning av och beslut om forskningsansökningar, och för att godkänna rapportering och publicering av forskningsprojektens resultat.

Detta projekt har delfinansierats av Vattenfall och Statkraft.

Den här rapporten har skrivits av Tim Hipkiss, Frauke Ecke, Holger Dettki, Edward Moss, Carolin Sandgren och Birger Hörnfeldt, samtliga verksamma vid Sveriges lantbruksuniversitet (SLU) under projektiden. Skribenterna svarar för innehållet.

Vindval i oktober 2013

Innehåll

SAMMANFATTNING	7
Sammanfattande slutsatser för vindkraftsetablering	7
SUMMARY	9
Implications for wind farm establishment	9
1 INLEDNING	11
2 UTRUSTNING OCH ÖVERGRIPANDE METODIK	13
Studieområden	13
GPS-sändare	13
Örnfångst	15
3 ÖRNARNAS HEMOMRÅDEN	17
Vuxna kungsörnars hemområden	18
Hemområden hos utflugna årsungar	21
Betydelse av örnarnas hemområden för vindkraftsetablering	22
4 BIOTOPVAL	23
Betydelse av örnarnas biotopval för vindkraftsetablering	27
5 FLYTTNING OCH LÅNGVÄGA VANDRINGSRÖRELSE	29
Flyttningsbeteende hos vuxna kungsörnar	29
Flyttningsbeteende hos unga kungsörnar	32
Betydelse av örnarnas flyttning och långväga vandringsrörelser för vindkraftsetablering	33
6 OBESVARADE FRÅGOR OCH FRAMTIDA STUDIER	35
Vindkraftparker påverkan på kungsörnar i närliggande revir	36
Örnarnas flyghöjd	36
Hemområdets storlek och biotopval under vintern	37
TACK	38
LITTERATUR	39
BILAGA 1	43

Sammanfattning

Det finns ett stort behov av att utveckla metoder för pålitliga miljökonsekvensbeskrivningar i samband med vindkraftsetableringar och för att underlätta etableringen av ”örnvänliga” vindparker. Under 2010 och 2011 märktes därför 43 vuxna och unga kungsörnar med GPS-sändare i norra Sverige för att ta fram kunskap om artens hemområden, biotopval och rörelser. Hittills har mer än 100 000 giltiga GPS-positioner registrerats som underlag för detta. Varje individ levererade i genomsnitt mer än 2 000 positioner under häcknings-säsongen 2012 för den effektivare sändartypen som användes.

De vuxna kungsörnarnas hemområden täckte en yta av i genomsnitt över 200 km² under häcknings-säsongen, men variationen var stor. Unga örnar som hade lämnat boet använde ett mindre område inom sina föräldrars hemområde, fram till att de lämnade området och föräldrarna helt och hållet i oktober. Inom sina hemområden visade både unga och vuxna kungsörnar en preferens för framförallt kalhyggen men även för barrskog på lavmark, medan tät, yngre skog och myrmarker undveks. Branta sluttningar föredrogs framför flacka områden.

De vuxna kungsörnarna genomförde ibland långa vandringsrörelser under både sommaren och vintern. Årsungarna flyttade söderut och tillbringade sin första vinter i södra och mellersta Sverige, och flyttade under följande vår norrut till norra Skandinaviens fjällområden.

Generellt är resultaten i denna rapport till största delen baserade på i huvudsak en säsong, vilket innebär att de bör tolkas med viss försiktighet, samtidigt som det då är önskvärt att studierna kan fortsätta för att ta hand om och utvärdera de data som fortsätter komma in från sändarna. Därigenom kan bl.a. mellanårsjämförelser göras, vilket givetvis skulle vara en styrka. Då det gäller resultaten kring t.ex. biotopval har vi emellertid inga misstankar om att de är missvisande på något sätt, eftersom de stämmer väl med vad som är generellt känt från andra delar av världen, nämligen att örarna bl.a. behöver öppna marker för att jaga och således undviker täta, svårjagade igenväxningsbiotoper.

Sammanfattande slutsatser för vindkraftsetablering

De hittills tillämpade buffertzoner med 2–3 km radie runt kungsörnsbon innebär ett grovt och enkelt skyddsinstrument, som emellertid kan vara en alltför schablonmässig och otillräcklig metod. Buffertområdet bör anpassas efter hur örarna använder sitt hemområde ur biotopsynpunkt, och inte minst inom dess kärnområde. Detta ställer höga krav på kunskapsunderlaget som behövs för att genomföra en bra miljökonsekvensbeskrivning, och projektörer bör alltid inleda en formell och nära dialog med organisationen Kungsörn Sverige, som ofta har god kunskap om närliggande häckande kungsörnar. Eftersom GPS-sändare levererar många fler positioner än vad som fås via direktobservationer skulle man, om kunskapsläget bedöms som otillräckligt,

kunna förbättra detta väsentligt genom att komplettera direktobservationer med studier av sändarförsedda örnar.

Kungsörnar föredrar kalhyggen, men undviker tät, yngre skog och myrmarker. För att minska risken att locka örnar till vindparksområden, så är det därför sannolikt bättre om vindparker kan lokaliseras så att de inte ligger i eller kommer att ligga på eller i direkt anslutning till hyggen, utan snarare i tät ungskog. Hyggen på behörigt avstånd från vindparker kan eventuellt fungera som alternativa jaktmarker och locka till sig örnarna.

Branta bergsryggar, klippkanter och liknande används särskilt mycket av örnar och vindanläggningar bör placeras på behörigt avstånd (> 50 m) från sådana branta partier. Höglänta plåtåer med tät ungskog skulle sannolikt kunna exploateras med förhållandevis låg risk för örnarna, så länge vindturbinerna inte placeras i närheten av de branta partierna.

Summary

There is a need for developing methods for reliable environmental impact assessment of wind farms in Sweden, and to facilitate the establishment of “eagle friendly” wind farms. During 2010 and 2011 a total of 43 adult and juvenile golden eagles in northern Sweden were marked with GPS transmitters, to provide information on the species’ home range, habitat selection and ranging behaviour. These transmitters have so far provided more than 100 000 valid GPS positions. Individual eagles fitted with the most effective type of transmitter provided on average more than 2,000 positions during the 2012 breeding season.

The home ranges of adult golden eagles covered an average area of over 200 km² during the breeding season, although there was considerable variation among eagles. Fledged juvenile eagles used a smaller area within their parents’ home range, until they left their natal area and their parents in October. Within their home ranges juvenile and adult eagles showed a particular preference for clearcuts, but also for coniferous forest on lichen-dominated bedrock, while dense, young forest and mires were avoided. Steep slopes were preferred over flatter areas.

Adult golden eagles occasionally undertook long-distance movements during both summer and winter. Juveniles migrated south and spent their first winter in southern and central Sweden, and migrated north the following spring to the Scandinavian mountain region.

The results in this report are largely based on one breeding season, and should thus be treated with some degree of caution. However, this also highlights the need for the project to continue, so that incoming transmitter data can continue to be processed and analysed, and that annual variation can be assessed. Nevertheless, we do not suspect that the results for e.g. habitat selection are in any way unusual, since they generally agree with what is known from other parts of the world, that golden eagles require open habitats for hunting and therefore avoid dense, impenetrable habitats.

Implications for wind farm establishment

The commonly used 2–3 km radius buffer zones centred on golden eagle nests are too imprecise. Buffer zones should instead be adapted to the size and composition of the home range and its core area, and in particular how the eagles use the home range. This places high demands on the information required for reliable environmental impact assessment, and developers are recommended to consult the Swedish Golden Eagle Society, who often have knowledge of any golden eagles that might be breeding nearby. Since GPS transmitters provide significantly more positions than can be collected from field observations, there may be cases when field data are lacking, and where it could therefore be worth considering supplementing these with studies of GPS-marked eagles.

Golden eagles prefer clearcuts, but avoid dense, young forest and mires. To minimize the risk of attracting eagles to wind farms, it is likely better if wind farms can be sited so that are not, or will not be located in or near clearcuts, but instead be located in dense, young forest. Clearcuts at a safe distance could act as alternative hunting grounds and possibly draw the eagles away from wind farms.

Steep slopes and cliffs are especially favoured by eagles, and wind turbines should be sited at a safe distance (> 50 m) from such topographical features. High plateaus with young forest can probably be exploited at a relatively low risk for the eagles, as long as wind turbines are sited away from steep slopes.

1 Inledning

I Sverige, liksom i övriga världen, pågår nu en kraftig utbyggnad av vindkraft för att möta framtidens energibehov och krav på att minska koldioxidutsläppen. 2011 producerades 6,1 terawattimmar el (4,2% av landets elproduktion) från vindkraft i Sverige, en ökning med 74% från året innan (Energimyndigheten 2012). Riksdagen har satt upp en planeringsram där elproduktion från vindkraft i Sverige ska uppgå till 30 terawattimmar 2020 (ca 20% av landets elproduktion), vilket förutsätter en kraftig ökning från de 2036 vindkraftverk som var i drift i slutet av 2011 (Energimyndigheten 2012). En stor del av Sveriges landbaserade vindkraftverk kommer troligen att byggas i glesbefolkade delar av Norrlands inland. Detta skapar en potentiell konflikt med kungsörnen, som ofta förekommer i samma områden som är av intresse för vindkraftsexploatering.

Kungsörnen är en skyddad art i Sverige (klassad som Nära Hotad på rödlistan; Gärdenfors 2010) och i Europa (förtecknad i Bilaga 1 av EU:s Fågeldirektiv; European Commission 2013). Den inventeras årligen av frivilliga i föreningen Kungsörn Sverige och i fjälltrakterna av Länsstyrelsens personal (Ekenstedt & Schneider 2008). I Sverige var 860 kungsörnsrevir kända 2011, varav nästan 90% fanns i de sex nordligaste länen (Ahlgren 2011; Tjernberg 2010). Allvarliga hot mot kungsörnen i Sverige är bland annat kollisioner med väg- och tågtrafik och kraftledningar, brist på botråd på grund av intensivt skogsbruk och förföljelse, men utbyggnaden av vindkraft anges som ett stort potentiellt hot framöver (Tjernberg 2010; Hjernquist 2011).

Det finns tre typer av påverkan som vindkraftverk kan ha på fåglar: dödlighet genom kollisioner, störningar och biotopförlust (Langston & Pullan 2004; Drewitt & Langston 2006; Rydell *et al.* 2011). Kollisioner är den typen av påverkan som uppmärksammas mest, och stora rovfåglar som kungsörnar anses ha en högre risk att kollidera med vindkraftverk än andra fåglar (Langston & Pullan 2004). Det finns en hel del studier på rovfåglar som har gjorts vid vindkraftparker, och framförallt vid anläggningar där det har förekommit många kollisioner, som t.ex. Altamont Pass i Kalifornien (Thelander & Smallwood 2007), Tarifa i Spanien (Barrios & Rodríguez 2007) och Smøla i Norge (Bevanger *et al.* 2010). Även om viktig ny kunskap och nya lärdomar kan dras från sådana fallstudier, har det varit svårt att kunna förutsäga påverkan av nya vindkraftsanläggningar. I norra Sverige, där kungsörnen är skogslevande och oftast bygger bon i träd, är miljön annorlunda jämfört med de oftast öppna områden där andra studier gjorts. Det finns även en brist på vetenskapliga fakta på t.ex. hur stora områden kungsörnar behöver under häckningssäsongen och vilka biotoper som är viktiga för artens reproduktion och överlevnad i norra Sverige. Detta gör det svårt att genomföra tillförlitliga miljökonsekvensbeskrivningar (MKB) över hur planerade vindenergisatsningar i Norrland kommer att påverka kungsörnen.

Syftet med detta projekt är att, med hjälp av GPS-sändare monterade på örnar, studera rörelser och beteende hos unga och framför allt vuxna kungsörnar i Norrlands skogslandskap. Långsiktigt är det tänkt att följa

GPS-försedda kungsörnar före och efter vindkraftsetablering, och även i oexploaterade referensområden, för att kunna undersöka hur örnarna påverkas av vindkraftsanläggningar. På grund av tidsbrist (den nuvarande projekttiden är på tre år, 2010–2012) och brist på vindparker i rätt fas för att hinna med både före- och efterstudier, skjuts denna del upp till längre fram. Målsättningen är ändå att ta fram kunskap som gör det lättare att genomföra pålitliga miljökonsekvensbeskrivningar av vindkraftsanläggningar i norra Sverige och underlätta för etableringen av ”örnvänliga” vindparker i regionen.

2 Utrustning och övergripande metodik

Studieområden

Ett antal kungsörnsrevir i Norrlands skogslandskap valdes ut som studieområden, med avsikt att förse de vuxna paren och ett antal årsungar med GPS-sändare. Eftersom projektets långsiktiga mål har varit att följa kungsörnar före och efter vindkraftsetablering, och i referensområden, har några av reviren valts ut för att de ligger i närheten av planerade vindparker. Lämpliga kungsörnsrevir valdes ut med hjälp av Kungsörn Sverige, som kunde rekommendera revir där man hade bra kunskap om boplatserna och deras tillgänglighet för märkning. 2010 valdes fem referensrevir och fem revir där närliggande vindparker planerades, men under projektets gång har några av reviren bytts ut på grund av till exempel utebliven häckning eller att en vuxen fågel dött eller försvunnit. Dessutom har det tillkommit ett antal revir på grund av att örnfångstförsöken lyckades så bra – vi ville märka fler kungsörnar för att kunna samla in så mycket information som möjligt.

Under 2010 och 2011 märktes totalt 43 kungsörnar i Västerbottens och Västernorrlands län i vindkrafts- och referensområden (Tabell 2.1; Figur 2.1). Bland vindkraftsområdena fanns det ett område där en vindpark har börjat byggas och delvis satts i drift under projektets gång (Blaiken i Storuman och Sorsele kommuner: BlaikenVind AB 2013) och ett område där en vindpark har varit i drift redan innan projektet påbörjades (Stor-Rotliden i Åsele kommun; Vattenfall AB 2013).

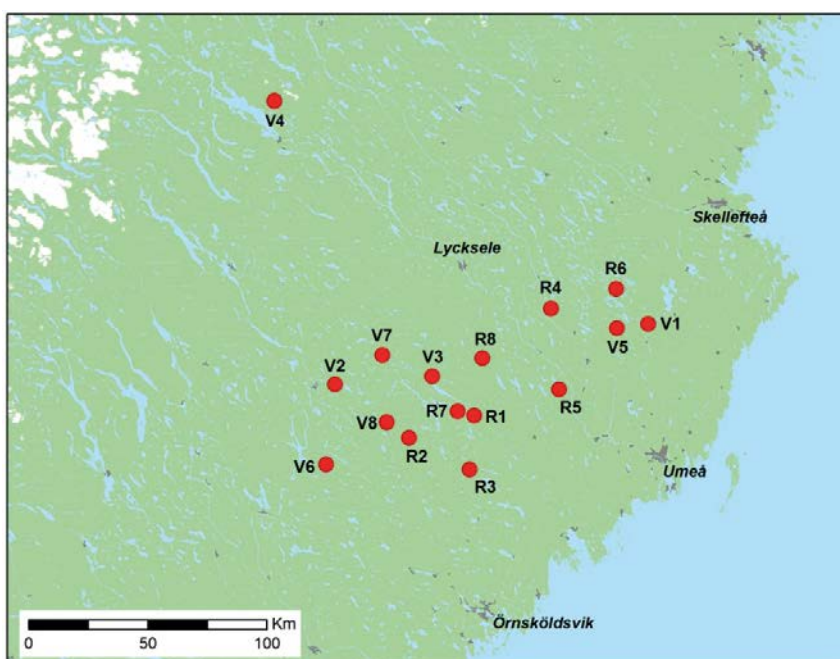
GPS-sändare

Två olika modeller av GPS-sändare användes inom projektet (Figur 2.2). Den ena modellen var en 70 g Solar Argos/GPS PTT-100 tillverkade av Microwave Telemetry, Inc. i USA. Dessa var delvis soldrivna och gav positioner upp till en gång per timme enligt ett förprogrammerat schema (Tabell 2.2), som minskade enhetens aktivitet och batterianvändning med minskande solljus. Positioner fixerades med hjälp av Argos- och GPS-satelliter med en noggrannhet på 18 m i det horisontella planet och 22 m i det vertikala planet (Microwave Telemetry Inc. 2013 och i brev). Den andra modellen var en 135 g GPS PLUS Bird tillverkade av Vectronic Aerospace GmbH i Tyskland. Även dessa var delvis soldrivna, men GPS-enheten styrdes av en aktivitetssensor, som slog på GPS-enheten när fågeln var aktiv, dvs. rörde på sig eller ändrade position (Vectronic Aerospace GmbH 2013). Hur ofta GPS-enheten kunde slås på av aktivitetssensorn varierade med säsong enligt ett programmerat schema, med maximalt en gång var tionde minut under sommaren, för att sedan minska under hösten och vintern med minskande solljus (Tabell 2.2). Enligt tillverkaren har sändare från Vectronic Aerospace en noggrannhet på ner till 2 m i båda det horisontella och vertikala planet (Robert Schulte, Vectronic Aerospace GmbH, i brev).

Registrerade positioner från Microwave-enheterna skickades via satellit-systemet Argos, medan positioner från Vectronic-enheterna skickades via GSM-nätet. Positioner från båda modelltyperna skickades sedan automatiskt till databasen Wireless Remote Animal Monitoring på SLU (WRAM 2013).

Tabell 2.1. Antal kungsörnsar som har försetts med GPS-sändare 2010 och 2011 i vindkrafts-områden (V) och referensområden (R).

2010				2011			
Årsungar		Vuxna		Årsungar		Vuxna	
V	R	V	R	V	R	V	R
0	5	2	6	5	4	12	9



Figur 2.1. Karta över samtliga kungsörnsrevir som ingår i studien. R = referensrevir, V = vindkraftrevir.



Figur 2.2. De två GPS-enheter som användes i projektet, t.v. en Vectronic Aerospace 135 g GPS PLUS Bird, t.h. en Microwave Telemetry 70 g Solar Argos/GPS PTT-100. Foto: Tim Hipkiss.

Tabell 2.2. Registreringsintervall för GPS-enheter från Vectronic Aerospace (VAS) respektive Microwave Telemetry (MTI) samt start- och stopptider för MTI-enheter under olika tider på året. De längre registreringsintervallen sparar batterikraft under årets mörkare perioder.

Månad	VAS	MTI		
	Intervall	Starttid	Stopptid	Intervall
mar-apr	30 min	08.00	16.00	1 hr
maj-aug	10 min	03.00	19.00	1 hr
sep-okt	30 min	08.00	16.00	1 hr
nov-feb	2 hr	10.00	16.00	2 hr

Örnfångst

Årsungar av kungsörn märktes under sommaren (slutet av juni–mitten av juli) medan de fortfarande var i boet, ett par veckor innan de förväntades bli flygfärdiga. Märkning gjordes i samarbete med erfarna ringmärkare från Kungsörn Sverige. En årsunge fångades senare under hösten, i samband med fångst och märkning av vuxna örnar. GPS-enheten sattes fast på fågelns rygg med hjälp av en sele av teflonband. I detta projekt skulle ungfåglar studeras främst under sitt första levnadsår, och därför skapades en svag punkt i selen som gjorde att hela selen föll isär och lossnade med sändaren efter ungefär ett år.

Vuxna kungsörnar fångades under hösten (september–början av november) med hjälp av ett manuellt utlöst bågnät med en åtel (Jackman *et al.* 1994; Bloom *et al.* 2007). Fångsten genomfördes i samarbete med amerikanska rovfågelexperter vid Bloom Biological, Inc., i Kalifornien, USA. Liksom hos ungfågeln sattes sändaren fast som en ryggsäck med hjälp av en sele av teflonband (Figur 2.3). En viktig skillnad var dock att selen inte var försvagad, eftersom de vuxna fåglarna skulle följas under flera år.

Ett blodprov togs från de flesta av de fångade örnarna (dock inte från årsungarna 2010), och blodproven användes sedan för säker molekylär könsbestämning av örnarna, i stort sett enligt metodiken som beskrivs i Fridolfsson och Ellegren (1999).

Fångst och märkning av örnar genomfördes med tillstånd av Naturvårdsverket och Umeå djurförsöksetiska nämnd. Uppgifter om samtliga kungsörnar som ingår i denna studie redovisas i Bilaga 1.



Figur 2.3. Vuxen kungsörn med fastsatt GPS-sändare från Vectronic Aerospace.
Foto: Åke Nordström.

3 Örnarnas hemområden

Totalt märktes 29 vuxna och 14 unga kungsörnar med GPS-sändare under 2010 och 2011. Fram till 30 september 2012 har GPS-enheterna registrerat 106 316 giltiga positioner. Antal positioner varierar kraftigt mellan individerna beroende på att ett mindre antal individer har dött eller att sändare har slutat fungera (eller lossnat), medan andra har levererat mycket data och fortsätter att skicka positioner än idag (Bilaga 1).

För kungsörnens förvaltning i Norrland är det viktigt att veta hur stora örnarnas hemområden är. Det som åsyftas här är storleken på området som används av reproduktiva par under häckningssäsongen. För kungsörnspår är hemområdet ett område som innehåller boplatser och jaktområden, till skillnad från reviret, som är ett något mindre område som paret försvarar mot inkräktare (Watson 2010). För att undersöka hemområdet i denna studie har vi endast använt de individer som befann sig på sina häckningsplatser i början av häckningssäsongen (mars), och dessa individer har följts fram till att de har lämnat hemområdet. Det senare kan inträffa då häckningen av någon anledning avbrutits eller klarats av och ungarna lämnat hemområdet (se avsnitt 5 för mer information om örnarnas långväga rörelser). Hemområden kunde studeras för 15 individer från nio revir under åtminstone ett år under studieperioden (2011–2012); hemområden för tre av dessa individer, från två revir, kunde studeras under båda åren, vilket gav 18 revir totalt (Figur 3.1, Tabell 3.1).

Hemområden för de enskilda örnarna beräknades med hjälp av den så kallade Minimum Convex Polygon-metoden (MCP; Mohr 1947; se även Bosch *et al.* 2010 för ett mer aktuellt exempel med örnar). Detta är ett sätt att med hjälp av de yttersta GPS-positionerna skapa en polygon som representerar området som den enskilda örnen har vistats i. Samtliga positioner under häckningssäsongen (som längst, mars–oktober) användes för att beräkna polygoner som visar hur stora områden örnarna använde under denna period. För att undvika att enstaka extrema positioner skapar en alltför stor polygon, togs de yttersta punkterna (5%) bort, vilket resulterar i en 95%-MCP. I denna studie används 95%-MCP-måttet för att beskriva örnarnas hemområden. Vi har på ett liknande sätt även beräknat en 50%-MCP, som bättre representerar kärnområdet där örnarna vistats mest. Det bör påpekas att området som visas av en 95%-MCP inte visar de exakta gränserna för hemområdet, men ändå är ett bra verktyg för att i förvaltningssyfte visa hur stora, och vilka områden som används av örnarna. För årsungarna, som redovisas senare i detta avsnitt, beräknades en 100%-MCP för att visa hur stora områden de använde innan de lämnade föräldrarnas hemområden och flyttade söderut.

Vuxna kungsörnars hemområden

Storleken på hemområden (95%-MCP) för 15 vuxna örnar under två år visas i Tabell 3.1 och Figur 3.1. Det finns en stor variation i storlek och form på örnarnas hemområden; medelvärdet för alla hemområden ligger på 214 km² men spannvidden är 60–605 km² (Tabell 3.2). Detta är något större än det som anges i litteraturen för kungsörnars hemområden från andra delar av världen, som visar en spannvidd på 20–200 km² (genomsnitt från olika studier; McGrady 1997; Watson 2010). Storleken på hemområden varierar med biotopkvalitet, där hemområden med högre biotopkvalitet (t.ex. med hög bytestillgång) är mindre än de med lägre biotopkvalitet (Collopy & Edwards 1989; Watson 2010). Ett örnpar behöver ett visst bytesunderlag för att kunna lyckas med sin häckning, och hemområdena behöver vara tillräckligt stora för att täcka detta behov, men inte större än vad som är nödvändigt. Om hemområden i Norrlands skogsland verkligen är större än de som har undersökts hittills i övriga världen, skulle det antyda att de är av sämre kvalitet, eventuellt på grund av sämre bytestillgång eller brist på lämpliga jaktmarker. Man bör dock vara försiktigt med att göra direkta jämförelser mellan olika studier, eftersom det finns skillnader i hur positioner har tagits fram (om man har använt sig av GPS-pejling, radiopejling eller fältobservationer) eller i val av analysmetod (t.ex. MCP eller annan typ av rumslig analys).

Tabell 3.1. Storleken på 50%- och 95%-Minimum Convex Polygon (MCP; km²) för 15 vuxna kungsörnar från nio revir under två häckningssäsonger (totalt 18 revir).

Revir	2011				2012			
	50 % MCP		95 % MCP		50 % MCP		95 % MCP	
	hane	hona	hane	hona	hane	hona	hane	hona
R4	–	15	–	184	33	2	193	148
R6	–	–	–	–	–	120	–	605
R1	16	19	87	192	18	10	199	214
V3	–	–	–	–	5	2	107	60
V6	–	–	–	–	57	58	236	140
R3	–	–	–	–	75	37	321	325
V8	–	–	–	–	30	–	107	–
R7	–	–	–	–	23	30	101	556
V5	–	–	–	–	100	–	523	–



Figur 3.1. Hemområde (95%-MCP) och kärnområde (50%-MCP) för 15 vuxna kungsörnar från nio revir 2011 och 2012 (totalt 18 revir). Den lilla svarta punkten inom polygonen visar den aktiva boplatsen. Färgen på cirkeln bredvid polygonen visar häckningsstatus: svart = lyckad häckning; grå = avbruten häckning; vit = besatt revir, med såvitt känt ingen påbörjad häckning.

Tabell 3.2. Sammanfattande resultat om hem- och kärnområdenas storlek (95%- resp. 50%-MCP, km²) för 15 vuxna kungsörnar; tre örnar från två revir häckningssäsongen 2011 och 15 örnar från nio revir 2012, varav tre örnar och två revir båda åren.

	50%-MCP		95%-MCP		antal
	medelvärde	spännvidd	medelvärde	spännvidd	
Hanar	40	5–100	208	87–523	9
Honor	33	2–120	219	60–605	9
2011	17	15–19	154	87–192	3
2012	40	2–120	226	60–605	15
Lyckade häckningar	15	–	184	–	1
Misslyckade häckningar	27	2–120	218	60–605	7
Besatta revir, ingen häckning	45	23–100	214	87–523	10
Samtliga	36	2–605	214	60–605	18

Där det har undersöks tidigare, har inte storleken på hemområden skiljt sig mellan könen eller mellan olika år (Marzluff *et al.* 1997a). Det begränsade antalet individer i vår studie gör det svårt att statistiskt jämföra storleksskillnader mellan olika grupper, t.ex. hanar och honor, eller mellan de två åren i studien. Det var ingen större skillnad i hemområdesstorlek mellan hanar och honor, men under 2012 var det genomsnittliga hemområdet större än under 2011 (Tabell 3.2). Om denna skillnad är korrekt, och inte bara en orsak av det mycket låga antal individer som följdes under 2011, skulle det exempelvis kunna bero på variationer i örnarnas bytestillgång, vilken fluktuerar kraftigt mellan olika år (t.ex. Moss *et al.* 2012) och förefaller ha varit mycket svag 2012.

Hemområdets storlek för par som lyckats respektive misslyckats med sin häckning skiljer sig något, men spännvidden är stor, och antalet i framför allt kategorin med lyckade häckningar är för liten (med bara en individ), vilket gör det vanskligt att jämföra dessa grupper. I denna studie har vi bara räknat positioner så länge individen har befunnit sig i sitt hemområde; positioner som registrerats mer än 10 km från kärnområdet har inte använts för att beräkna hemområdets storlek. Med dessa punkter medräknade hade polygonerna varit betydligt större, men hade inte kunnat räknas som örnens hemområde. En vuxen hona som märktes under hösten 2010 efter en lyckad häckning (i revir R2; som inte visas i Tabell 3.1, 3.2 eller Figur 3.1), rörde sig inom ett mycket stort område året därpå, då hon inte gick till häckning. 50%- och 95%-MCP för denna hona var 176 km² respektive 2182 km² under 2011, och uppenbarligen hade honan inte bara rört sig i sitt eget hemområde utan i ett mycket större område, som även innefattade angränsande kungsörnars hemområden (Thomas Birkö, Kungsörn Sverige, muntl.).

Kärnområdets storlek (50%-MCP) visar också en stor variation mellan olika örnar (Tabell 3.1; Figur 3.1). Det är intressant att notera att den aktiva boplatsen sällan ligger mitt i kärnområdet, och i ett antal fall där häckningen har avbrutits eller inte påbörjats ligger boplatsen inte ens inom kärnområdet. En anledning till detta är troligen att de områden som användes mest av

örnarna var de som innehöll revirets bästa jaktområden och eventuellt viloplatser. En lämplig boplats kräver ett stadigt boträd eller en klipphylla, inslag som kan vara ovanliga i landskapet och därmed kan ligga längre från jaktmarker och viloplatser. Örnar som inte hade påbörjat, alternativt avbrutit, sin häckning var inte längre knutna till boplatsten. Kungsörnar brukar ha flera bon inom sina revir (Tjernberg 2010; Watson 2010), så det kan finnas alternativa bon inom det aktuella kärnområdet, även om de inte använts för häckning under åren som redovisas här.

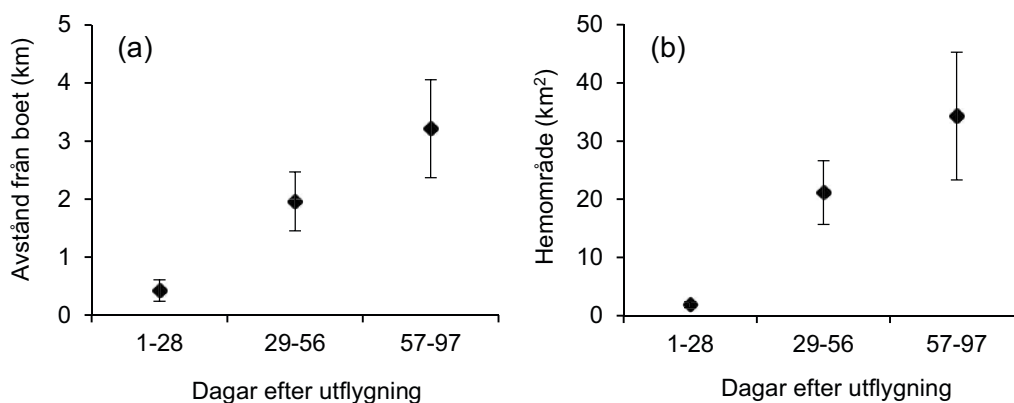
Hemområden hos utflugna årsungar

Hemområden hos ungfåglar ansågs vara det område som användes från det att ungen lämnade boet till det att den lämnade hemområdet och påbörjade sin flyttning söderut (se avsnitt 5 för mer om flyttning). Nio årsungar från åtta revir kunde följas under denna period (Tabell 3.3). Årsungarnas hemområden beskrivs med en 100%-MCP, dvs. inga punkter valdes bort, så länge som individen inte hade påbörjat sin flyttning söderut. Ungfågeln förväntades inte röra sig utanför föräldrarnas hemområden, åtminstone inte innan de påbörjade sin flyttning, varför en 100%-MCP användes.

De unga kungsörnarna lämnade boet någon gång mellan mitten av juli och mitten av augusti, och stannade kvar inom sitt hemområde fram till oktober – början av november (Tabell 3.3). Ungfågeln rörde sig gradvis längre ifrån boet, och utökade därmed sitt hemområde ju äldre de blev (Figur 3.2), ett beteende som även har observerats i andra studier (Bahat 1992; O'Toole *et al.* 1999; Falkdalen *et al.* 2013). Storleken på årsungarnas hemområden innan de flyttade söderut var mindre än storleken på de vuxnas hemområden. Det är troligt att ungarna håller sig inom föräldrarnas revir medan de fortfarande är beroende av dem för att få föda och skydd.

Tabell 3.3. Utflygningsdatum (när ungen lämnar boet), flyttdatum (när ungen lämnar hemområdet) och storleken på hemområdet (100%-MCP) för nio årsungar av kungsörn från åtta olika revir 2010 och 2011.

ID	Revir	Utflygningsdatum	Flyttdatum	Hemområde (km ²)
#02	R2	2010-08-01	2010-11-06	30
#03	R3	2010-07-23	2010-10-27	96
#04	R4	2010-08-07	2010-10-10	33
#05	R5	2010-08-01	2010-10-15	27
#14	V3	2011-07-14	2011-10-11	82
#16	V4	2011-07-29	2011-10-12	11
#19	R4	2011-08-14	2011-10-02	34
#20	V5	2011-07-29	2011-10-13	56
#21	R6	2011-07-29	2011-10-08	3



Figur 3.2. (a) Genomsnittligt avstånd (med standardfel) till boet och (b) genomsnittlig storlek på hemområdet (100%-MCP) för årsungar av kungsörn under tre fyraveckorsperioder sedan de lämnat boet. Skillnaderna mellan perioderna var statistiskt signifikanta i båda fallen: (a) $\chi^2=2901,2$, $p<0,001$; (b) $\chi^2=11,4$, $p<0,001$.

Betydelse av örnarnas hemområden för vindkraftsetablering

Storleken på kungsörnarnas hemområden har stor betydelse för förvaltning av arten, inte minst vid etablering av närliggande vindkraftsanläggningar. Kungsörnens hemområden i denna studie varierade kraftigt (Fig. 3.1), från 5 till 15 km radie om de skulle beskrivas som en cirkel. Normalt skyddas inte hela hemområdet, och i Sverige brukar naturskyddsarbetet utgå ifrån en buffertzon runt kända kungsörnsbon. Till exempel förespråkar Sveriges Ornitologiska Förening en buffertzon i form av en cirkel med en radie på minst 3 km från boet (Sveriges Ornitologiska Förening 2009). En cirkelrund buffertzon som utgår ifrån boplatsen innebär förstås ett grovt och enkelt skyddsinstrument för att fastställa ett skyddsområde, men kan vara en alltför schablonmässig och otillräcklig metod. Detta för att boplatsen inte nödvändigtvis ligger i mitten av varken örnarnas hemområde eller kärnområde (50% MCP), samt för att dessa i sig inte behöver vara cirkelrunda (Figur 3.1; se även Bosch *et al.* 2010). Åtgärdsprogrammet för kungsörn (Hjernquist 2011) föreskriver att buffertzonen mellan boplatsen och närmaste vindkraftsanläggning bör anpassas till lokala förhållanden (se även Rydell *et al.* 2011). Detta ställer höga krav på kunskapsunderlaget som ligger till grund för miljökonsekvensbeskrivningar. När bra och tillförlitligt underlag saknas skulle eventuellt användning av GPS-sändare på örnar kunna övervägas, men i samtliga fall bör en formell och nära dialog inledas med Kungsörn Sverige, som brukar ha god kunskap om lokalt häckande kungsörnar. Buffertzoner kan behöva modifieras utifrån hur örnarna använder sina hemområden, och detta undersöks i nästa avsnitt.

4 Biotopval

Landskapsanalyser med hjälp av GIS (geografiska informationssystem) användes för att undersöka hur vuxna och unga kungsörnar använde sina hemområden, dvs. om de visade preferens för vissa biotoper. Biotopsammansättningen inom kungsörnars hemområden och kärnområden (95%- resp. 50%-Minimum Convex Polygon (MCP) för vuxna, 100%-MCP för årsungar; se avsnitt 3) kartlades med hjälp av Lantmäteriets Svenska Marktäckedata (SMD) från 2004 (25×25 m pixelstorlek; Lantmäteriet 2013a) som kompletterades med data över skogshöjd (m) från kNN-Sverige 2010 (25×25 m upplösning; SLU 2013). Elva biotop-kategorier togs fram med hjälp av dessa kartor (Tabell 4.1). Lantmäteriets höjddata med 50×50 m upplösning (Lantmäteriet 2013b) användes för att undersöka hemområdenas topografiska egenskaper, i synnerhet bergsformationers lutningsgrad och vädersträcks-orientering.

Tabell 4.1. Biotoper som används för att beskriva örnarnas hemområden, och som kartlades med hjälp av Svenska Marktäckedata (SMD) från 2004 och data från kNN-Sverige 2010. Biotoperna i kursivtext inkluderades inte i analyserna eftersom de utgjorde < 2% vardera av örnarnas sammanlagda hemområden.

Biotopkategori	Förklaring
Öppen myr	< 30 % trädsikt
Skog på myr	> 30 % trädsikt
Kalhygge	trädhöjd 0–2 m
Ungskog	trädhöjd 3–5 m
Blandskog	trädhöjd ≥ 6 m
Svårklassificerad skog	klassad som kalhygge eller ungskog 2004, men med trädhöjd ≥ 6 m 2010.
Barrskog	trädhöjd ≥ 6 m
Barrskog på lavmark	trädhöjd ≥ 6 m
<i>Öppet vatten, vattendrag och blötmyr</i>	
<i>Jordbruksmark</i>	
<i>Anlagda ytor; urbana områden, byggnader, gruvor mm.</i>	

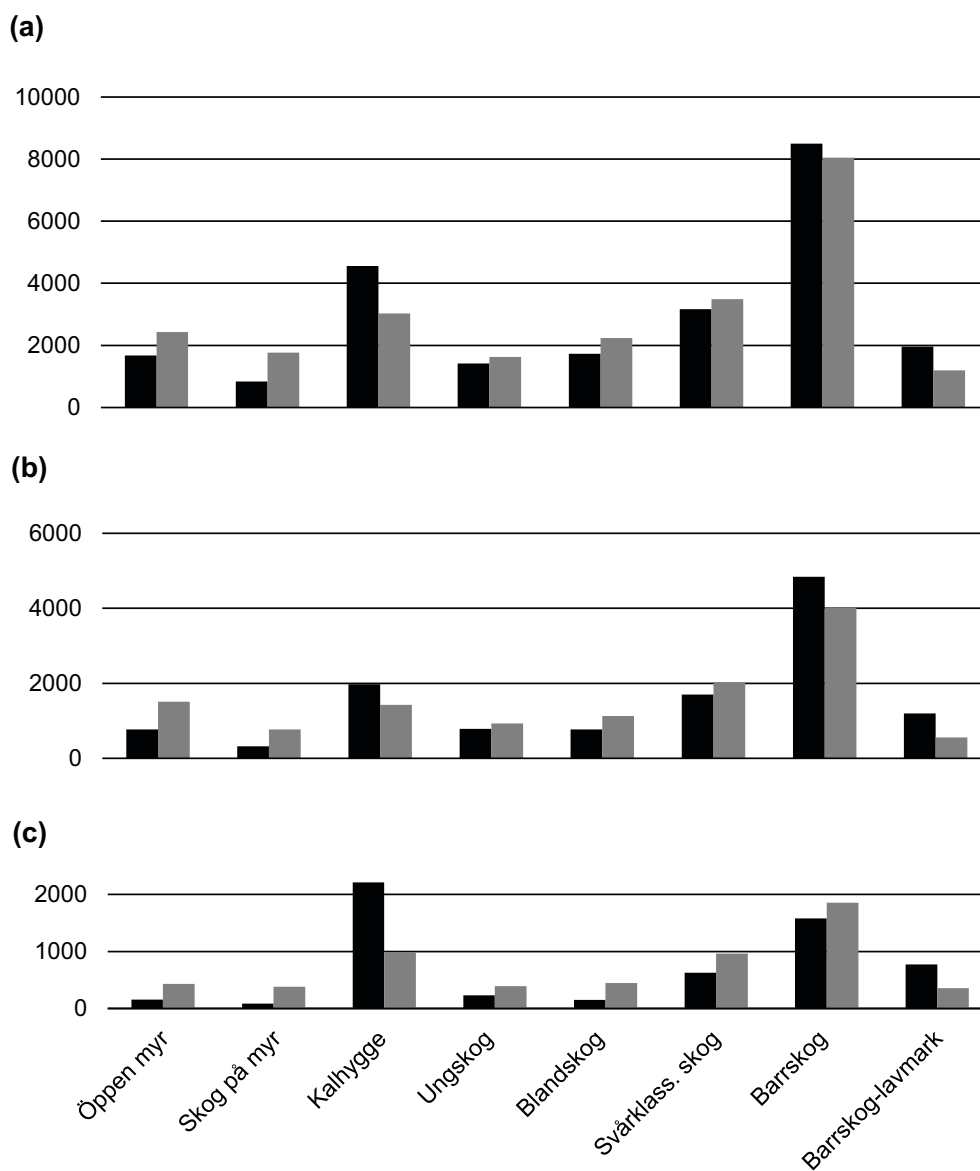
Varje biotops andel inom örnarnas sammanlagda hemområden och kärnområden beräknades (för de 15 vuxna och nio unga kungsörnar som undersöktes i avsnitt 3), men ovanliga biotoper som var för sig utgjorde < 2 % av området uteläts från vidare analyser (Tabell 4.1). Genom att jämföra hur de verkliga GPS-positionerna fördelade sig på olika biotoper med en fördelning i proportion till biotopernas förekomst i landskapet, kunde vi undersöka om örnarna verkade föredra eller undvika vissa biotoper. På liknande sätt undersöktes örnarnas preferens för topografityp (lutningsgrad) och sluttningar i olika väderstreck.

Figur 4.1 visar spridningen av GPS-positionerna hos kungsörnar i olika biotoper jämfört med dessa biotopers andel i landskapet. För vuxna kungsörnar visas biotopval inom hemområden (95% MCP; Figur 4.1a) och kärnområden (50% MCP; Figur 4.1b) och för årsungar inom hemområden (100% MCP; Figur 4.1c). För att tolka denna figur rätt (och även Figur 4.2 och 4.3)

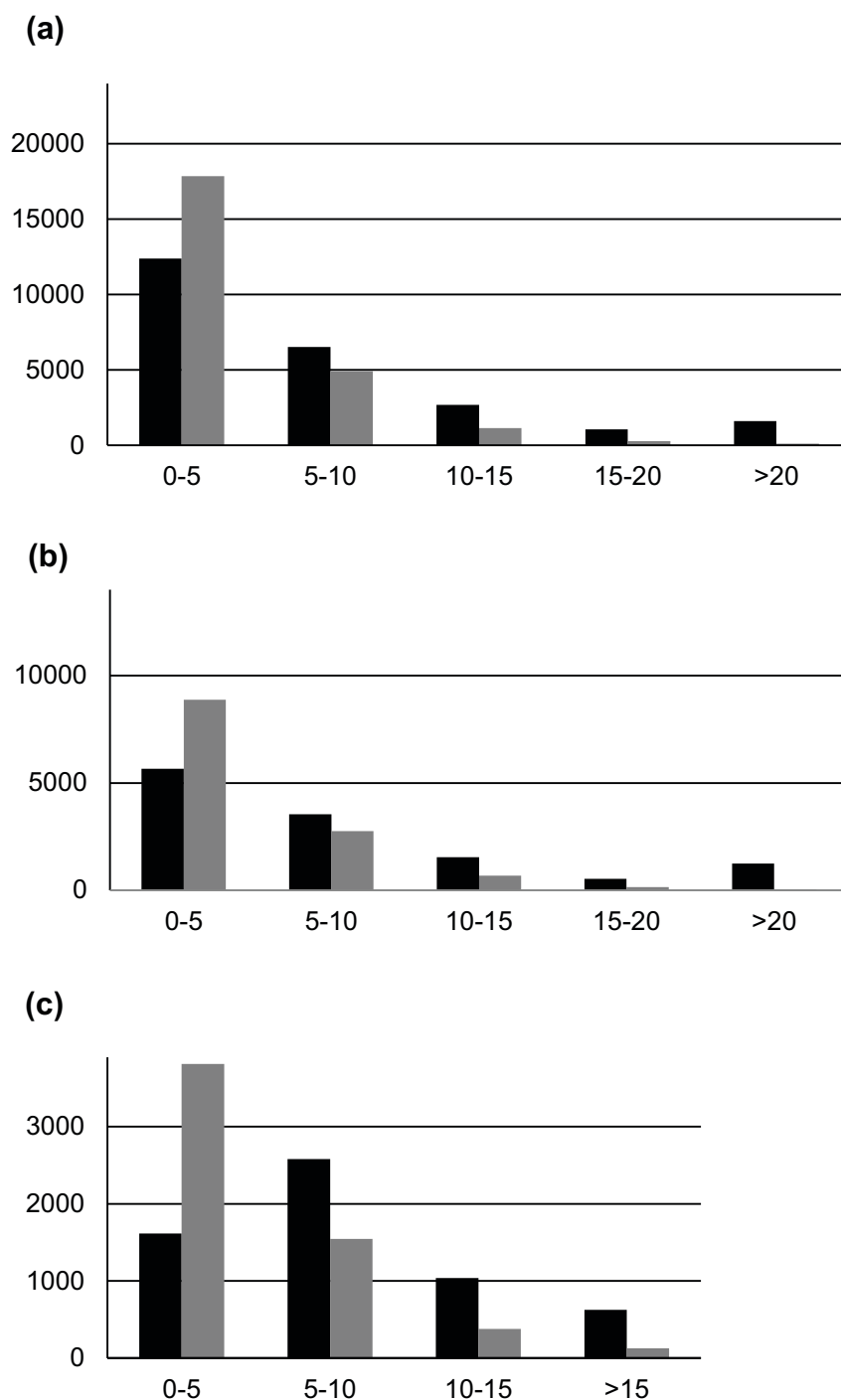
bör man titta på skillnaden mellan antalet observerat och förväntat antal positioner, inte antalet positioner i sig; fler än förväntat antal positioner tolkas som att örnarna dras till denna biotop, och vice versa. Att flest positioner återfanns i barrskog (Figur 4.1) är inte anmärkningsvärt, utan beror främst på att denna miljö är så vanlig i landskapet. Det som framgår tydligt av alla tre figurerna är att örnarna föredrog kalhyggen; denna biotop användes mycket i förhållande till dess förekomst i landskapet. En annan biotop som verkade föredras var barrskog på lavmark. Biotoper som verkade undvikas var myrmarker, ungskog och blandskog. Förhållandet för kategorin barrskog var inte lika tydligt, och skilde sig något mellan vuxna och årsungar. I övrigt skilde sig inte preferensen avsevärt mellan vuxna och årsungar, och inte heller för vuxna mellan deras hem- och kärnområden. Biotopval hos vuxna hanar och honor undersöktes var för sig, men det var ingen nämnvärd skillnad mellan könen.

Kungsörnen är en fågel som spanar efter och jagar sitt byte över öppna områden (Watson 2010). I Skottland jagar kungsörnen över öppna bergsområden och hedmarker (McGrady *et al.* 1997; Walker *et al.* 2005), medan jaktmarker i Spanien utgörs av jordbruks- och betesmarker (Soutullo *et al.* 2008). På grund av sin storlek kan kungsörnen inte jaga i tät skog, och i norra Sveriges skogstrakter är kalhyggen därmed mycket viktiga jaktområden. Det är troligt att kalhygget ersatt det tidigare första, öppna brandsuccessionsstadiet som jaktmark för kungsörn, sedan trakthyggesbrukets och brandbekämpningens intåg i svenskt skogsbruk (Östlund *et al.* 1997) Ur naturvårdssynpunkt är detta intressant, eftersom omfattande skogsavverkning även kan vara ett hot mot kungsörnens häckningsmiljö om äldre träd, som är viktiga boplatser, huggs ner (Tjernberg 2010; Hjernquist 2011). Örnens behov av öppna jaktmarker är anledningen till att ung skog och en del andra täta skogsbiotoper undveks. Täta unga skogsplanteringar väljs bort även av kungsörnar i Skottland (McGrady *et al.* 1997), eftersom de varken används som jaktmarker eller häckningsplatser. Örnarnas användning av de äldre barrskogsbiotoperna verkade skilja sig något mellan vuxna och årsungar, men i stort sätt användes denna biotop som förväntad. Barrskogen används främst av kungsörnar som häckningsmiljö, under förutsättning att skogen innehåller lämpliga boträd (Tjernberg 1983), men är sannolikt ofta för tät för örnarna att jaga effektivt i. Örnarnas preferens för barrskog på lavmark som till viss del utgörs av ganska öppen tallhed skulle kunna bero på att denna biotop fungerar både som häckningsmiljö och kanske även som jaktmark i större utstäckning än annan äldre barrskog.

Det är intressant och svårförklarligt att örnarna så tydligt valde bort myrmarker, eftersom denna miljö används av deras viktigaste bytesdjur, skogshöns och skogshare (Cramp 1980; Dahl 2005), och även är öppna områden som är lämpliga för örnarna att jaga i. Eventuellt är kalhyggen mer produktiva under sommarhalvåret, dvs. den period då örnarna befinner sig i sina hemområden, medan myrmarker kanske används mer av örnarna under vintern.

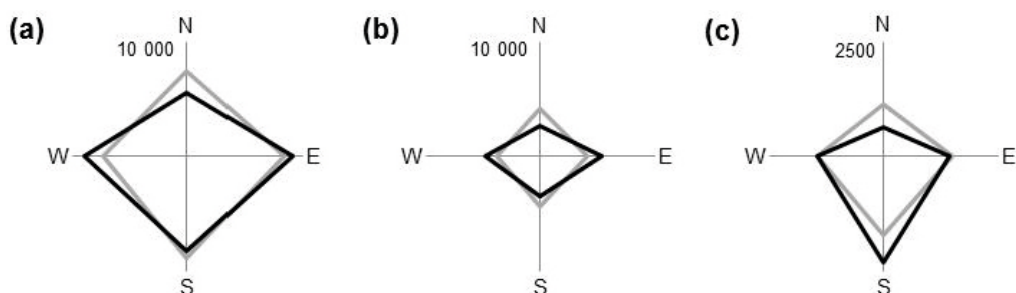


Figur 4.1. Observerat (svarta staplar) och förväntat (grå staplar) antal GPS-positioner i olika biotoper för (a) vuxna kungsörnar inom sitt hemområde (95%-MCP), (b) vuxna kungsörnar inom sitt kärnområde (50%-MCP), och (c) årsungar av kungsörn inom sitt hemområde (100%-MCP). Förväntat biotopval/antal positioner beräknades i förhållande till biotopens andel (%) i landskapet. Skillnaden mellan observerat och förväntat antal positioner var statistiskt signifikant i samtliga fall: (a) $\chi^2=2\ 186,2$, $p<0,001$; (b) $\chi^2=1\ 909,3$, $p<0,001$; (c) $\chi^2=1\ 219,8$, $p<0,001$.



Figur 4.2. Observerat (svarta staplar) och förväntat (grå staplar) antal GPS-positioner i förhållande till topografi (lutningsgrad) för vuxna kungsörnar inom (a) 95%-MCP och (b) 50%-MCP och (c) årsungar av kungsörn (100%-MCP). Förväntat antal beräknades i förhållande till topografitypens andel (%) i landskapet. Skillnaden mellan observerat och förväntat antal positioner var i samtliga fall statistiskt signifikant: (a) $\chi^2=28\ 585,8$, $p<0,001$; (b) $\chi^2=34\ 085,7$, $p<0,001$; (c) $\chi^2=1\ 789,4$, $p<0,001$.

Örnarnas preferens för vissa topografiska landskapselement visas i figurerna 4.2 och 4.3. Både vuxna och årsungar av kungsörn visade en mycket tydlig preferens för branta sluttningar (Figur 4.2); preferensen ökade med ökande sluttningsgrad. Kungsörnar använder gärna uppvindar när de flyger, för att lätt kunna komma högt upp i luften. Sådana uppvindar (s.k. ”hängvindar”) är vanligast i branta sluttningar, och det är därför kungsörnar ofta finns där terrängen är kuperad (Watson 2010). Dessutom är boplatserna ofta belägna i branta sluttningar, eftersom dessa platser ofta innehåller obrukad skog, med äldre, grova träd som är lämpliga som boträd, och där det även kan finnas lämpliga klippfyllor att häcka på (Tjernberg 1983). När det gäller bergssluttningars väderstrecksorientering visade vuxna och årsungar olika resultat. Vuxna kungsörnar verkade föredra väst- och i mindre grad östlägen, medan årsungar visade en tydlig preferens för sydsluttningar (Figur 4.3). Både vuxna och unga kungsörnar verkade undvika nordsluttningar. Detta återspeglar förmodligen delvis svenska kungsörnars val av boplatser, som ofta ligger på syd-/sydvästsluttningar som värms upp av solstrålning tidigt på året (Tjernberg 1983). Fördjupade studier visade att ungfåglarnas preferens för sydsluttningar avtog ju mer de avlägsnade sig från boområdet (Sandgren 2012).



Figur 4.3. Observerat (svart linje) och förväntat (grå linje) antal GPS-positioner i sluttningar mot olika vädersträck för vuxna kungsörnar inom (a) 95%-MCP och (b) 50%-MCP och (c) årsungar av kungsörn (100%-MCP). Förväntat antal beräknades i förhållande till andelen (%) sluttningar mot olika vädersträck i landskapet. Skillnaden mellan observerat och förväntat antal positioner var i samtliga fall statistiskt signifikant: (a) $\chi^2=992,0$, $p<0,001$; (b) $\chi^2=1\ 319,7$, $p<0,001$; (c) $\chi^2=241,8$, $p<0,001$.

Betydelse av örnarnas biotopval för vindkraftsetablering

Kungsörnars preferens för respektive undvikande av vissa biotoper och topografiska element gör det möjligt att mer noggrant precisera de områden där vindkraftsexploatering skulle kunna ske utan större uppenbar fara för arten, och även områden där vindkraftsexploatering vore olämplig.

Ett viktigt resultat, som även har visats i andra studier, är att örnarna håller till mycket i och över branta sluttningar, förutom de som pekar mot norr. Uppvindar gör dessa platser lockande för alla stora rovfåglar, och vindkraftsanläggningar som står på ryggsåsar och klippkanter utgör ett särskilt hot

för dessa fåglar (Barrios & Rodríguez 2004, 2007; Drewitt & Langston 2006; Katzner *et al.* 2012). Dessa blåsiga lägen är allt som oftast även efterfrågade av vindkraftsexploaterer, vilket därmed skapar en potentiell konflikt. I kuperad terräng skulle dock nordsluttningar och även höga plåtåer med tät skog kunna lämpa sig väl för vindkraftsanläggningar, så länge vindturbinerna placeras på behörigt avstånd från bergsryggar, klippkanter och liknande, vilket skulle vara > 50 m (inkl. rotorbladen) enligt studier från USA (Johnson *et al.* 2007).

Även om hyggen är en temporär biotop, med ofta mycket kortvarigt successionsstadium, så kan vetenskapen om kungsörnars preferens för denna biotop ge vägledning till hur skogen kan förvaltas inom vindkraftsområdet. Områden med kalhyggen bör, om möjligt, minimeras inom och i direkt anslutning till vindkraftsanläggningar, under både konstruktions- och driftsfasen för att minimera risken att det drar till sig jagande örnar (Walker *et al.* 2005). Att säkerställa förekomst av tät, yngre skog, som örnarna har svårt att jaga i, inom vindparken skulle sannolikt hjälpa till att hålla jagande örnar borta från vindparken. Då det gäller kollisionsrisken med vindkraftverk har flyghöjden och eventuella variationer mellan olika biotoper en viktig betydelse, men detta har vi avstått från att analysera närmare pga. osäkerheten i både höjdpositionerna i sig och även i de underliggande höjdkartor som funnits att tillgå.

Preferensen för kalhyggen skulle även kunna utnyttjas för att locka bort kungsörnar från närliggande vindkraftsanläggningar genom att hyggen tas upp på behörigt avstånd från vindparkerna. Att lindra negativa effekter av vindparker genom att främja gynnsamma biotoper utanför anläggningsområdet är ganska vanligt i andra delar av världen (Walker *et al.* 2005; Johnson *et al.* 2007; Thelander & Smallwood 2007), men i norra Sveriges brukade skogslandskap är det troligen ingen generell brist på lämpliga kalavverkade områden för jagande kungsörnar, utom eventuellt i enstaka revir. Notera att dessa rekommendationer om kalhyggen kan strida mot en förvaltning som prioriterar andra naturvärden (t.ex. landlevande däggdjur; Helldin *et al.* 2012), men här fokuserar vi på förvaltning och bevarande av kungsörnen, en hänsynskrävande rödlistade art med förhållandevis liten populationsstorlek.

5 Flyttning och långväga vandringsrörelser

Denna rapport har hittills till stor del fokuserat på kungsörnarnas rörelser inom och i närheten av sitt revir eller hemområde. Det är emellertid även viktigt att undersöka mer långväga flyttnings- och vandringsrörelser hos norrländska kungsörnar, eftersom även detta har betydelse för förvaltningen av arten och eventuell påverkan av vindkraftsetablering utanför vårt studieområde.

Flyttningsbeteende hos vuxna kungsörnar

Inom sitt utbredningsområde visar kungsörnen en stor variation i flyttningsbeteende. De nordliga populationerna i subarktiska och arktiska Nordamerika och Eurasien är renodlade flyttfåglar, där båda unga och vuxna individer flyttar långt mellan häcknings- och övervintringsområden (Watson 2010). I Skandinavien anses inte kungsörnen vara en utpräglad flyttfågel, och vuxna kungsörnar tros stanna kvar i reviret året om, men såväl vuxna som unga kungsörnar besöker vintertid utfodringsplatser i södra Sverige (Hjernquist 2011); det bör dock påpekas att vuxna kungsörnar inte har studerats med hjälp av satellitsändare tidigare i Sverige.

Som diskuterats ovan kan vuxna kungsörnar röra sig utanför sina hemområden om de inte häckar, eller om häckningen misslyckas. Här visas ett antal exempel där fullvuxna kungsörnar genomför långa förflyttningar/vandringsrörelser under olika tider på året.

Figur 5.1 visar rörelser under en vinter (november 2010 – februari 2011) hos ett kungsörnspår som märktes i sitt revir hösten 2010 i Västerbottens län. Paret häckade 2010, men ungen dog några dagar efter att den blivit flygfärdig. Både hanen och honan lämnade hemområdet under vintern, men visade olika rörelsemönster. Hanen gjorde flera korta besök till en utfodringsplats vid kusten (70 km bort), medan honan flyttade minst 600 km söderut, och tillbringade vintern i södra och mellersta Sverige. I detta fall finns det få positioner för honan under mitten av vintern, och hon kan ha varit mer rörlig än som syns på kartan. Hon lämnade sitt hemområde i slutet av november, och nådde positionen längst söderut (i gränsområdet mellan Närke och Östergötland) i januari, för att återvända till hemområdet i slutet av februari. Vuxna kungsörnar har observerats utanför sina häckningsområden under vintern, men det var oväntat att en individ inom ett etablerat par skulle flytta så långt söderut. Det är även intressant att hanen och honan inom ett par kan bete sig så olika under vintern.

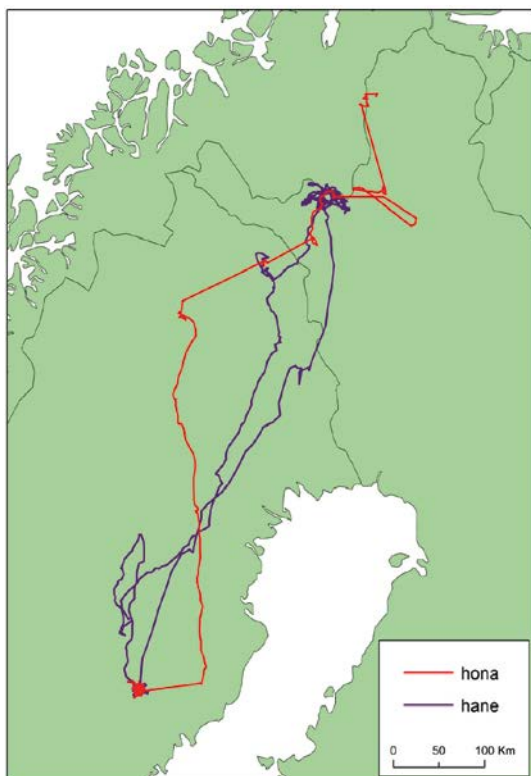
Kungsörnarna i denna studie visar att arten i Norrland även kan genomföra längre vandringsrörelser under häckningssäsongen, dvs. inte bara vintertid. Par som är på plats i hemområdet i början av året, men inte genomför en lyckad häckning, kan lämna hemområdet och flytta långt därifrån. Figur 5.2

visar rörelser under sommaren 2012 hos ett par som var på plats i sitt revir i början av häckningssäsongen, men som övergav hemområdet tidigt utan att någon häckning påvisats. I detta fall genomförde båda individerna långa vandringar under sommaren. Honan och hanen lämnade hemområdet i juni respektive juli, och flög 600 km norrut till gränsområdet mellan finska Lappland och norska Finnmark. Honans sändare har inte skickat några positioner sedan mitten av september 2012, men de sista positionerna visade att hon då var kvar i nordligaste Finland. Hanen återvände till hemområdet i Västerbotten i september.

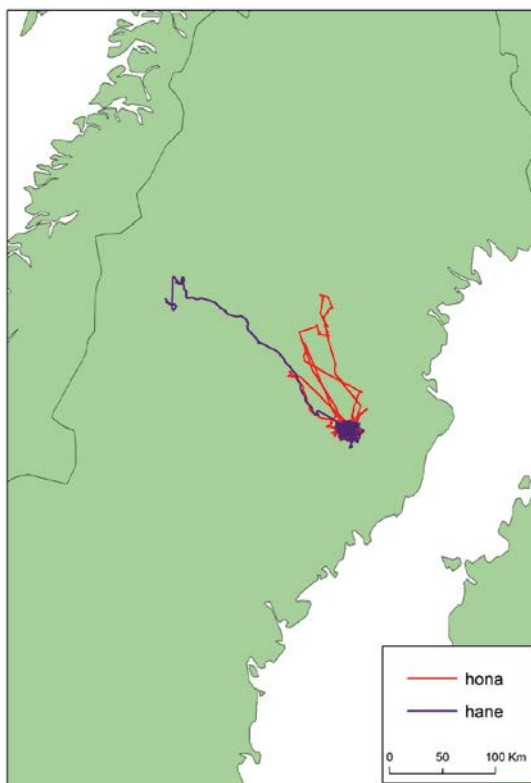


Figur 5.1. Vandringsrörelser under vintern hos ett kungsörnspar (honan #10 och hanen #12 i revir R1) november 2010 – februari 2011. Paret märktes hösten 2010 i Västerbottens län.

I ett annat exempel (Figur 5.3), lämnade hanen och honan sitt hemområde i Västerbotten sedan häckningen misslyckats då boungen dog i juni 2012. Honan lämnade hemområdet i juli, men återvände ofta tillbaka och var som mest 120 km från reviret under sommaren. Hanen lämnade hemområdet i augusti, och flög över 200 km västerut mot fjällen. Hanens sändare har inte skickat några positioner sedan slutet av augusti 2012, så det är okänt när detta skrivs om han har återvänt till hemområdet.



Figur 5.2. Vandringsrörelser under april–september 2012 hos ett kungsörnspar i Västerbottens län (honan #39 och hanen #35 i revir R7) som lämnade reviret tidigt under säsongen utan att häcka.



Figur 5.3. Vandringsrörelser under juni–september 2012 hos ett kungsörnspar i Västerbottens län (honan #08 och hanen #23 i revir R4) som lämnade reviret sedan häckningen misslyckats i juni.

Flyttningsbeteende hos unga kungsörnar

Tidigare satellitpejlingsstudier av årsungar av kungsörnar i Jämtlandsfjällen (Falkdalen & Nygård 2009; Falkdalen *et al.* 2013), och i norska Finnmark (Nygård *et al.* 2009) visade att ungfågglarna flyttade långt söderut under vintern, och även kunde flytta långt hela året. I den nuvarande studien kunde sju årsungar av kungsörn följas under sin första vinter, fem stycken även under följande sommar och tre stycken under ytterligare ett år (dvs. under två år totalt; Tabell 5.1).

Samtliga årsungar av kungsörn som märktes i Västerbottens län och kunde följas sedan de lämnat hemområdet och flyttat söderut i oktober tillbringade vintern i södra och mellersta Sverige. I slutet av mars – början av april flyttade ungfågglarna tillbaka norrut, dock inte till sina hemområden i Västerbotten, utan ofta mycket längre norrut, mot fjällområden i landets nordligaste delar, och i ett fall i norra Finland (två individer visas i Figur 5.4). De tre örnar som kunde följas under sitt andra levnadsår flyttade återigen söderut i oktober, men inte alltid till samma övervintringsområde som första vintern (en individ visas i Figur 5.5). Dessa tre örnar kunde även följas under sin tredje sommar, då de återigen fanns i Lappland.

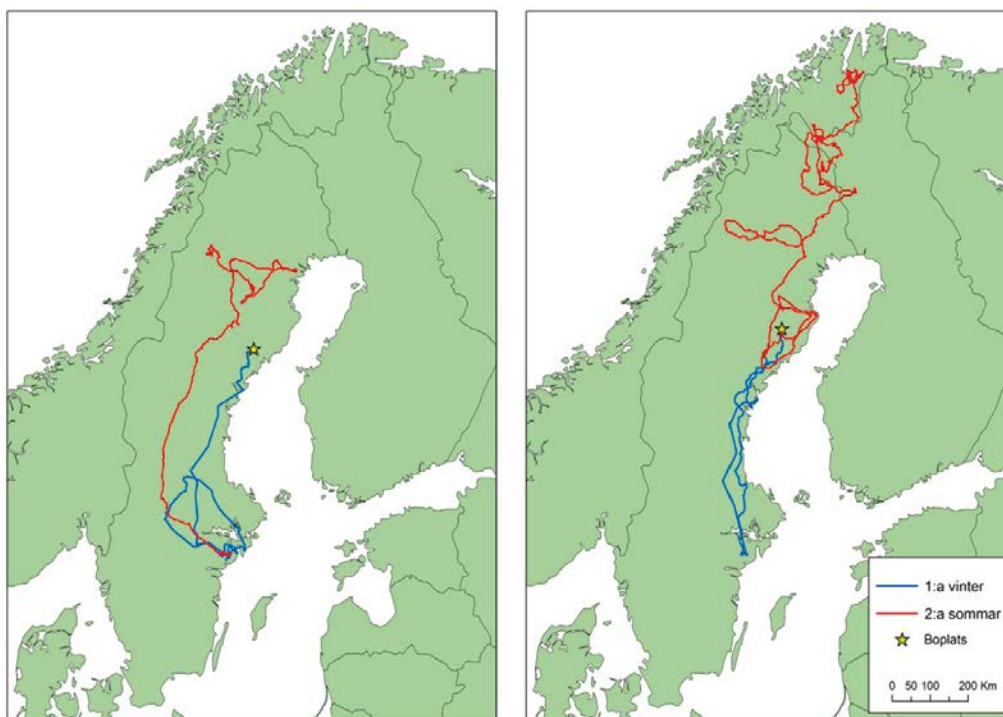
De unga kungsörnarna genomförde en tydlig flyttning söderut inför vintern, men övervintringsområdena verkade skilja sig mellan individer och även för samma individer under olika år. I några fall sammanföll övervintringsområdena med särskilda utfodringsplatser. Ett exempel är en åtel som sköts av Svenska Jägareförbundet vid Öster Malma i Södermanland, välbesökt av både kungsörnar och havsörnar (Niklas Holmqvist, Svenska Jägareförbundet, i brev), där tre av de märkta årsungarna i vår studie tillbringade sin första vinter. Kungsörnsungarna är förmodligen opportunistiska i sitt flyttbeteende, och flyttar ifrån norra Sverige inför vintern och stannar där det finns föda. Likaså visade de unga örnarnas vandring norrut opportunistiska drag, eftersom de inte verkade flytta till ett bestämt område. Det är intressant att ungarna inte flyttade tillbaka till sina hemområden, utan fortsatte norrut till de nordliga fjällområdena. Detta skiljer sig från de satellitpejlade årsungarna av kungsörn i Jämtlandsfjällen, där ungfågglarna återvände till sina hemområden nästa sommar (Falkdalen & Nygård 2009; Falkdalen *et al.* 2013). Renkalvar, framförallt ny- och dödfödda individer, utgör en del av kungsörnens föda under häckningssäsongen (Tjernberg 1981), och det är möjligt att ungfågglarna lockas till de norra fjällområdena under renkalvningstiden (april–juni), just på grund av lättillgängliga ny- och dödfödda renkalvar. Även de vuxna örnar som avbryter häckningen och genomför långa vandringar verkar dras till fjällområdet, och det finns ett behov av att studera detta närmare för att undersöka vad som lockar örnarna till dessa områden under sommaren.

Tabell 5.1. Ungefärliga övervintrings- och översomringsområden för GPS-märkta årsungar av kungsörn. Samtliga fåglar märktes i Västerbottens län under deras första sommar. i.u. = ingen uppgift från sändaren för denna period; x = perioden faller utanför nuvarande studietid (fram till och med hösten 2012).

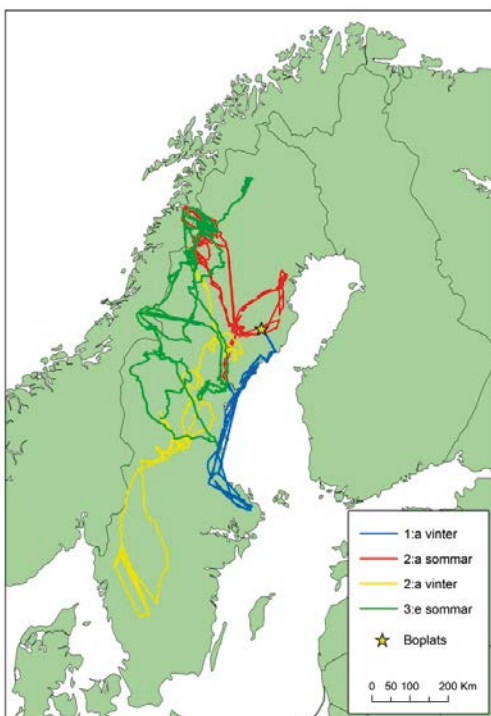
ID	Kön	Märkt år	1:a vinter	2:a sommar	2:a vinter	3:e sommar
#02	okänt	2010	Södermanland	Lappland	Uppland	Lappland
#03	okänt	2010	Södermanland	Lappland	Södermanland	Lappland
#04	hane	2010	Uppland	Lappland	Västergötland	Lappland
#05	hane	2010	Södermanland	Finska lappland	i.u.	i.u.
#14	hane	2011	Södermanland	Västerbotten/ Lappland	x	x
#20	hona	2011	Västmanland	i.u.	x	x
#25	hane	2011	Dalarna	i.u.	x	x

Betydelse av örnarnas flyttning och långväga vandringsrörelser för vindkraftsetablering

Att kungsörnar genomför relativt långa, och när det gäller ungfåglar, regelbundna flyttnings- och vandringsrörelser från sina hemområden betyder att även vindkraftsprojekt utanför kungsörnens kärnområden i norra Sverige kan behöva ta hänsyn till arten. Det är lika angeläget att ta samma hänsyn vid viktiga övervintringsområden och flyttstråk som i häckningsområdena. Kungsörnen kan flyga på höjder som innebär kollisionsrisk under flyttningen (Katzner *et al.* 2012), och det är värt att notera att vindkraftsparken Altamont Pass i Kalifornien, vilken har hög rovfågeldödliggheit, besöks av fåglar främst under flyttning och övervintring (Thelander & Smallwood 2007). Viktiga övervintringsområden för svenska kungsörnar, ofta i närheten av utfodringsplatser eller andra ställen med för örnarna lättillgänglig föda, är välkända bland ornitologer. Däremot kan det finnas platser som under vissa tider på året är viktiga för sträckande kungsörnar, dvs. områden som örnar passerar under sin flyttning söderut under hösten eller norrut under våren. Det är för närvarande inte möjligt att peka ut eventuella ”flyttningskorridorer”, som används av många örnar under flyttningen, eftersom endast ett mindre antal individer har kunnat följas under sin flyttning, och eftersom GPS-enheterna registrerar färre positioner under vinterhalvåret. Det skulle kunna finnas dalgångar, höjdsträckningar eller andra bergsformationer i Norrland eller Svealand där många kungsörnar passerar under flyttning. Det är alltså viktigt att miljökonsekvensbeskrivningar av vindkraftsprojekt i Norrland och Svealand även omfattar örnaktivitetsstudier som görs under de tider på året då örnarna brukar flytta, dvs. oktober–november och mars–april, utöver de studier som görs under häckningstid.



Figur 5.4. Flyttnings- och vandringsrörelser hos två unga kungsörnar (t.v. #03, t.h. #05) från två olika revir under deras första vinter (oktober 2010 – mars 2011) och andra sommar (april–juli 2011). Örnarna märktes i boet, i Västerbottens län.



Figur 5.5. Flyttnings- och vandringsrörelser hos en ung kungsörn (#04) under första vintern (oktober–mars), andra sommaren (april–augusti), andra vintern (oktober–mars) och tredje sommaren (april–juli). Öرنen märktes i boet, i Västerbottens län.

6 Obesvarade frågor och framtida studier

Kungsörnarna som märkts med GPS-sändare i denna studie har när denna rapport skrivs (hösten 2012) kunnat följas i maximalt ett eller två år, vilket innebär att resultaten bör tolkas med viss försiktighet, samtidigt som det då också är önskvärt att studierna kan fortsätta. Det finns en del kvarstående frågor, som troligen får svar efter ytterligare ett eller två år, när örnarna har levererat mer positionsdata, fler av örnarna har genomfört lyckade häckningar och eventuellt ett antal närliggande vindparker har byggts ut och tagits i drift. Med mer positionsdata kommer resultaten som presenteras i denna rapport att kunna säkerställas och belysas ännu bättre. Till exempel kommer det vara möjligt att statistiskt undersöka eventuella skillnader i hemområdesstorlek och biotopval mellan år, kön och olika tidsperioder under året, och förhållanden till variation i vädret och födotillgången. Med fler häckande par skulle det även vara möjligt att statistiskt undersöka eventuella skillnader mellan häckande och icke-häckande par, och ta reda på om och hur hemområdets biotopsammansättning påverkar örnarnas häckningsframgång. Då det gäller resultaten kring t.ex. biotopval vill vi understryka att vi inte misstänker att de är missvisande på något sätt, eftersom de stämmer väl med vad som är generellt känt från andra delar av världen, nämligen att örnarna bl.a. behöver öppna marker för att jaga och således undviker täta, svårjagade igenväxningsbiotoper.

Dödligheten bland de vuxna örnarna har varit förvånansvärt hög (7 st. = 24% jämfört med 2 st. = 14% för ungfågeln). Vi känner emellertid inte till några jämförbara siffror för återfynd av döda örnar utan sändare som skulle kunna bekräfta detta. Återfynd baserade på örnar utan sändare, som sannolikhet inte återfinns lika ofta, underskattar med största säkerhet dödligheten jämfört med de sändarförsedda örnarna som kan hittas igen oftare tack vare de positionssignaler som fås. Eftersom dödsorsaken endast är känd för en av två ungfåglar och för 3 av de 7 vuxna och inte i något fall kunna fastslås bero på sändarna, kan man endast spekulera om sändarna eventuellt bidragit till dödligheten eller om dödligheten av andra orsaker (förföljelse, blyförgiftning, tågpåkörning mm) är högre än vi trott. Trots att det varken går att utesluta eller påvisa negativa effekter av sändarna på örnarnas dödlighet, så bör stor försiktighet ändå iakttas även vid fortsatta sändarstudier, vilket bl.a. innebär att montering av sändare utförs av personal med dokumenterad erfarenhet. Det är även angeläget att i takt med den tekniska utvecklingen gå ner i sändarstorlek, då likvärdiga mindre sändare blir tillgängliga, för att minska eventuella risker för örnarna.

För att bedöma eventuell påverkan på örnarna av sändarna är det troligen enklast, och kanske endast realistiskt möjligt, genom att jämföra häckningsframgången för fåglar med och utan sändare. Andelen häckande kungsörnar i projektet har hittills varit låg, men återspeglar resultatet från området i stort. 2011 gick bara örnarna till häckning i 40% av alla kontrollerade revir i Västerbottens och Västernorrlands län, och i endast 31% producerades flygfärdiga ungar. 2012 var resultaten ännu sämre, med häckning i 26% och flyg-

färdiga ungar i 21% av reviren (data från Per-Olof Nilsson och Thomas Birkö, Kungsörn Sverige). Det vore ändå önskvärt att jämföra häckningsframgången för örnar med respektive utan sändare, vilket dock torde kräva ett större jämförelsematerial av sändarförsedda örnar än vi har idag. Vid en tidigare liknande undersökning av ett mindre antal kungsörnar i USA var resultaten något osäkra, med sämre häckningsframgång för radiomärkta örnar under ett ut av de tre år som undersöktes (Marzluff *et al.* 1997b). I en studie på radiomärkta kungsörnar i Skottland där örnarna fångades på boet (Gregory *et al.* 2003) var häckningsframgången sämre efter märkningstillfället, främst för att boplatsen där örnarna fångades övergavs. Det är dock en viktig skillnad jämfört med vår studie att dessa skotska örnar märktes på boet under häckningssäsongen, vilket i sig sannolikt innebär en potentiellt mycket mer negativ påverkan än att fånga de vuxna örnarna på åtlar sedan ungarna lämnat boet som vi gjorde.

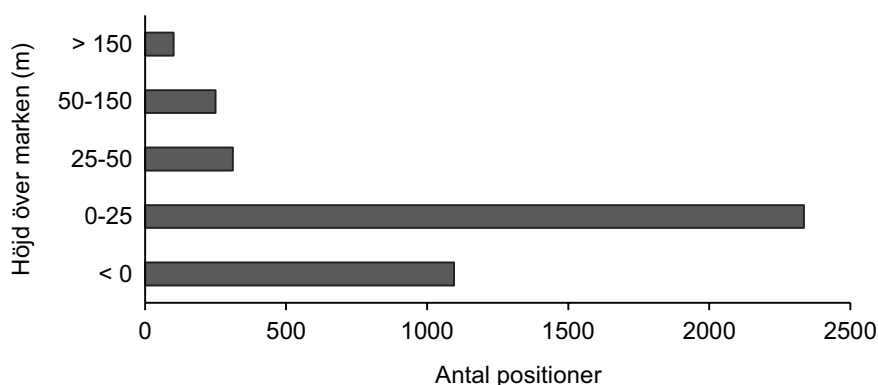
Vindkraftparkers påverkan på kungsörnar i närliggande revir

Den ursprungliga målsättningen med detta projekt var att följa kungsörnar före och efter vindkraftsetablering, och även i oexploaterade referensområden, för att undersöka hur örnarna påverkas av vindkraftsanläggningar. Undersökningarna skulle kunna omfatta eventuella förändringar i örnarnas hemområden, biotopval, rörelsemönster, beteende och reproduktionsframgång. Detta har inte varit möjligt under projektets nuvarande treårsperiod, men kan studeras på längre sikt då ett antal anläggningar hunnit byggas. Hittills har vi kunnat följa en ”kungsörnsfamilj” (det vuxna paret och två årsungar i revir V3) i närheten av en befintlig vindkraftpark: Stor-Rotliden i Åsele kommun (Vattenfall AB 2013), men utan uppgifter om örnarnas beteende innan anläggningen byggdes kan vi inte uttala oss om, och i så fall hur, vindparken har påverkat dessa kungsörnars rörelsemönster. Vindparken vid Blaiken på gränsen mellan Storuman och Sorsele kommuner (BlaikenVind AB 2013) har börjat driftsättas, och det gör det möjligt att redan efter nästa år kunna jämföra örnarnas rörelsemönster i det närliggande reviret V4 före och efter exploatering.

Örnarnas flyghöjd

GPS-sändarna som användes i denna studie tar positioner även i höjddled, vilka kan användas för att beräkna örnarnas flyghöjd. I vindkraftssammanhang är det mycket intressant att veta örnarnas genomsnittliga flyghöjd, för att beräkna kollisionsrisk (t.ex. Band *et al.* 2007; Katzner *et al.* 2012). Riskzonen för kollisioner anses föreligga vid en flyghöjd på 50–150 m för dagens vindkraftverk. I en mindre studie av GPS-höjddata från projektets unga kungsörnar, upptäcktes att precisionen för höjddata var betydligt sämre än den för horisontella positioner; många positioner, särskilt från sändarna från Microwave Telemetry, var felaktiga eftersom de hamnade under marknivån

(Sandgren 2012). Ett oundvikligt problem med GPS är att vertikala positioner alltid är ca 1,5 gånger sämre än horisontella positioner (Kaplan & Hegarty 2006). Dessutom finns det för markhöjd ännu inget kartskikt som har högre upplösning än 50×50 m och som täcker hela studieområdet. (Lantmäteriet 2013b), vilket gör det ännu svårare att noggrant visa örnarnas höjd över marken (vertikala GPS-positioner anger höjd över havet). På grund av denna osäkerhet är det svårt att sortera ut de positioner som visar flyghöjd från de som tas när fågeln sitter. För ungfåglar var den genomsnittliga positionshöjden, efter att positionerna med den allra sämsta noggrannheten tagits bort, ca 25 m över marken, men den genomsnittliga flyghöjden är förmodligen mycket högre än detta (Figur 6.1; Sandgren 2012). Notera att även för de bättre VAS-enheterna, med mindre fel i höjdlid, hamnade en stor del av positionerna under marknivån (Figur 6.1).



Figur 6.1. Antal GPS-positioner för olika höjdivtervall från sex ungfåglar sedan de lämnat boet. Här visas endast positioner från de sändare som gav högst noggrannhet i höjdlid, VAS-enheterna. Notera att figuren inte bara visar flyghöjd utan även positioner från sittande fåglar.

För att lösa problemet med höjdspositionerna, krävs det att data kalibreras på något sätt, för att uppskatta felmarginalen för dessa positioner. Ett möjligt sätt vore att undersöka redan insamlade höjdspositioner för GPS-märkta älgar, som rör sig på marknivå och som är utrustade med sändare av samma typ som användes i denna studie.

Hemområdets storlek och biotopval under vintern

Eftersom GPS-sändarna drivs av solceller, tar de väldigt få positioner under vintern på grund av de korta dagarna, och de längre registreringsintervallen (Tabell 2.2). Det betyder att informationen om vad örnarna gör under vintern är mycket knapphändig (eller saknas) jämfört med informationen om vad de gör under resten av året. För ett antal örnar har vi kunnat studera flyttnings- och vandringsrörelser (se avsnitt 5), men positionerna är för få för att kunna genomföra några djupgående undersökningar av örnarnas eventuella hemområden och biotopval under vintern. Eventuellt bör fortsatta studier därför även använda sig av (helt) batteridrivna sändare vintertid, för att samla in mer positionsdata då.

Tack

Projektet finansierades av Vindval (ett kunskapsprogram finansierat av Energimyndigheten och administrerat av Naturvårdsverket), Vattenfall R&D AB och Statkraft Sverige AB. Vi tackar finansiärsgruppen och våra kontakter där för stöd och givande diskussioner genom hela projektet, särskilt Lars Alfrost (Energimyndigheten), Kerstin Jansbo (Naturvårdsverket), Jesper Kyed Larsen (Vattenfall) och Malin Hillström (Statkraft). Även Torgeir Nygård tackas för att ha gett värdefulla råd om GPS-sändare och instruerat i hur de monteras på örnar.

Projektet har varit helt beroende av ett väl fungerande samarbete med Kungsörn Sverige, där framförallt Per-Olof Nilsson och Thomas Birkö har varit till ovärderlig hjälp. Även Stefan Delin, Andro Stenman, Ove Källström, Johan Ekenstedt och Bjarne Modig tackas för värdefulla insatser i fält.

Tack vare samarbete med Bloom Biological Inc., Kalifornien kunde vi fånga vuxna kungsörnar för första gången i Sverige. Peter Bloom, Jeff Kidd, Scott Thomas, Cheryl Thomas och Robert Spaul tackas för detta. Även Åke Nordström och Jonas Gustafsson tackas för fångstinsatser i fält.

Litteratur

- Ahlgren, C-G. (red.) 2011. Kungsörnen i Sverige 2011. Kungsörnen 2011, s. 10–21.
- Bahat, O. 1992. Post-fledging movements of golden eagles *Aquila chrysaetos* in the Negev Desert, Israel, as determined by radio-telemetry. s. 612–621 i I.G. Priede & S.M. Swift (red.) Wildlife telemetry. Ellis Horwood, Chichester, England.
- Band, W., Madders, M. & Whitfield, D.P. 2007. Developing field and analytical methods to assess avian collision risk at wind farms. s. 259–275 i M. de lucas, G.F.E. Janss & M. Ferrer (red.) Birds and wind farms – Risk assessment and mitigation. Quercus, Madrid.
- Barrios, L. & Rodríguez, A. 2004. Behavioural and environmental correlates of soaring-bird mortality at on-shore wind turbines. *Journal of Applied Ecology* 41: 72–81.
- Barrios, L. & Rodríguez, A. 2007. Spatiotemporal patterns of bird mortality at two wind farms of southern Spain. s. 229–239 i M. de lucas, G.F.E. Janss & M. Ferrer (red.) Birds and wind farms – Risk assessment and mitigation. Quercus, Madrid.
- Bevanger, K., Berntsen, F., Clausen, S., Dahl, E.L., Flagstad, Ø., Follestad, A., Halley, D., Hanssen, F., Johnsen, L., Kvaløy, P., Lund-Hoel, P., May, R., Nygård, T., Pedersen, H.C., Reitan, O., Røskaft, E., Steinheim, Y., Stokke, B. & Vang, R. 2010. Pre- and post-construction studies of conflicts between birds and wind turbines in coastal Norway (BirdWind). Report on findings 2007–2010. NINA Report 620, Trondheim.
- BlaikenVind AB 2013. Projektinformation.
<http://www.blaikenvind.se/projektdokumentation/>
- Bloom, P.H., Clark, W.S. & Kidd, J.W. 2007. Capture techniques. s. 193–219 i D.M. Bird & K.L. Bildstein (red.) Raptor research and management techniques. Hancock House, Blaine, WA, USA.
- Bosch, R., Real, J., Tintó, A., Zozaya, E.L. & Castell, C. 2010. Home-ranges and patterns of spatial use in territorial Bonelli's eagles *Aquila fasciata*. *Ibis* 152: 105–117.
- Collopy, M.W. & Edwards, T.C. 1989. Territory size, activity budget, and role of undulating flight in nesting golden eagles. *Journal of Field Ornithology* 60: 43–51.
- Cramp, S. (red.) 1980. The birds of the Western Palearctic, Vol. 2. Oxford University Press, Oxford, England.

- Dahl, F. 2005. Distinct seasonal habitat selection by annually sedentary mountain hares (*Lepus timidus*) in the boreal forest of Sweden. *European Journal of Wildlife Research* 51: 163–169.
- Drewitt, A.L. & Langston, R.H.W. 2006. Assessing the impacts of wind farms on birds. *Ibis* 148: 29–42.
- Ekenstedt, J. & Schneider, M. (red.) 2008. The golden eagle (*Aquila chrysaetos*) in the North Calotte area 1990–2007. Report No. 55, The North Calotte Council, Länsstyrelsens tryckeri, Umeå.
- Energimyndigheten 2012. Vindkraftsstatistik 2011. Rapport ES 2012:02, Energimyndigheten, Eskilstuna.
- European Commission 2013. The Birds Directive.
<http://ec.europa.eu/environment/nature/legislation/birdsdirective/>
- Falkdalen, U. & Nygård, T. 2009. Rörelser hos satellitmärkta kungsörnar från Jämtlandsfjällen. s. 15–18 i K.-O. Jacobsen (red.) Nordisk kongeørnsymposium, Tromsø, 25–28 september 2008. NINA rapport 442, Trondheim.
- Falkdalen, U., Falkdalen Lindahl, L. & Nygård, T. 2013. Fågelundersökningar vid Storruns vindkraftanläggning, Jämtland. Rapport 6574, Naturvårdsverket, Stockholm.
- Fridolfsson, A.-K. & Ellegren, H. 1999. A simple and universal method for molecular sexing of non-ratite birds. *Journal of Avian Biology* 30: 116–121.
- Gregory, M.J.P, Gordon, A.G. & Moss, R. 2003. Impact of nest-trapping and radio-tagging on breeding golden eagles *Aquila chrysaetos* in Argyll, Scotland. *Ibis* 146: 113–119.
- Gärdenfors, U. (red.) 2010. Rödlistade arter i Sverige 2010. ArtDatabanken, SLU, Uppsala.
- Helldin, J.-O., Jung, J, Neumann, W., Olsson, M., Skarin, A. & Widemo, F. 2012. Vindkraftens effekter på landlevande däggdjur – en syntesrapport. Rapport 6499, Naturvårdsverket, Stockholm.
- Hjernquist, M. 2011. Åtgärdsprogram för kungsörn, 2011–2015. Rapport 6430, Naturvårdsverket, Stockholm.
- Jackman, R.E., Hunt, W.G., Driscoll, D.E. & Lapsansky, F.J. 1994. Refinements to selective trapping techniques: A radio-controlled bow net and power snare for bald and golden eagles. *Journal of Raptor Research* 28: 268–273.
- Johnson, G.D., Strickland, M.D., Erickson, W.P. & Young Jr., D.P. 2007. Use of data to develop mitigation measures for wind power development impacts to birds. s. 241–257 i M. de lucas, G.F.E. Janss & M. Ferrer (red.) *Birds and wind farms – Risk assessment and mitigation*. Quercus, Madrid.

- Kaplan, E.D. & Hegarty, C.J. (red.) 2006. Understanding GPS: principles and applications (second edition). Artech House, Inc., Norwood, MA, USA.
- Katzner, T.E., Brandes, D., Miller, T., Lanzone, M., Maisonneuve, C., Tremblay, J.A., Mulvihill, R. & Merovich Jr, G.T. 2012. Topography drives migratory flight altitude of golden eagles: implications for on-shore wind energy development. *Journal of Applied Ecology* 49: 1178–1186.
- Langston, R.H.W. & Pullan, J.D. 2004. Effects of wind farms on birds. Council of Europe Publishing, Strasbourg.
- Lantmäteriet. 2013a. GSD-Marktäckedata – presentation.
http://www.lantmateriet.se/templates/LMV_Page.aspx?id=17748
- Lantmäteriet. 2013b. GSD-Höjddata, grid 50+ – presentation.
http://www.lantmateriet.se/templates/LMV_Page.aspx?id=18063
- Marzluff, J.M., Knick, S.T., Vekasy, M.S., Schueck, L.S. & Zarriello, T.J. 1997a. Spatial use and habitat selection of golden eagles in southwestern Idaho. *Auk* 114: 673–687.
- Marzluff, J.M., Vekasy, M.S., Kochert, M.N. & Steenhof, K. 1997b. Productivity of golden eagles wearing backpack radiotransmitters. *Journal of Raptor Research* 31: 223–227.
- McGrady, M.J. 1997. Golden eagle. *BWP Update* 1: 99–114.
- McGrady, M.J., McLeod, D.R.A., Petty, S.J., Grant, J.R. & Bainbridge, I.P. 1997. Golden eagles and forestry. Research Information Note 292, Forestry Commission, Farnham, Surrey, England.
- Microwave Telemetry Inc. 2013. Solar Argos/GPS PTT-100s.
<http://www.microwavetelemetry.com/bird/solarArgosGPS.cfm>
- Mohr, C.O. 1947. Table of equivalent populations of North American small mammals. *American Midland Naturalist* 37: 223–249.
- Moss, E.H.R., Hipkiss, T., Oskarsson, I., Häger, A., Eriksson, T., Nilsson, L.-E., Halling, S., Nilsson, P.-O. & Hörnfeldt, B. 2012. Long-term study of reproductive performance in golden eagles in relation to food supply in boreal Sweden. *Journal of Raptor Research* 46: 248–257.
- Nygård, T., Jacobsen, K.-O., Johnsen, T.V. & Systad, G.H. 2009. Vandringar hos unge satellitmerkete kongeørner fra Finnmark. s. 42–44 i K.-O. Jacobsen (red.) Nordisk kongeørnsymposium, Tromsø, 25–28 september 2008. NINA rapport 442, Trondheim.
- O’Toole, L., Kennedy, P.L., Knight, R.L. & McEwen, L.C. 1999. Postfledging behavior of golden eagles. *Wilson Bulletin* 111: 472–477.

- Rydell, J., Engström, H., Hedenström, A., Larsen, J.K., Pettersson, J. & Green, M. 2011. Vindkraftens effekter på fåglar och fladdermöss – en syntesrapport. Rapport 6467, Naturvårdsverket, Stockholm.
- Sandgren, C. 2012. Habitat use and ranging behaviour of GPS tracked juvenile golden eagles (*Aquila chrysaetos*). Examensarbete i ämnet biologi nr. 2012:6, Institutionen för vilt, fisk och miljö, SLU, Umeå.
- SLU. 2013. SLU Skogskarta. <http://skogskarta.slu.se/>
- Soutullo, A., Urios, V., Ferrer, M. & López-López, P. 2008. Habitat use by juvenile golden eagles *Aquila chrysaetos* in Spain. *Bird Study* 55: 236–240.
- Sveriges Ornitologiska Förening. 2009. Sveriges Ornitologiska Förenings policy om vindkraft. <http://www.sofnet.org/sveriges-ornitologiska-forening/fagelskydd/vindkraft/sofs-vindkraftspolicy/> (senast uppdaterad september 2009).
- Thelander, C.G. & Smallwood, K.S. 2007. The Altamont Pass Wind Resource Area's effects on birds: a case history. s. 25–46 i M. de Lucas, G.F.E. Jans & M. Ferrer (red.) *Birds and wind farms – risk assessment and mitigation*. Quercus, Madrid.
- Tjernberg, M. 1981. Diet of the golden eagle *Aquila chrysaetos* during the breeding season in Sweden. *Holarctic Ecology* 4: 12–19.
- Tjernberg, M. 1983. Habitat and nest site features of golden eagle *Aquila chrysaetos* (L.), in Sweden. *Viltrevy* 12: 131–163.
- Tjernberg, M. 2010. Artfaktablad: *Aquila chrysaetos* – Kungsörn. ArtDatabanken, SLU, Uppsala. http://www.artfakta.se/Artfaktablad/Aquila_Chrysaetos_100011.pdf (senast uppdaterad av ArtDatabanken 2012-09-17).
- Vattenfall AB 2013. Stor-Rotliden vindkraftspark. <http://www.vattenfall.se/sv/stor-rotliden-vindkraftspark.htm>
- Vectronic Aerospace GmbH 2013. Activity sensor. <http://www.vectronic-aerospace.com/wildlife.php?p=ActivitySensor>
- Walker, D., McGrady, M., McCluskie, A., Madders, M. & McLeod, D.R.A. 2005. Resident golden eagle ranging behaviour before and after construction of a windfarm in Argyll. *Scottish Birds* 25: 24–40.
- Watson, J. 2010. *The golden eagle* (second edition). T&AD Poyser, London.
- WRAM. 2013. Wireless Remote Animal Monitoring (WRAM). <http://www.slu.se/WRAM/>
- Östlund, L., Zackrisson, O. & Axelsson, A.L. 1997. The history and transformation of a Scandinavian boreal forest landscape since the 19th century. *Canadian Journal of Forest Research* 27: 1198–1206.

Bilaga 1

Samtliga kungsörnar i projektet. ¹R = referensrevir, V = vindkraftrevir; ²VAS = Vectronic Aerospace, MTI = Microwave Telemetry. ³GPS-positioner fram till och med 2012-09-30. Döda örnar undersöktes av Statens veterinärmedicinska anstalt (SVA).

Örn-ID	Ålder	Kön	Märk. datum	Revir ¹	Sändare ²	Antal positioner ³	Kommentarer
#01	unge	okänd	2010-07-07	R1	VAS	1 826	Hittades död (dödsorsak okänd); sista position 2010-08-28
#02	unge	okänd	2010-07-07	R2	VAS	5 342	
#03	unge	okänd	2010-07-07	R3	VAS	7 934	
#04	unge	hane	2010-07-14	R4	VAS	9 073	
#05	unge	hane	2010-07-14	R5	VAS	4 993	
#06	vuxen	hona	2010-10-08	R6	VAS	4 224	
#07	vuxen	hona	2010-10-08	V1	VAS	187	
#08	vuxen	hona	2010-10-13	R4	MTI	5 037	
#09	vuxen	hona	2010-10-19	R2	VAS	4 153	
#10	vuxen	hona	2010-10-19	R1	VAS	5 137	
#11	vuxen	hane	2010-10-22	V2	MTI	99	Hittades död (dödsorsak okänd); sista position 2011-03-08
#12	vuxen	hane	2010-11-05	R1	MTI	5 548	
#13	vuxen	hane	2010-11-06	R5	VAS	23	Hittades död (påkörd av tåg); sista position 2011-02-22
#14	unge	hane	2011-06-28	V3	MTI	2 021	
#15	unge	hane	2011-06-28	V3	MTI	941	
#16	unge	hona	2011-07-06	V4	VAS	843	Hittades död (trolig förföljelse); sista position 2012-03-22
#17	unge	okänd	2011-07-06	R3	MTI	789	Sändaren lossnat; hittades 2011-09-20
#18	unge	hane	2011-07-06	R3	MTI	90	
#19	unge	hona	2011-07-11	R4	MTI	414	
#20	unge	hona	2011-07-11	V5	VAS	366	Sändaren lossnat; hittades 2012-02-23

Örn-ID	Ålder	Kön	Märk. datum	Revir ¹	Sändare ²	Antal positioner ³	Kommentarer
#21	unge	hona	2011-07-11	R6	MTI	627	
#22	vuxen	hane	2011-09-23	V5	VAS	3 989	Hittades död (dödsorsak okänd); sista position 2012-08-31
#23	vuxen	hane	2011-09-23	R4	VAS	3 622	
#24	vuxen	hona	2011-09-20	V4	VAS	187	Hittades död (dödsorsak blyförgiftning); sista position 2012-05-08
#25	unge	hane	2011-09-29	V4	VAS	1 836	
#26	vuxen	hane	2011-09-30	V4	VAS	2 361	
#27	vuxen	hona	2011-10-02	R3	VAS	922	
#28	vuxen	hane	2011-10-02	V6	VAS	3 980	
#29	vuxen	hona	2011-10-04	V3	VAS	1 752	
#30	vuxen	hane	2011-10-04	V3	VAS	3 223	
#31	vuxen	hane	2011-10-04	R3	VAS	3 791	
#32	vuxen	hona	2011-10-07	V6	VAS	1 313	
#33	vuxen	hane	2011-10-08	V7	MTI	78	
#34	vuxen	hona	2011-10-09	V7	VAS	268	Hittades död (trolig förföljelse); sista position 2012-05-27
#35	vuxen	hane	2011-10-14	R7	VAS	3 456	
#36	vuxen	hane	2011-10-10	R8	VAS	214	
#37	vuxen	hona	2011-10-12	R8	VAS	142	Hittades död (dödsorsak okänd*); sista position 2011-10-28
#38	vuxen	hane	2011-10-14	R6	MTI	3 756	
#39	vuxen	hona	2011-10-14	R7	VAS	1 385	
#40	vuxen	hane	2011-10-17	R8	VAS	87	
#41	vuxen	hona	2011-10-20	V8	VAS	27	
#42	vuxen	hona	2011-10-20	R9	VAS	107	Hittades död (dödsorsak okänd*); sista position 2011-11-06
#43	vuxen	hane	2011-10-31	V8	VAS	2 412	

* i dessa två fall kan örnen ha skadats av sändaren eller selen, men detta eller dödsorsaken har inte kunnat fastslås av SVA.

Betydelsen av kungsörnars hemområden, biotopval och rörelser för vindkraftsetablering

TIM HIPKISS, FRAUKE ECKE, HOLGER DETTKI, EDWARD MOSS,
CAROLIN SANDGREN & BIRGER HÖRNFELDT

RAPPORT 6589

NATURVÅRDSVERKET
ISBN 978-91-620-6589-8
ISSN 0282-7298

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

Det finns ett stort behov av att ta fram vetenskapligt baserad fakta för att underbygga miljökonsekvensbeskrivningar och tillståndsprövningar i samband med vindkraftsetableringar samt för att underlätta planeringen av vindparker i kungsörnsområden.

Under 2010 och 2011 märktes därför 43 vuxna och unga kungsörnar med GPS-sändare i norra Sverige för att ta fram kunskap om artens hemområden, biotopval och rörelser. Rapporten visar hur de märkta örnarna rörde sig i hemområdet under i huvudsak en säsong.

Kunskapsprogrammet Vindval samlar in, bygger upp och sprider 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 kunskaps-sammanställningar, synteser kring effekter och upplevelser av vindkraft. Vindval styrs av en programkommitté med representanter från Boverket, Energimyndigheten, länsstyrelserna, Naturvårdsverket, Riksantikvarieämbetet och vindkraftbranschen.



Energimyndigheten



Statkraft

VATTENFALL

