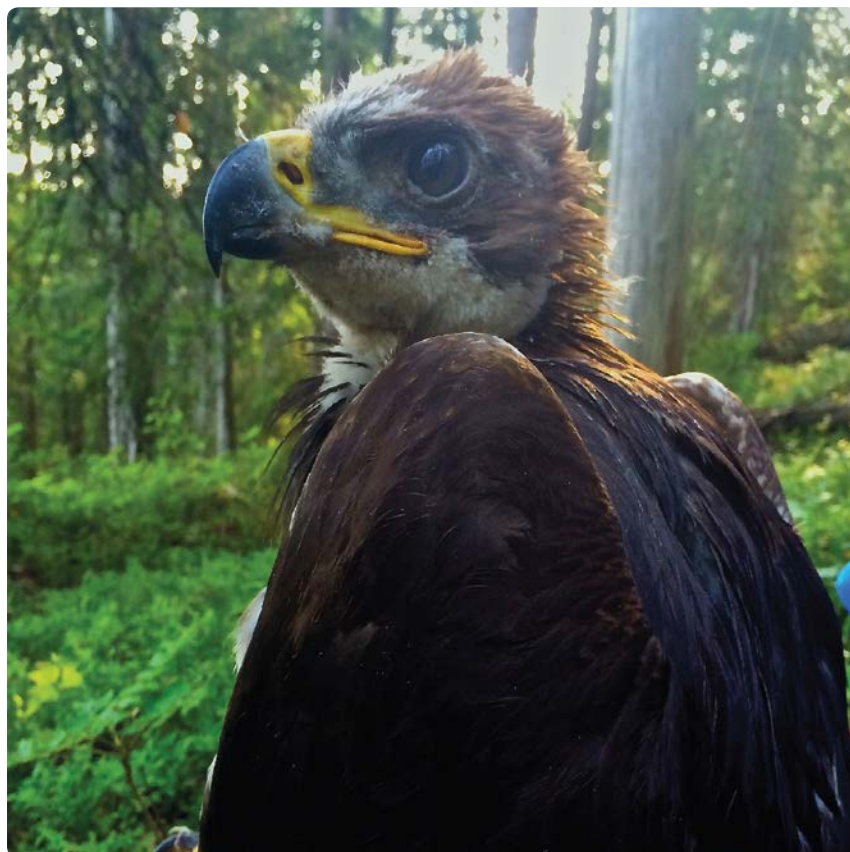


Betydelsen av kungsörnars hemområden, biotopval och rörelser för vindkraftsetablering

Del 2

NAVINDER J SINGH, TIM HIPKISS,
FRAUKE ECKE, BIRGER HÖRNFELDT

RAPPORT 6734 • JANUARI 2017



Betydelsen av kungsörnars hemområden, biotopval och rörelser för vindkraftsetablering Del 2

Navinder J Singh, SLU Umeå,
Tim Hipkiss, SLU Umeå och Enviroplanning AB,
Frauke Ecke, SLU Umeå samt SLU Uppsala,
Birger Hörnfeldt, SLU Umeå

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 978-91-620-6734-2

ISSN 0282-7298

© Naturvårdsverket 2017

Tryck: Arkitektkopia AB, Bromma 2017

Omslagsfoto: Navinder Singh



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 Navinder J Singh, Institutionen för vilt, fisk och miljö, Sveriges lantbruksuniversitet (SLU) Umeå, Tim Hipkiss, Institutionen för vilt, fisk och miljö vid SLU Umeå samt Enviroplanning AB, Göteborg, Frauke Ecke, Institutionen för vilt, fisk och miljö, SLU Umeå och Institutionen för vatten och miljö vid SLU Uppsala, samt Birger Hörnfeldt, Institutionen för vilt, fisk och miljö vid SLU Umeå.

Författarna svarar för eventuella slutsatser och rekommendationer.

Vindval i januari 2017

VINDVAL

RAPPORT 6734 – Betydelsen av kungsörnars hemområden,
biotopval och rörelser för vindkraftsetablering – del 2

Innehåll

FÖRORD	3
SAMMANFATTNING	7
SUMMARY	8
1. PROJEKTBAKGRUND	9
2. INLEDNING	10
3. MATERIAL OCH METODER	12
3.1 Hög forskningsetik	12
3.2 GPS-sändare	14
3.3 Örnfångst	15
3.4 Sändarmärkningar 2014	16
3.5 Sändarmärkningar 2015	17
4. BIOTOPVAL	18
5. ÖRNARNAS FLYGAKTIVITET OCH FLYGHÖJD	20
5.1 Allmänt om flyghöjd och relativa skillnader mellan biotoper	20
5.2 Relativa årstidsvariationer i flyghöjd	21
5.3 Relativ flyghöjd för flyttande jämfört med stationära örnar	22
5.4 Flygaktivitet och relativ flyghöjd inom och utanför vindparken Stor-Rotliden	22
5.5 Flyghöjder intill den planerade vindparken Bräntet	24
5.6 Flygaktivitet i förhållande till vindstyrka	25
5.7 Kommentar till analyserna av positions- och flyghöjder	27
6. HEMOMRÅDEN OCH FLYTTNINGSRÖRELSE FÖR VUXNA ÖRNAR	28
7. HÖGUPPLÖSTA RÖRELSEMÖNSTER	31
8. ANALYS AV VINDKRAFTSBOLAGENS PLATSVÄL FÖR BYGGDA OCH PROJEKTERADE VINDKRAFTPARKER	33
9. FLYTTNINGSRÖRELSE FÖR UNGA OCH GAMLA FÅGLAR	37
10. PÅGÅENDE OCH FRAMTIDA STUDIER	39
10.1 Fortsatta sändarstudier av kungsörnar vid vindparker och i kontrollområden	40
10.2 Metaanalys av dödsorsaker och livslängd bland kungsörnar med respektive utan sändare	40
10.3 Övriga studier med beröringspunkter med Vindvals kungsörnsprojekt	41

11.	FÖRSLAG TILL REKOMMENDATIONER	43
12.	PROJEKTETS WEBBPLATS	45
13.	PROJEKTETS VETENSKAPLIGA RAPPORTER	46
13.1	Rapporter, publicerade och i tryck	46
13.2	Doktorsavhandling	46
13.3	Examensarbeten	46
13.4	Projektets vetenskapliga manuskript (insända eller under revision för tidskrifter)	47
TACK		48
KÄLLFÖRTECKNING		49
BILAGA 1		53
BILAGA 2		54
BILAGA 3		57

Sammanfattning

Biotopval, flyghöjd och rörelsemönster (inklusive flyttning) studerades 2011–15 för kungsörnar som märkts med GPS-sändare i norra Sverige i denna uppföljning till en tidigare rapport (Rapport 6589, 2013) från Naturvårdsverket/Vindval. Analyserna av biotopval bekräftade tidigare resultat, att kalhyggen och skog med slutet kronskikt föredrogs av örnarna medan, till exempel, ungskog, myr- och våtmarker undveks. Örnarnas genomsnittliga positions- och flyghöjd var lägre över biotoper som föredrogs. Detaljstudier i och i närheten av en vindpark visade att örnarna flög högre i närheten av vindkraftverken än utanför parken. Vi har tidigare visat att örnar som häckar i norra Sverige ibland gör långa flyttningsrörelser både söder- och norrut; här visar vi hur de passerade många befintliga och projekterade vindparker, och därmed även utsätts för potentiella kollisionsrisker, under sin flyttning. De nya data med hög tidsupplösning som vi nyligen fått tack vare CTT-sändarna visar på vilka fantastiska möjligheter som öppnar sig att göra mycket detaljerade studier av örnarnas rörelser inom och utanför vindparker. Dessa nya data visar bl a att fåglarna landar inom vindparken, vilket inte var praktiskt möjligt att observera innan, då de tidigare sändarna gav alldeles för grov tidsupplösning och för få GPS-positioner. Fortsättningsvis kan dessa data nu analyseras i förhållande till högfrekventa väderdata som samlas in inom vindparkerna, för att studera örnarnas respons på de lokala vind- och övriga väderförhållandena. En analys av biotopparametrar vid befintliga och projekterade vindparker jämfört med på slumpmässiga platser inom 25 km avstånd, visade att vindparkslägena främst kännetecknades av högre vindhastighet och altitud. De låg även närmare hyggen än de slumpmässiga platserna, vilket visar på behovet av att ta hänsyn till det vid planering och lokalisering av framtida vindparker, då lokaliseringen tydligt indikerar en konflikt med örnarnas biotopval. Slutligen lämnar vi förslag på ett antal hänsynsoverväganden vid planering och lokalisering av framtida vindparker.

Summary

Habitat selection, flight height and movement patterns (including migration) were studied during 2011–15 for golden eagles in northern Sweden that had been marked with GPS transmitters. Habitat selection analyses confirmed earlier results that eagles preferred clear-cuts and closed-canopy forest while, for example, young forest, mires and wetlands were avoided. Mean position and flight height were lower over preferred habitats. Detailed studies within and close to a wind farm revealed that eagles flew higher when they were close to wind turbines than when they were outside the wind farm. In earlier studies we showed that eagles breeding in northern Sweden could undergo long-distance movements, both northerly and southerly; here we show how they pass several existing and planned wind farms, and are thereby exposed to a potential collision risk during their migration. Recently acquired high-resolution data from the latest transmitters demonstrates the unprecedented opportunities to conduct in depth studies on the eagle movements within and outside wind farms. The new data show birds landing within the wind farm, which in practise was not possible to infer from coarse resolution data, as far too few positions were obtained. This data can now be related to high frequency weather data collected at the wind farm sites to investigate eagle responses to fine scale wind conditions and weather. A retrospective analysis of the habitat correlates of existing and proposed wind farms when compared with random sites within 25 km, revealed that the existing and proposed wind farms can be primarily characterized by relatively higher wind speeds and elevation. These sites were also closer to clear cuts than the random sites indicating the need to consider this aspect while planning and siting wind farms, especially in light of preferred habitat by eagles. In conclusion, we provide multiple recommendations for considerations for planning and siting wind farms.

1. Projektbakgrund

Under 2010 och 2011 märktes totalt 29 vuxna och 14 unga kungsörnar med GPS-sändare i norra Sverige för att ta fram kunskap om artens hemområden, biotopval och rörelser och hur det kan påverka vindkraftsetablering. Projektet finansierades av kunskapsprogrammet Vindval, Vattenfall R&D AB och Statkraft Sverige AB och resultaten presenterades i en rapport från Naturvårdsverket (Rapport 6589; Hipkiss et al. 2013). 2013, 2014 och 2015 beviljade Energimyndigheten fortsatt finansiellt stöd till projektet där målsättningen var att:

- publicera resultaten från Vindvalsrapporten i vetenskapliga tidskrifter
- fortsätta ta hand om, bearbeta och analysera de nya positionsdata som örnarna har fortsatt att leverera
- märka nya örnpar med hemområden i vindparker närhet, samt att byta ut äldre icke-fungerade sändare mot nya, effektivare och lättare sändare.

2. Inledning

I Sverige, liksom i övriga världen, fortsätter en kraftig utbyggnad av vindkraft för att möta framtidens energibehov och krav på att minska koldioxidutsläppen. 2014 fanns det 2961 vindkraftverk i Sverige med en installerad kapacitet på 5100 MW (Energimyndigheten 2015). Planering och projektering av vindkraftparker, inte minst i norra Sverige, fortsätter, varför konflikten mellan örnar och vindkraft fortfarande är aktuell.

Fågelkollisioner med vindkraftverk är ett globalt problem och det pågår många internationella forskningsstudier för att försöka förstå mekanismerna bakom detta (Kunz et al. 2007, Rydell et al. 2011, Zimmerling et al. 2013). Mängden studier har ökat kraftigt under de senaste tio åren (Marques et al. 2014, Schuster et al. 2015). Dessa studier utvecklar metoder som förutspår miljöpåverkan från nya anläggningar, gör bättre bedömningar av risker och innebär nya sätt att minska miljöpåverkan. Många författare påpekar dock, att det kan vara svårt att dra generella slutsatser från studier som görs vid en specifik vindpark, främst på grund av skillnader i biotoper och omgivande landskap (Madders & Whitfield 2006). I Sverige lever kungsörnar främst i skogsmiljöer och är trädhäckande (Tjernberg 1983). De skiljer sig därmed från kungsörnar i många andra delar världen, där de istället främst lever i öppna miljöer, ofta i bergsområden och häckar i klippbranter (Watson 2010).

Påverkan av vindkraftverk på fåglar sker i form av direkt dödlighet (kollisioner), störningar, undanträngning (från t.ex. hemområden) och barriäreffekter (Madders and Whitfield 2006, Smallwood and Thelander 2008, Marques et al. 2014). En stor studie på bland annat havsörn har gjorts vid ön Smøla i Møre og Romsdal, Norge (se t.ex. Bevanger et al. 2010; May et al. 2013). Undanträngning på grund av vindparker föreslås undersökas med hjälp av s.k. före-efter-/BACI-studier (*Before-After-Control-Impact*) eller jämförelsestudier mellan en driftsatt vindpark och ett referensområde utan vindpark (Anderson et al. 1999, Madders and Whitfield 2006, Cryan et al. 2014). Ett problem i sådana studier är att det ofta även sker biotopförändringar utöver att själva parken byggs, vilket gör det svårt att urskilja påverkan från vindkraftverken i sig. Fåglar kan börja använda suboptimala biotoper, på grund av t.ex. biotopförluster eller födobrist i vindkraftsområden (Johnson et al. 2000, Farfan et al. 2009).

Kollisionsrisk är en viktig aspekt som studerats flitigt. Smallwood & Thelander (2004) påpekar dock att det krävs flera års studier för att kunna dra säkra slutsatser i dessa sammanhang. Fjärrövervakningsmetoder, t.ex. radar har föreslagits för att övervaka fågelkollisioner, men sådana tekniska lösningar är dyra och kräver stora anläggningar som täcker ett representativt studieområde alternativt flera olika studieområden. Smallwood & Thelander (2004) påpekar att många studier anger kollisionssiffror, till exempel antal döda fåglar per vindkraftverk eller per installerad MW, men utan att visa om detta har någon betydelse för fågelbeståndet eller för kollisionsrisken

per fågel. Låg kollision dödlighet kan bero på att en vindpark har en lämplig placering (t ex Johnson et al. 2000). Kollisionsriskmodeller, som t ex “Bandmodellen”, är mycket känsliga för att korrekt ha beräknat antalet fåglar som undviker kollisioner, vilket är mycket svårt att göra i verkligheten och siffrorna skiljer sig ofta mellan studieområden (Madders & Whitfield 2006, Whitfield 2009).

Prediktiva modeller är ett annat sätt att identifiera riskområden, och kan nyttjas för lokalisering av vindparker. McLeod et al. (2002) skapade en topografibaserad prediktiv modell för kungsörn, för att kunna peka ut potentiella konfliktområden mellan vindkraft och kungsörn, och jämföra örnarnas hemområden med och utan vindparker. Sådana studiemetoder verkar lovande men kräver bra bakgrundsdata och kunskap om fåglarnas beteende, biotopval och andra ekologiska krav. Dessutom är dessa modeller ofta statiska, medan landskap och djur vanligen är dynamiska.

3. Material och metoder

3.1 Hög forskningsetik

I modern ekologisk forskning krävs hög forskningsetik. Innan ett forskningsprojekt om djur får starta måste de ha genomgått, och godkänts av, en djurförsöksetisk granskning. Vindvals kungsörnsprojekt har genomgått och godkänts vid flera sådana granskningar av Umeå djurförsöksetiska nämnd; för fångst och sändarmärkning av ungfåglar/juveniler (Dnr A57-10, A40-14; tom 2019-05-22) och vuxna/adulta (A58-10, A42-14; tom 2019-05-22), och för genetiska studier och för kontroll av miljögiftsbelastning av bly och organiska miljögifter genom i första hand blodprovtagning (undantagsvis via dun eller fjädrar) (A57-10A, A33-13, A41-14; tom 2019-05-22). Dessutom har tillstånd för fångst av kungsörnarna beviljats av Naturvårdsverket; Dnr 412-2994-10, NV-04092-14; 27/6 2014 tom 31/12 2018.

De första örnarna som sändarmärktes 2010–11 försågs med MTI- eller Vectronicssändare (VAS) med successivt ökande dominans av de senare. Övergången berodde dels på att VAS-sändarna gav mycket fler positioner (framför allt i flykt), dels på att de bara kostade en bråkdel i drift jämfört med MTI-sändarna. Så småningom visade det sig även att MTI-sändarna gav avsevärt mindre pålitliga och ofta orimliga höjdpositioner, med en anmärkningsvärt stor del under markytan; för fler detaljer om sändarna se nedan.

Inför sändarmärkningen skickade vi personal som var inblandad i sändarmärkningen av ungfåglar 2010–11 för utbildning hos FD Torgeir Nygård i Norge. Vid sändarmärkningen av vuxna örnar 2010–11 anlidade vi Bloom Biological Inc., California, med PhD Pete Bloom och medhjälpare för att ansvara för märkningen samtidigt som de utbildade vår egen personal.

Bland örnarna som märktes med VAS-sändare 2011 återfanns två döda kort tid efter märkningen. Båda hade synliga och liknande skador på framkanten av vingen, och efter undersökning och obduktion av dessa två individer drog SVA slutsatsen, att skadan på något sätt troligen orsakats av sändarna, sannolikt av nötskador från den långa utanpåliggande antennen som låg längs fågelns rygg, eventuellt i kombination med för lösa rygg-säcksmontage, då sändarna vid SVA:s undersökning satt alldeles för löst jämfört med vad som är standard att tillämpa vid märkningen; örnarnas vikt-förlust från märktillfället kan emellertid ha bidragit till att försämra sändarnas passform. Även om den bakomliggande mekanismen inte kunde fastställas, tros skadorna ha orsakats av antennen och bidragit till dessa två fåglars död (se Hipkiss et al. 2013, Bilaga 1, s. 43–44 och textavsnitt s. 15, 17 & 35; se även Bilaga 2 här).

Pete Bloom, med 25 års erfarenhet av sändarstudier av kungsörn och andra rovfåglar, uppgav i brev att han inte tidigare stött på denna typ av skador vid arbete med bl a MTI-sändare som har en betydligt kortare antenn än VAS-sändarna och som dessutom är bortvinklad från fågelns kropp.



Bild 1. Tre olika generationer sändare, från vänster till höger: Vectronic Aerospace GmbH (VAS; 135 g), Microwave Telemetry Inc. (MTI; 70 g) and Cellular Tracking Technologies (CTT; 65-68 g).

I detta läge fann vi det givetvis forskningsetiskt oförsvarbart att montera Vectronicssändare på fler örnar. Under 2012–2013 satte vi inte på några fler sändare. Därefter har vi letat efter en alternativ sändartyp och fastnat för sändare från Cellular Tracking Technologies (CTT), som vi försett kungsörnar med under 2014–15. Fördelen med dessa sändare jämfört med VAS-sändarna är att de endast väger ungefär hälften så mycket och har inbyggd antenn. De skulle alltså inte kunna orsaka den typ av skador som SVA dokumenterat och diskuterat i de två fallen från 2011.

Vi har även noga intervjuat CEO/VD Mike Lanzone (CTT) och PhD Trish Miller (West Virginia University) om deras erfarenheter från märkning med CTT-sändare. Såvitt de känner till, har de inte haft något dödsfall som orsakats av att örnnarna försetts med sändare.

Vår analys och hantering av händelserna 2011 bygger på en försiktighetsprincip. Vår bedömning är även att vi vidtagit de åtgärder som varit nödvändiga och adekvata, och rimliga och tillräckliga utifrån projektets målsättning som är att studera effekter av vindkraft på kungsörn.

Det är viktigt att notera att SVA, efter sina obduktioner av sändarörnar, endast rapporterat om skador som antas bero på sändarna i de två fallen med VAS-sändare från 2011, och att dessa örnar hittades döda redan inom ungefär en månad efter att sändarna monterats. Med tanke på hastigheten i dessa förlopp, bedömer vi det som mindre sannolikt att det är något akut problem för örnnarna då flera månader passerat sedan sändarmärkningen. Vi räknar ändå med att fortsätta försöka byta ut fler äldre sändare nästa år, förutsatt att vi får finansiering för det.

Som framgår av Bilaga 2 (se även Hipkiss et al. 2013; Bilaga 1, s. 43–44 och textavsnitt s. 17 & 35) har vi märkt betydligt fler örnar än vi har kontakt med idag. Att kontakten förlorats i många fall kan ha flera förklaringar:

- 1) De första sändarna som ungfågeln som märktes med 2010 och 2011 (14 individer) sattes på så att de beräknades lossna efter ungefär 1 år.
- 2) Alla sändare har en ospecificerad begränsad, sannolikt individuell, livslängd/funktionstid. De bör troligen bytas ut rutinmässigt (ungefär vart tredje år), särskilt VAS-sändarna på grund av deras misstänkta olämplighet beroende på den höga vikten och utanpåliggande antennen.
- 3) Dessutom dör givetvis örnar i alla kungsörnspopulationer, både naturligt (till exempel av svält på grund av födobrist, självförvållade olyckshändelser som ben i halsen, predation, inomartsaggressioner mellan syskon eller med främmande örnar), och även av flera antropogena dödsorsaker (t ex genom blyförgiftning, kollisioner med bil- och tågtrafik, kraftledningar eller vindkraftverk och olika former av förföljelse).
- 4) Det finns till och med exempel från andra studier på att kungsörnar själva lyckats ta av sig sändare som de fått monterade på sig (Stahlecker et al. 2015)!

3.2 GPS-sändare

Fram till och med 2012 har två modeller av GPS-sändare använts inom projektet. Den ena modellen var en 70 g Solar Argos/GPS PTT-100 tillverkad av Microwave Telemetry, Inc. i USA. Dessa sändare var delvis soldrivna och gav positioner upp till en gång per timme enligt ett förprogrammerat schema (Tabell 1), 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. Den andra modellen var en 135 g GPS PLUS Bird tillverkad 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. 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 1). Sändarna från Vectronic Aerospace aktiveras med hjälp av en accelerations-sensor, så att en position endast tas när sändaren känner av rörelser, t ex när fågeln flyger eller ändrar position då den sitter. Enligt tillverkaren har sändare från Vectronic Aerospace en noggrannhet på ner till 2 m i både det horisontella och vertikala planet (Robert Schulte, Vectronic Aerospace GmbH, i brev). Registrerade positioner från Microwave-enheterna skickades via satellitsystemet Argos, medan positioner från Vectronic-enheterna skickades via GSM-nätet. Positioner från samtliga sändare skickades sedan automatiskt till databasen Wireless Remote Animal Monitoring på SLU.

Genom särskilda anslag från Naturvårdsverket och länsstyrelserna i Västerbottens, Norrbottens, Jämtlands och Västernorrlands län köpte vi under 2014 in en ny typ av sändare från Cellular Tracking Technologies (CTT) i USA, främst med syfte att följa ungfåglar tills de börjar häcka. Dessa sändare väger 65–68 g och har inbyggd antenn, till skillnad från MTI- och VAS-sändarna (70 resp. 135 g).

MTI-sändarna tog som mest endast en position per timme och VAS-sändarna som mest 6 positioner per timme, medan CTT-sändarna kan ta avsevärt fler positioner, enligt uppgift ner till en position/sekund, t ex inom så kallade ”rums- respektive tidsfönster”. ”Rumsfönster” är geografiska områden där positionerna kan registreras med önskat tidsintervall. Varje sändare kan ha några ”rumsfönster” inlagda, för till exempel vindparker. Dessa kan bytas ut efter att örnarna sändarmärkts. På så sätt får vi nu mycket mer detaljerad information om hur örnar i t ex ”vindparksrevir” flyger i förhållande till vindkraftverken. ”Tidsfönster” innebär att intensivregistreringar görs under t ex 1–2 dagar per vecka med registrering av positioner 2 gånger per minut.

Jämfört med de äldre sändarna, har CTT-sändarna även en annan mycket stor fördel. De skiljer på positioner från flygande respektive sittande örnar, vilket öppnar för viktiga analyser avseende biotopval och rumsligt utnyttjande vid vindparker.

Tabell 1 Registreringsintervall för GPS-enheter från Vectronic Aerospace (VAS), Microwave Telemetry (MTI), respektive Cellular Tracking Technologies (CTT), samt start- och stopptider för MTI- och CTT-enheter under olika tider på året. De längre registreringsintervallen sparar batterikraft under årets mörkare perioder.

Månad	VAS	MTI			CTT		
	Intervall	Starttid	Stopptid	Intervall	Starttid	Stopptid	Intervall
mar–apr	30 min	0800	1600	1 hr	0400	1600	10 min
maj–aug	10 min	0300	1900	1 hr	0000	2300	Ca. 1 min
sep–okt	30 min	0800	1600	1 hr	0300	1900	Ca. 1 min (sep)
nov–feb	2 hr	1000	1600	2 hr	0600	1400	10 min

3.3 Örnfångst

Årsungar av kungsörn märktes normalt under sommaren (slutet av juni–mitten av juli) medan de fortfarande var i boet, ett par veckor innan de förväntades bli flygfärdiga. Märkningen gjordes i samarbete med erfarna ringmärkare från regionala kungsörnsgrupper. GPS-enheten sattes fast på fågelns rygg med hjälp av en sele av teflonband; i sk ”ryggsäcksmontage” som är något modifierat jämfört Figur 1d i Kenward (1985). I början av projektet (2010–11) var syftet att studera ungfåglar under det första levnadsåret, och därför skapades en svag punkt i selen som gjorde att hela selen föll isär och lossnade tillsammans 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 (Bloom et al. 2015). Liksom hos ungfågglarna sattes sändaren fast som en ryggsäck med hjälp av en sele av teflonband. 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).

3.4 Sändarmärkningar 2014

Under 2014 etablerade vi ett mycket viktigt forskningssamarbete med CTT och West Virginia University, genom Michael Lanzone resp. PhD Tricia Miller som medverkade vid fältarbetet.

Michael Lanzone och Tricia Miller ingår i PhD Todd Katzners forskargrupp som sannolikt är den internationellt mest framstående inom utveckling och användning av satellitsändare på kungsörn, bland annat i vindkraftssammanhang.

Med hjälp av Michael Lanzone och Tricia Miller, och i samarbete med regionala kungsörnsgrupper försågs sammanlagt 22 årsungar med CTT-sändare sommaren 2014 i AC-län (12), Z-län (8) och BD-län (2), innan de lämnade boet.

Av dessa ungar har vi konstaterat att två har dött, men sannolikt tre. Det finns ingen misstanke om att detta i något av fallen har berott på sändarna eller sändarmontaget.

Vi förlorade successivt kontakten med ungefär hälften av de övriga ungar, då deras batterier över tid laddades ur och sändarna till slut upphörde att sända positioner. Vi kan inte utesluta att en del av dessa ungar dött, men samtidigt vet vi att åtminstone en av ungfågglarna har setts på en åtel vintern 2014/15 med en sändare som inte fungerade. Ungarnas sändare var redan från början var programmerade att ta ett stort antal positioner, och laddades sannolikt ur då de ännu var kvar i för dålig solbelysning i bo-området för att solcellerna skulle kunna laddas upp planerligt. Vi misstänker därför att fler sändare inte fungerat som de skulle, men eftersom CTT-sändarna tyvärr saknar ”mortalitets-signalering” har vi inte heller kunnat avgöra om någon av dessa nytflugna individer eventuellt dött.

Under hösten fortsatte vi själva att även märka vuxna örnar med CTT-sändare vid befintliga eller planerade vindparker: 1 par söder om Stor-Rotliden, AC-län, ca 1 km från driftsatta verk; 1 par i Z-län vid Stamåsen, <3 km från befintliga verk; 1 par i Y-län vid Kråktorpet, ca 3 km från planerade verk.

Märkningen vid Stor-Rotliden innebar att en ny hona sändarmärktes. Hanen (#30 i Bilaga 2; se även Bilaga 1 i Hipkiss et al. 2013) som hade haft en Vectronics-sändare sedan 2011-10-04 återfångades och fick en av de nya CTT-sändarna. Denna örn uppvisade inga skador av Vectronics-sändaren eller selen.

3.5 Sändarmärkningar 2015

Eftersom vi fick klart med fortsatta anslag för 2015 från Energimyndigheten för sent för att kunna planera för sändarmärkning av boungar 2015, valde vi att försöka samordna att fånga både årsungar och vuxna med bågnätsfälla, innan ungfågeln lämnat hemreviret.

Mike Lanzone och Tricia Miller besökte oss även 2015 under ca 2 veckor i slutet av augusti, då vi planerade en kraftfull märkningsinsats. Tyvärr lyckades vi inte fånga några örnar under den perioden, eftersom örnarna av okända skäl ej gick ner på åtlarna.

Under 2015 lyckades vi ändå nymärka 20 kungsörnar med sändare, 13 adulta, 3 årsungar och 4 subadulta, merparten vid befintliga eller projekterade vindparker: 2 par i BD-län vid Markbygden, 1 par rör etapp 2, ca 3 km från projekterade verk, 1 par rör etapp 3, ca 1 km från projekterade verk; 2 par i AC-län, 1 par norr om Stor-Rotliden, ca 1 km från driftsatta verk, 1 par vid Storhundberget, ca 2 km från planerade verk; 1 par i Z-län vid Bodhögen, ca 2 km från beviljad park; hanen i 1 par i Y-län vid Hästkullen, ca 2 km från projekterade verk.

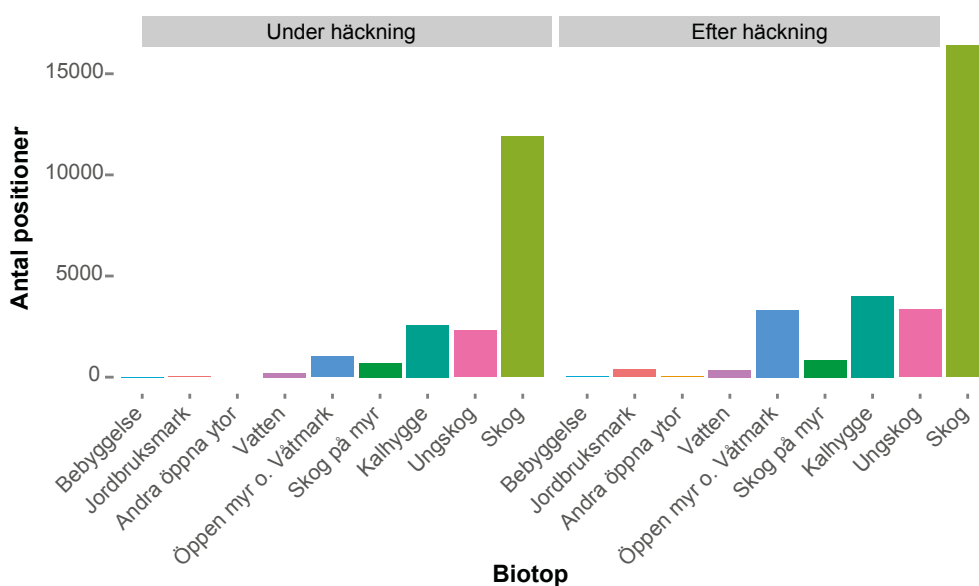
En vuxen hane i ett av paren i reviren intill Markbygden, etapp 3, började visa ett avvikande rörelsemönster efter en kort tid och hittades tack vare sändaren nydöd i slutet av oktober. En årsunge från ett revir i Västerbotten hittades död vid en kraftledning i slutet av november. Båda dessa fåglar hade förhöjda blyhalter i blodet redan vid märktillfället och hanen bedömdes dessutom som utmärglad och kroniskt blyförgiftad av SVA. En tredje subadult kungsörn hittades trafikskadad och död vid en järnväg. I inget av dessa tre fall har SVA:s obduktioner visat på skador orsakade av sändarna. En fjärde kungsörn, den vuxna hanen som märktes i reviret i Z-län, återfanns våren 2016 död ca 11 km från märkplatsen 2015, eventuellt efter att ha blivit utstött från märkreviret. Örnen är insänd till SVA för obduktion.

Vi misstänker inte att dödsfallet beror på skador från sändaren, men örnen kommer att obduceras vid SVA, bland annat för analyser av blyhalter och röntgen efter blyhagel efter eventuell påskjutning. 2015 och 2014 års sändarmärkning innebär en kraftig förstärkning för den vindkraftsrelaterade kungsörnsforskningen.

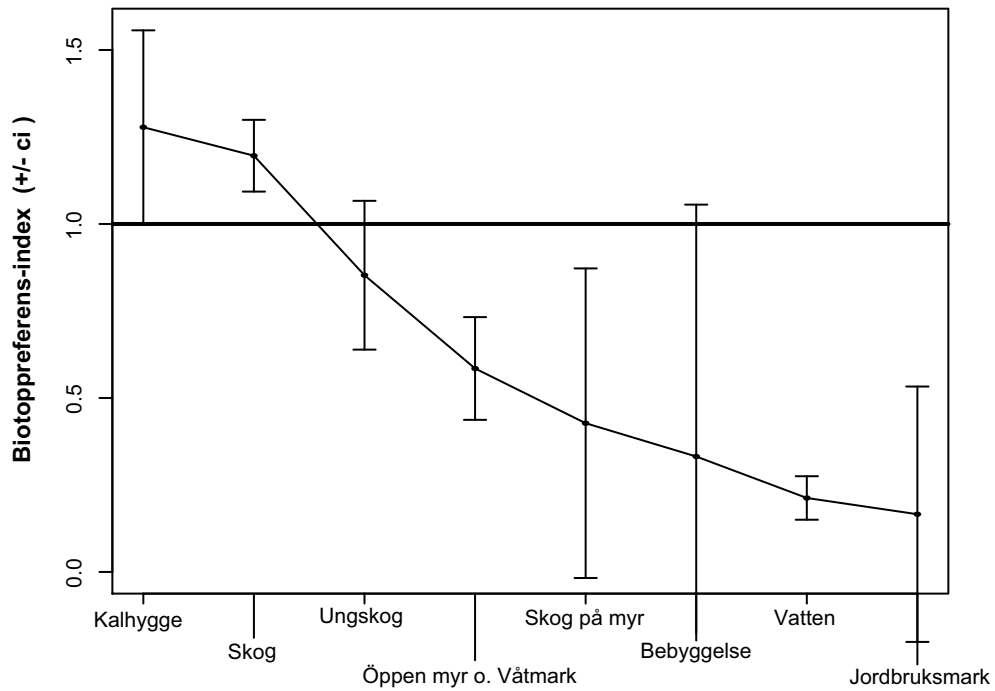
4. Biotopval

17 vuxna kungsörnar (8 honor, 9 hanar) från tio revir och som häckade under åtminstone något av åren 2011–2013 användes för analyser av biotopval. Antalet örnar som användes beror på antalet positioner som fanns för varje örn. Endast örnar med >300 positioner per år användes. Eftersom de solljusdrivna sändarna levererar allt för få positioner på grund av ljusbrist vintertid (november till och med februari) uteslöts alla vinterpositioner. Örnarnas positioner och biotopval analyserades separat för häckningsperioden och för tiden därefter. Den exakta tidsperioden för häckning varierade mellan individer, beroende om de lyckades med häckningen, och om de misslyckades, när detta skedde. Häckningsperioden startade alltid i början av mars. Lyckade häckningar räknades som avslutade i slutet av september, medan misslyckade häckningar förkortade häckningsperioden till att äga rum från början av mars fram till slutet av augusti. Hela området som användes av kungsörnarna delades in i nio biotopkategorier. Figur 1 visar fördelningen av GPS-positionerna för kungsörnarna i olika biotoper under och efter häckningsperioden.

Figur 1 visar antal positioner i olika biotoper, men säger inget om i vilken utsträckning dessa biotoper föredrogs av örnarna. För att testa detta statistiskt använder vi Manly's selektionskvot, som bygger på förhållandet mellan antalet observerade och förväntade positioner i respektive biotop, där antalet förväntade positioner per biotop fås genom att fördela det totala antalet i proportion till respektive biotops areal i området (Manly et al. 2002; Keating & Cherry 2009; Figur 2). Kalhygge och skog (med slutet kronskikt) föredrogs av örnarna, medan de andra biotoptyperna verkade undvikas, vilket bekräftar resultaten från Vindvalrapporten från 2013 (Hipkiss et al. 2013), att örnarna behöver öppna biotoper som jaktmarker (se t.ex. Watson 2010) och äldre, sluten skog som häckningsmiljö (Tjernberg 1983).



Figur 1. Fördelning av kungsörnspositioner mellan olika biotoptyper under och efter häckningsperioden. Baserat på data från 2011–13 registrerade med Vectronics- och MTI-sändare för 17 individer med >50 000 positioner tillsammans.



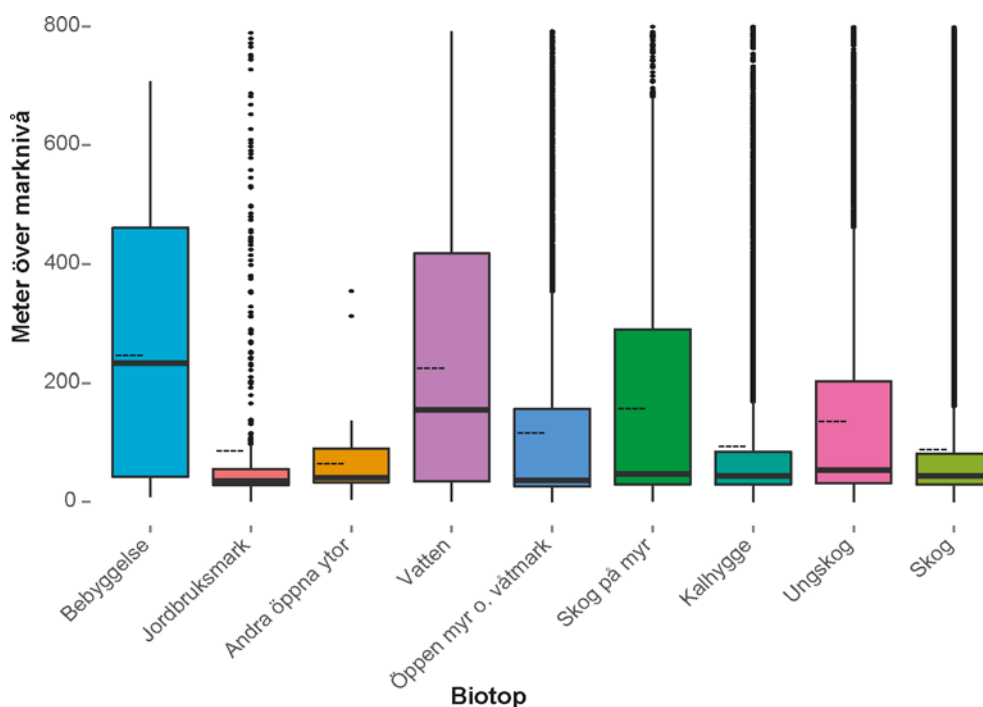
Figur 2. Biotop-preferensindex enligt Manlys selektionskvot (Manly et al. 2002) för antalet observerade i förhållande till antalet förväntade kungsörnpositioner i olika biotoper. Biotoper med en selektionskvot >1 kan anses föredras av örnar, medan biotoper med en kvot <1 undviks. Modellen är statistiskt signifikant ($\chi^2=64,8$, $p<0,001$). Baserat på data från 2011–13 registrerade med Vectronics- och MTI-sändare för 17 individer.

5. Örnarnas flygaktivitet och flyghöjd

5.1 Allmänt om flyghöjd och relativa skillnader mellan biotoper

I vindkraftssammanhang är det viktigt att beräkna bland annat örnarnas genomsnittliga flyghöjd, för att bedöma kollisionsrisken med vindkraftverk. Riskzonen för kollisioner beror på graden av överlappning mellan flyghöjderna och vindkraftverkens svephöjdsintervall. I denna rapport använder vi ett ”standardmått” på 50–150 m för rotorbladens svephöjdsintervall över marknivån, men på nya vindkraftverk kan rotorsvephöjden nå över 200 m, med ett svephöjdsintervall på 150–250 m. Ett problem med GPS i allmänhet är att noggrannheten för vertikala positioner alltid är ca 1,5 gånger sämre än för horisontella positioner (Kaplan & Hegarty 2006). Det innebär att de analyser som presenteras endast är grova analyser av genomsnittlig positionshöjd, som har ett inbyggt mätfel. Totalt ingick 17 vuxna örnar från 2011–13 med Vectronics- eller MTI-sändare i de inledande analyserna av positionshöjd. Positioner med en höjd <30 m över marken användes inte, varken för dessa sändartyper eller senare för CTT-sändarna. Syftet med detta var att utesluta positioner från sittande örnar (se även 5.7 för vidare diskussion).

Figur 3 visar örnpositionernas höjd över marken inom olika biotopkategorier. Det är tydligt att positionshöjden är lägre för biotoper som utnyttjas och tydligt föredras av örnarna (kalhygge, skog) än de som undviks (till exempel vatten, bebyggelse).



Figur 3. Kungsörnpositionernas höjd över marknivån (m) i olika biotoper. Y-axeln visar höjd över marknivån. Svart vågrät, heldragen linje = medianvärde; bruten linje = medelvärde; staplarnas under- och överkant = första resp. tredje kvartilen. Baserat på 17 vuxna örnar med Vectronics- eller MTI-sändare under 2011–13. Se Bilaga 3 för figur med logskala.

Biotoperna med hög flyghöjd har sannolikt lågt nyttjandevärde för örnarna och passeras troligen bara på väg mot andra biotoper som används för födosök eller häckning.

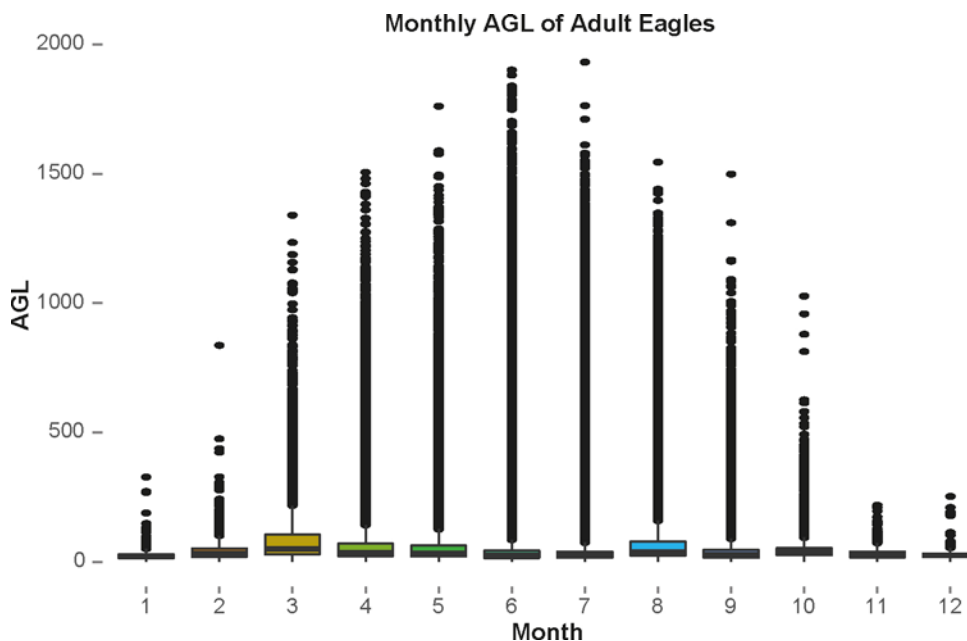
Den genomsnittliga höjden över marken för samtliga örnpositioner var 140 m (standardavvikelse, SD = 223). Under och efter häckningsperioden var den genomsnittliga höjden över marken 149 (SD 226) resp. 140 (SD 226) m.

Om standardsvephöjden för vindkraftverkens rotorblad antas vara 50–150 m över marknivån, så hamnade ca 20 % av samtliga höjdpositioner inom detta intervall, 57 % under och 23 % över detta intervall.

5.2 Relativa årstidsvariationer i flyghöjd

Vi har även undersökt hur flyghöjden (ovan mark) varierade under året under 36 örnår för vuxna kungsörnar (ett års data från en örn är ett örnår). Flyghöjden beräknades genom att subtrahera markhöjden (baserad på en digital höjdmodell med 10-m upplösning) från GPS-höjdpositionerna. Vi filtrerade bort uppenbart felaktiga positioner och korrigerade för GPS vertikala noggrannhet, som är 22,5 m för CTT-sändarna (Lanzone et al. 2012; Miller et al. 2014), och för äldre sändare (VAS and MTI) korrigerade vi flyghöjden genom att utesluta positioner <30 m över marken.

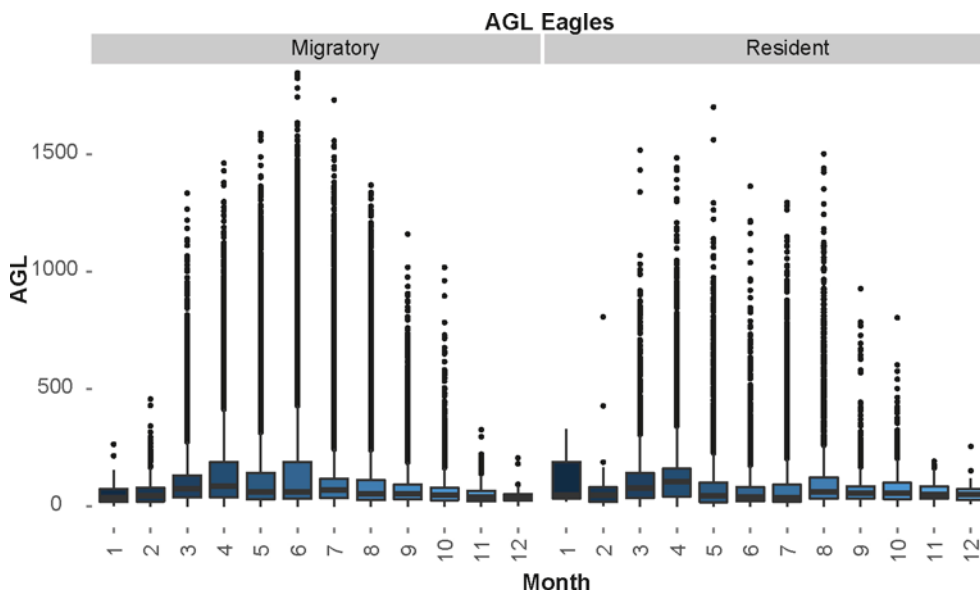
Den genomsnittliga flyghöjden för vuxna kungsörnar varierade över året. De högsta värdena uppmättes i maj (Mean±S.D: 101±183), juni (101±223) och augusti (125±214), de lägsta under vintern (spännvidd: 23,5 – 46,9, Figur 4).



Figur 4. Månadsvisa flyghöjder (m över marken; AGL) hos vuxna kungsörnar (N=36 örnår). Färg visar en ny månad. Vågräta svarta linjer i staplarna visar medianvärdet, de översta och nedersta kanterna visar de första resp. tredje kvartilerna. Baserat på data (>119 000 positioner) från 2010–15 registrerade med Vectronics-, MTI- eller CTT-sändare. Se Bilaga 3 för figur med logskala.

5.3 Relativ flyghöjd för flyttande jämfört med stationära örnar

Flyttande kungsörnar verkar i genomsnitt flyga på högre höjd än stationära (z-value=12.34, $p < 0.05$, Figur 5).

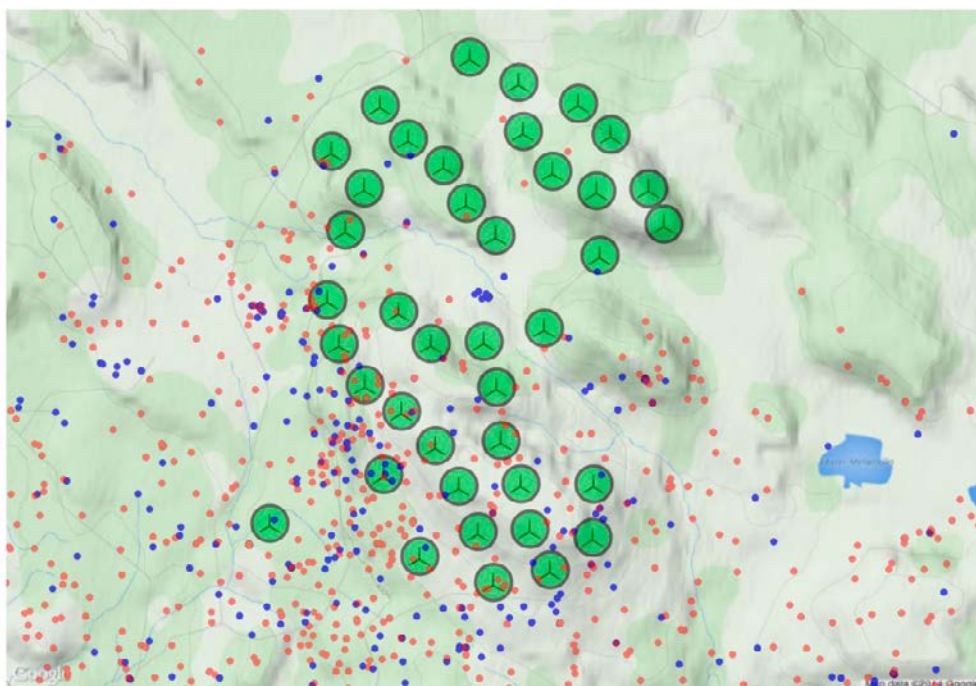


Figur 5. Årstidsvariation i flyghöjd (m över marken; AGL) för flyttande och stationära örnar i Sverige (n=32 örnar; 17 för stationära och 15 för flyttande örnar). Baserat på data (>119 000 positioner) från 2010–15 registrerade med Vectronics-, MTI- eller CTT-sändare.

5.4 Flygaktivitet och relativ flyghöjd inom och utanför vindparken Stor-Rotliden

Vi specialstuderade rörelser för ett kungsörnspår som märktes hösten 2011 och har sitt häckningsområde i närheten av en befintlig vindpark, Stor-Rotliden i Åsele kommun (Vattenfall AB 2014). För att definiera positioner som låg ”inom” de enskilda vindkraftverkens närområde, dvs horisontella buffertzoner, använde vi cirklar med 150 m radie med respektive vindkraftverk som mittpunkt. För hanen och honan i paret låg 1,2 resp. 1,9 % av positionerna inom denna zon. Figur 6 visar en karta över örnarnas positioner i förhållande till parkens vindkraftverk. Positionshöjder inom 150 m från något av vindkraftverken jämfördes med den genomsnittliga positionshöjden för paret (Tabell 2).

För att förstå en påverkan av vindkraftsetablering är det viktigt att kunna studera eventuella förändringar i flyghöjd vid vindparker. Detta kan göras genom att med hjälp av GPS-sändare följa fåglarna när de flyger över vindparken. Vi analyserade GPS-positionerna och jämförde örnparets flyghöjd inom och 150 m utanför vindparken (definierad som en polygon som sammanbinder de yttersta vindkraftverken, inklusive respektive buffert, Figur 6) under ett helt år. Hanen registrerades inom vindparken 36, 6 och 11 gånger under 2012, 2013 resp. 2014, men 159 gånger under 2015 efter byte till CTT-sändare.



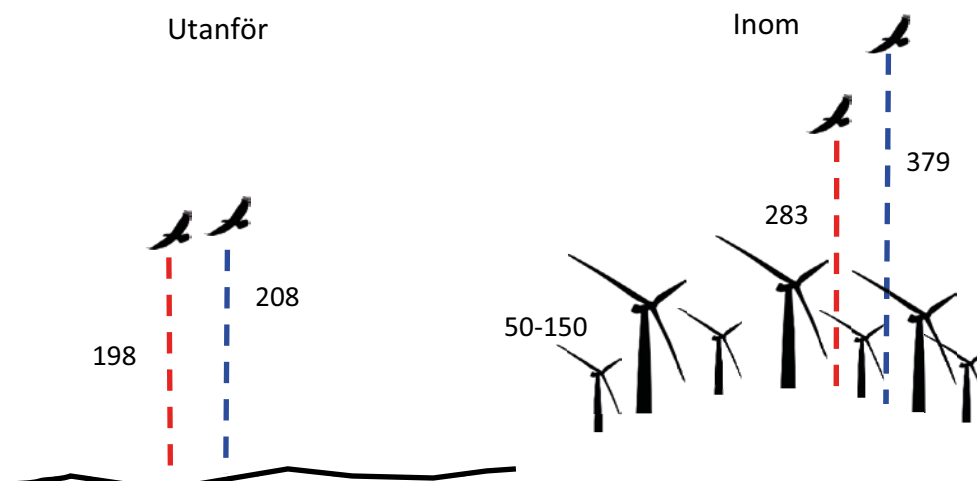
Figur 6. Vindparken Stor-Rotliden, med vindkraftverk, inkl buffertzona markerade som gröna cirklar med 150 m radie. Positioner för honan och hanen i ett häckande kungsörnspar intill parken visas med röda respektive blå prickar. Data från Vectronics- och CTT-sändare under 2012–15.

Tabell 2. Genomsnittlig positionshöjd (och standardavvikelse, m) inom och utanför vindparken Stor-Rotliden för hanen och honan i ett kungsörnspar intill parken. Data från Vectronics- och CTT-sändare under 2012–15.

	Inom vindparken	Utanför vindparken
Hona	283 (173)	198 (263)
Hane	379 (351)	208 (270)

Det förelåg en statistisk skillnad ($z=18,9$, $p<0,01$) i flyghöjd inom och utanför vindparken, där båda fåglarna flög högre inom vindparken än utanför (Figur 7, Tabell 2). Positioner inom vindparken registrerades främst under april–juli. Dessa detaljerade resultat bör användas med försiktighet, eftersom de bygger på relativt få positioner och på de osäkerheter som finns i de absoluta flyghöjdsvärdena (se 5.7 nedan). Under vintern erhöles inga positioner inom vindparken.

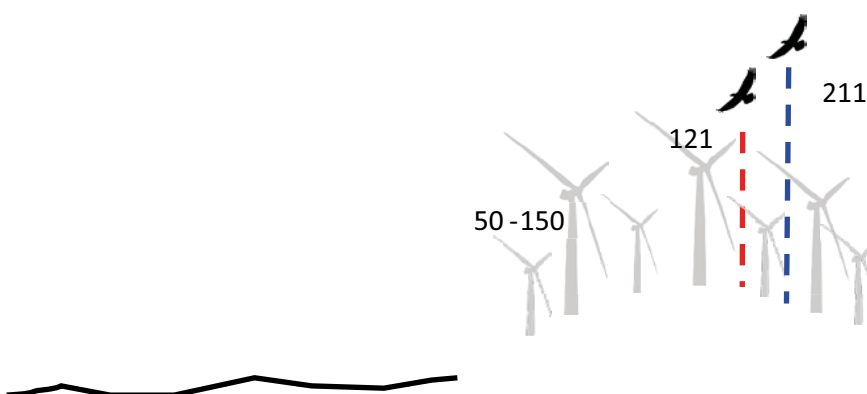
Markhöjd och lutningsgrad påverkade flyghöjden för båda vuxna och juvenila örnar ($p<0,001$ för båda variablerna). Flyghöjden ökade med lutningsgrad (Regressions-koefficienter: medelvärde \pm S.E: $3,51 \pm 0,28$), och minskade med ökande altitud ($-0,15 \text{ m} \pm 0,006$). Flyghöjden ökade även med ökande vindhastighet. Samtliga biotyper påverkade flyghöjden signifikant ($p<0,001$). Flyghöjden var lägst över kalhyggen (Figur 3) och högst över vatten ($157,86 \text{ m} \pm 13,10$). Det fanns ingen signifikant skillnad i flyghöjd mellan köns- eller åldersgrupper.



Figur 7. Vertikal sektion som visar örnarnas genomsnittliga positionshöjd inom 150 m från enskilda vindkraftverk (se Figur 6) och utanför vindparken Stor-Rotliden. Siffrorna visar, dels rotorbladens svephöjdsintervall över marknivån (50–150 m), dels genomsnittlig positionshöjd för honan (röda linjer) och hanen (blå linjer) i jämfört med utanför parken. Data från Vectronics- och CTT-sändare under 2012–15.

5.5 Flyghöjder intill den planerade vindparken Bräntet

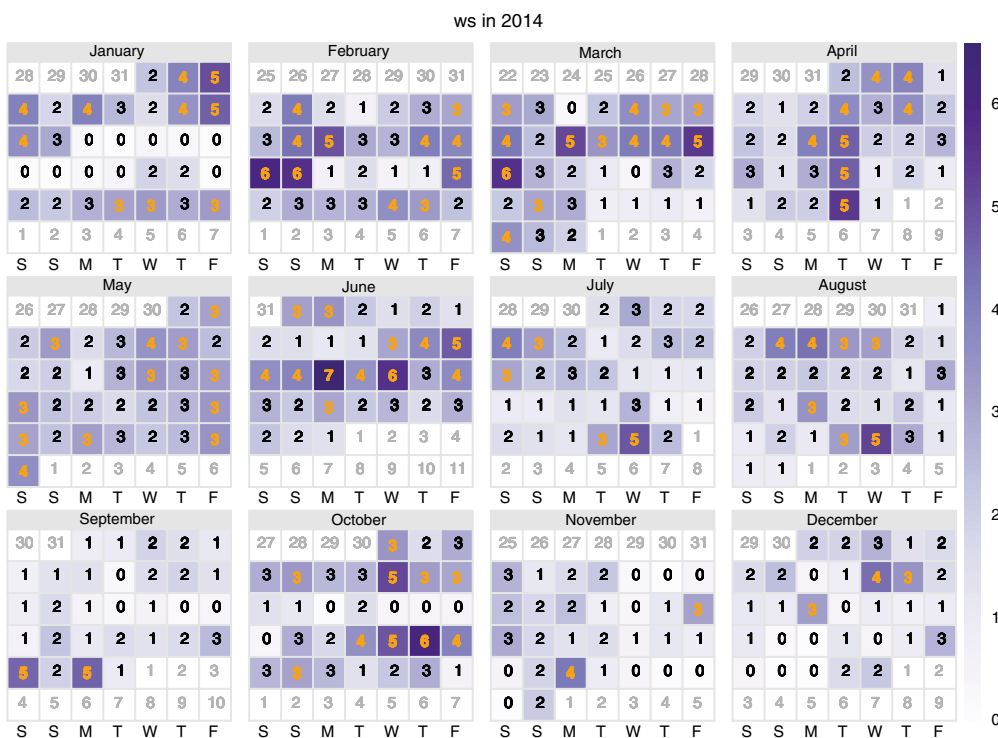
Vi undersökte även flyghöjden i ett annat kungsörnsrevir där en vindpark (Bräntet) i närheten är tillståndsgiven (Figur 8). Den genomsnittliga positionshöjden ligger på ungefär samma höjd som för örnarna utanför vindparken vid Stor-Rotliden. Notera att i detta fall vet vi inte hur höga vindkraftverken kommer att vara, men anger samma svephöjdsintervall som vid Stor-Rotliden som jämförelse, även om höjden på de nya vindkraftverken kan hamna på över 200 m och svephöjden eventuellt bli 150–250 m över marken.



Figur 8. Vertikal sektion som visar örnarnas genomsnittliga positionshöjd inom 150 m från enskilda vindkraftverk vid den tillståndsgivna vindparken Bräntet. Siffrorna visar, dels rotorbladens svephöjdsintervall över marknivån (50–150 m), dels genomsnittlig positionshöjd för honan (röd linje) och hanen (blå linje). Data från Vectronics-sändare under 2012–14.

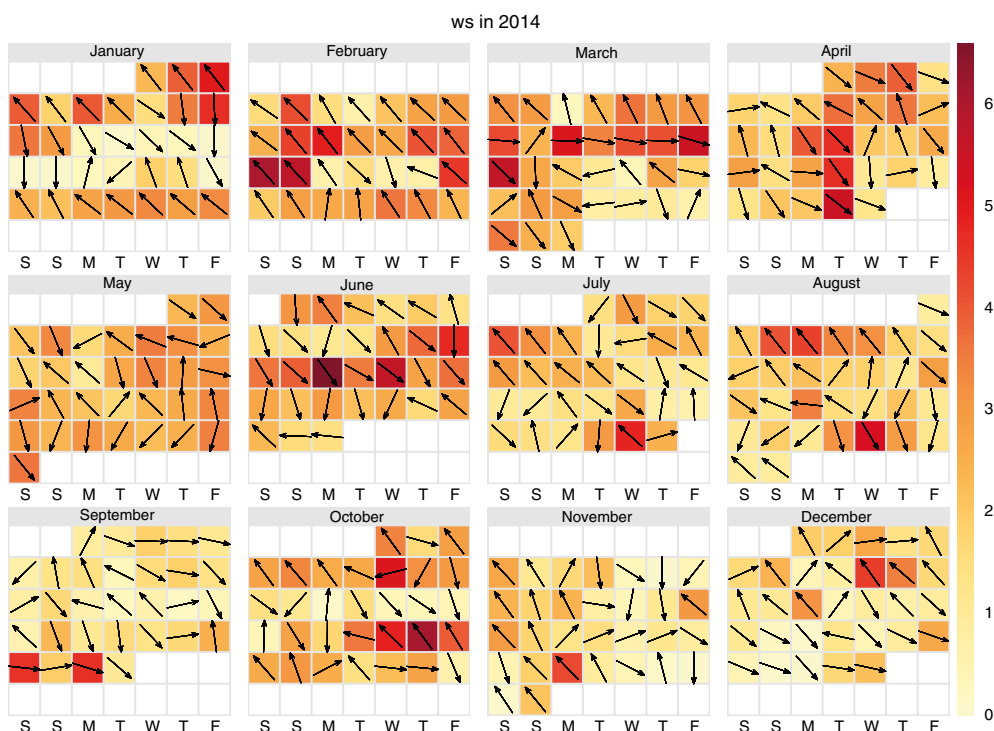
5.6 Flygaktivitet i förhållande till vindstyrka

För örnparet vid Stor-Rotliden har vi genom CTT-sändarna nyligen börjat få mycket täta GPS-positioner (ca var 30:e sek). Under sommaren 2015 fick vi >600 positioner, per individ och dag under flera dagar. Detta ger förstås helt nya möjligheter att i detalj studera flygrörelser, beteende och aktivitet i förhållande till t ex vindstyrka, och därmed att belysa variationer i kollisionsrisk. Vi hämtade data på vindhastighet (Figur 9) och -riktning (Figur 10) från SMHI:s öppna väderdatabas för stationen i Lycksele, som ligger närmast vindparken Stor-Rotliden. Som framgår av Figur 10 är vindriktningen i genomsnitt nordväst-sydost (149,3–183,0 grader). Under våren och sommaren (maj–augusti) är vindriktningen främst nord-syd, och under vintern nordväst-sydost (Figur 10). Variationskoefficienten för vindriktningen var lägst under maj (67,0) och juni (64,7) och högst under december (85,9) och januari (85,4).

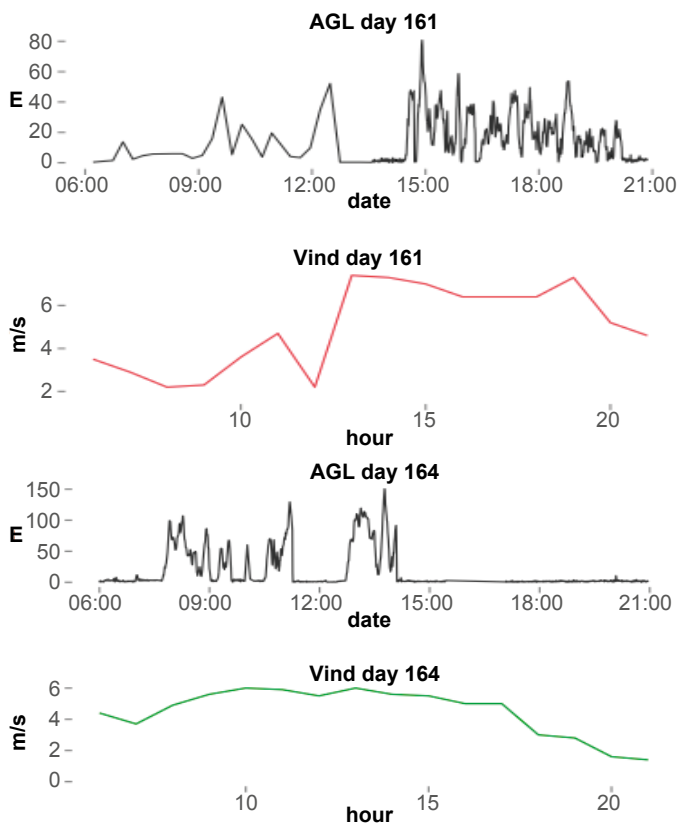


Figur 9. Dagliga mönster för genomsnittlig vindhastighet (m/s) vid SMHI:s väderstation i Lycksele under 2014. Denna mätstation ligger närmast vindparken Stor-Rotliden. Mörkare färg visar högre vindhastighet.

Med mycket detaljerade, hög-frekventa dagliga GPS-data (Figur 11) och vind-data från den närmaste väderstationen, kunde vi se att örnnarna visade störst flygaktivitet när vinden var som starkast. Vissa dagar flög örnnarna tidigare och andra senare, vilket visar att det är viktigt att dokumentera rumsliga och tidsmässiga rörelsemönster för att identifiera variation i kollisionsrisker. Mer data behövs för att statistiskt testa dessa förhållanden för fler individer och platser. Det är givetvis önskvärt att få tillgång till vinddata från den faktiska platsen för att undersöka detta vidare.



Figur 10. Dagliga mönster för genomsnittlig vindriktning (i grader, 0 till 360 grader; när vindhastigheten är 0 m/s sätts vindriktningen till 0 grader. 360 grader representerar norr, 90 grader öster osv) och vindhastighet (gul = 0 till röd = 7, m/s) vid SMHI:s väderstation i Lycksele under 2014. Denna mätstation ligger närmast vindparken Stor-Rotliden.



Figur 11. Genomsnittlig vindhastighet per timme (m/s) från SMHI:s väderstation i Lycksele jämfört med genomsnittlig flyghöjd över marken (m) vid samma tidpunkt för den vuxna kungsörnshanan vid Stor-Rotliden med CTT-sändare; data från två dagar (10:e och 13:e juni 2015).

5.7 Kommentarer till analyserna av positions- och flyghöjder

Positions- och flyghöjderna som redovisas i denna studie är som delvis nämnts ovan behäftade med flera felkällor. Det finns den generellt större osäkerheten i Z-koordinaten (höjd) jämfört med X- och Y-koordinaterna (positionen på marken), som sannolikt är svår att påverka (Kaplan & Hegarty 2006). Genom att utesluta positioner <30 m över marken har vi sannolikt lyckats utesluta positioner för sittande örnar. Samtidigt finns givetvis en risk att vi även uteslutit ett antal positioner från lågt flygande örnar. Detta innebär i så fall en överskattning av den genomsnittliga absoluta flyghöjden. Till detta kommer en ganska stor osäkerhet, på grund av grov rumslig upplösning, i de höjddata som beskriver marknivåns höjd över havet. Av dessa skäl kan vi inte dra för långtgående slutsatser om örnarnas absoluta flyghöjd, som vi påpekade i den tidigare Vindvalrapporten (Hipkiss et al. 2013). *Det innebär förstås att flyghöjdsdata i rapporten bör tolkas med mycket stor försiktighet.* Däremot anser vi att de relativa jämförelserna är intressanta och dessutom pålitliga, dvs jämförelserna av relativ flyghöjd mellan biotoper, olika månader, flyttande-stationära, och inom-utanför vindparken Stor-Rotliden, eftersom felkällan bör vara lika stor i de jämförda grupperna.

En slutsats av ovanstående blir därför att det är viktigt att förbättra analyserna av kungsörnarnas flyghöjd genom att bättre utnyttja data från CTT-sändarna, genom att skilja på faktiska positioner från sittande respektive flygande örnar, i kombination med att använda en bättre höjddatamodell för marknivån. Med de nya CTT-sändarna (se 3.2 ovan) kommer vi bland annat att kunna skilja på positioner från sittande och flygande örnar. Detta i kombination med att laserskannade höjddata med mycket hög rumslig upplösning rimligen bör bli tillgängliga snart, innebär att vi räknar med att snart kunna göra verkliga analyser av absolut flyghöjd och med betydligt större precision än vad som varit möjligt hittills. Dessutom innebär CTT-sändarna att vi under sommarhalvåret kommer att kunna få mycket högre tidsupplösning för de positioner som tas, t.ex. intill vindparker, så att det faktiskt är möjligt att se hur flygande örnar reagerar på och manövrerar i förhållande till enskilda vindkraftverk.

Det enskilda exemplet från örnparet vid Stor-Rotliden, förefaller redan nu att rätt tydligt visa att örnarna tenderar att undvika vindkraftverken genom att i genomsnitt flyga högre där än utanför parken. För att avgöra om detta är ett generellt mönster planerar vi fortsättningsvis att göra fler studier vid redan byggda vindparker.

6. Hemområden och flyttningsrörelser för vuxna örnar

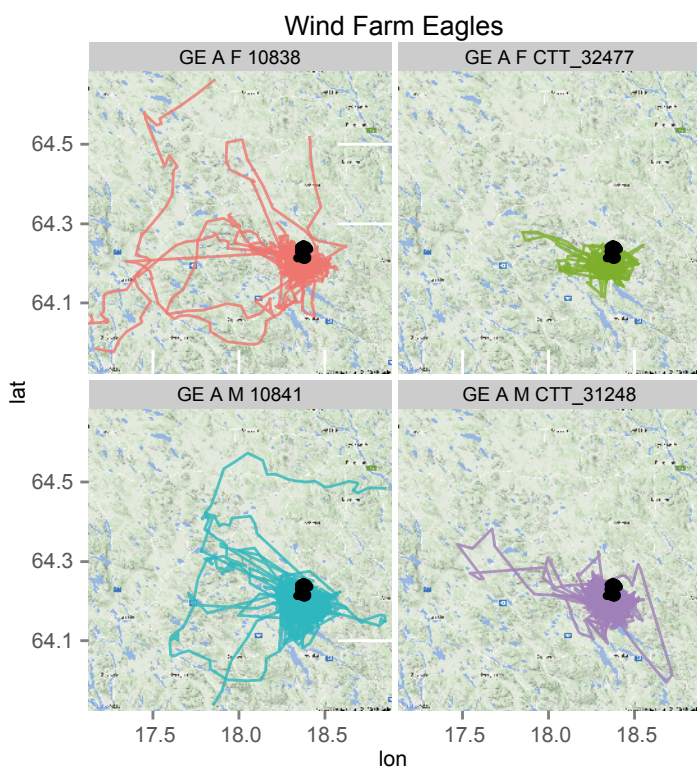
För att undersöka hur stora örnarnas hemområden var, användes så kallade ”Brownian Bridge-kärnor” som analysmetod. Denna metod tar hänsyn till förflyttningar mellan hemområden, till exempel mellan häcknings- och vinterområden, så att flyttningssträckor inte räknas som en del av hemområdena. Tabell 3 sammanfattar 50%- och 95%-Brownian Bridge-kärnor för kungsörn under och efter häckningsperioden. Denna metod är mer pålitlig än den som användes i den tidigare Vindvalsrapporten (Hipkiss et al. 2013).

Tabell 3. Brownian Bridge-kärnor (km², n=17; genomsnitt med standardavvikelse) för vuxna kungsörn under och efter häckningsperioden för poolade data 2011–14.

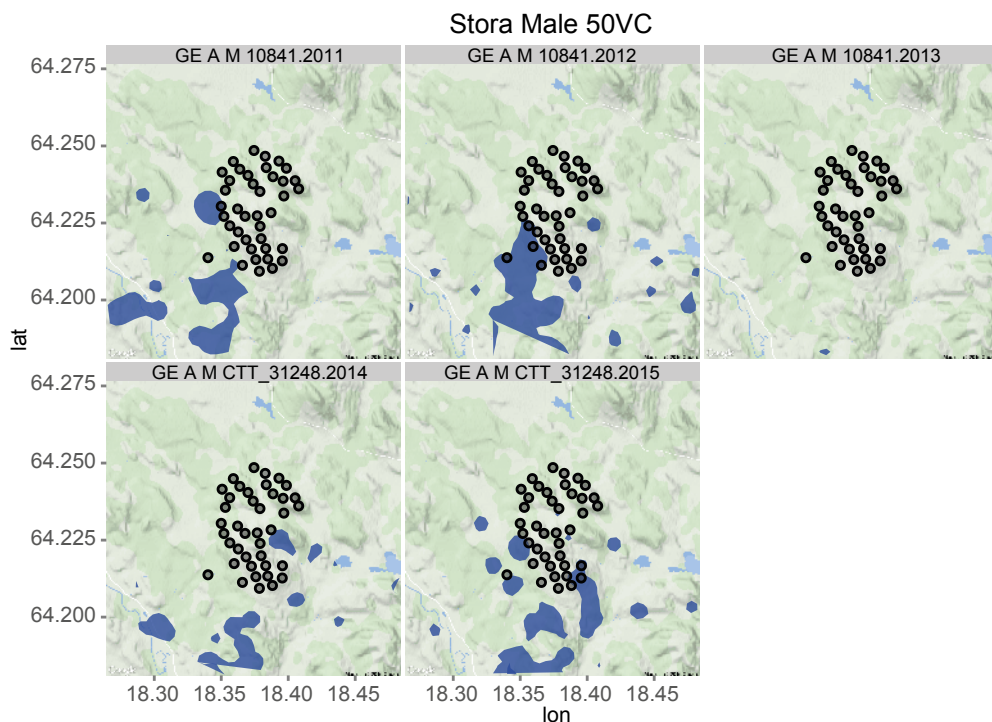
Under häckning		Efter häckning	
50 %	95 %	50 %	95 %
12 (11)	99 (94)	16 (14)	205 (237)

Ett örnpär med revir i närheten av vindparken Stor-Rotliden, nära Fredrika i norra Sverige, har nu följts i nästan fem år. GPS-positionerna visar tydligt att dessa båda fåglar varit stationära året runt (Figur 12). Vi beräknade hemområdet med hjälp av Brownian bridge-metodiken. Kärnområdet för hanen och honan var 15,2 km² resp. 11,1 km², medan det större hemområdet var 149,7 km² resp. 233,5 km². Kärnområdena för båda könen överlappade med vindkraftverken vid vindparkens södra och sydvästra kant (Figur 13, 14). Det var intressant att ingen av fåglarna använde sig av områden i den norra delen av vindparken (Figur 13, 14). En bidragande anledning till det kan vara att ett annat örnpär häckar norr om vindparken. Det paret sändarmärktes hösten 2015 (se 3.5), vilket innebär att det kommer att gå att göra jämförande studier av dessa två örnars flygaktiviteter i förhållande till vindparken.

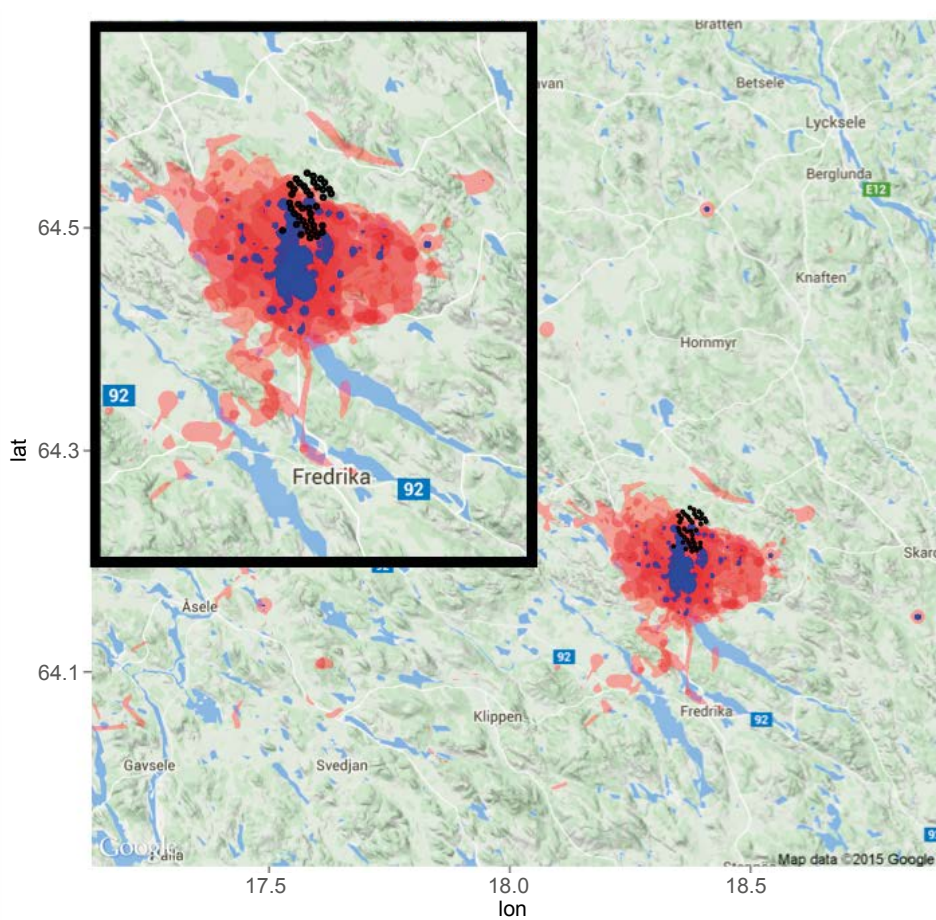
Båda könen visade en årlig variation i hemområdets storlek. Hemområdena låg vid den södra/sydvästra sidan av vindparken. Det är tydligt att den största eventuella kollisionsrisken ligger vid sydsidan. För att undersöka varför paret begränsar sina rörelser till södra delen av parken, behövs observationer på plats för att studera förekomst av t.ex. revirgrannar, olämplig biotop eller topografi eller läget för enskilda vindkraftverk. Det är naturligtvis svårt att dra slutsatser på grund av brist på data från perioden innan vindparken byggdes. Detta visar hur viktigt det är att studera örnar både före och efter vindkraftsetablering för att kunna förstå hur örnars rörelser påverkas av vindkraftsutbyggnaden.



Figur 12. Örnparets rörelser vid vindparken Stor-Rotliden. Svarta områden = vindkraftverk. Övre-vänster = första vuxna honan under ca fyra år, 2011–14 med Vectronics-sändare. Övre-höger = nya honan med CTT-sändare 2014–15. Nedre-vänster = vuxen hane under ca fyra år, 2011–14 med Vectronics-sändare. Nedre-höger = samma hane med en ny CTT-sändare under 2014–15.



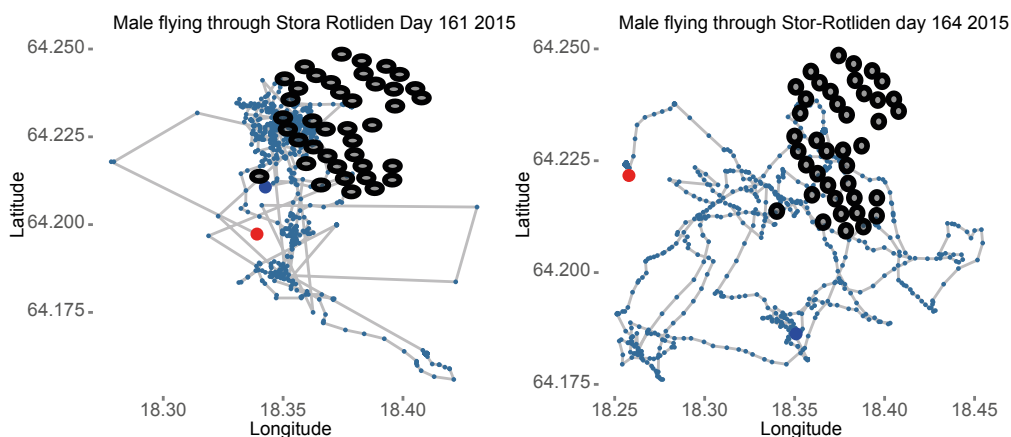
Figur 13. Kärnområde (50% VC; blått) för kungsörnshanen vid Stor-Rotliden, först med VAS-sändare 2011–13 och därefter med CTT-sändare 2014–15. Cirkulärna (gula) representerar enskilda vindkraftverk.



Figur 14. 50% (blått) och 95% (rött) volymkonturer som återspeglar kärnområdet och hemområdet för örnparet vid Stor-Rotliden. Svarta punkter representerar enskilda vindkraftverk, Data från VAS- och CTT-sändare 2011–15.

7. Högupplösta rörelsemönster

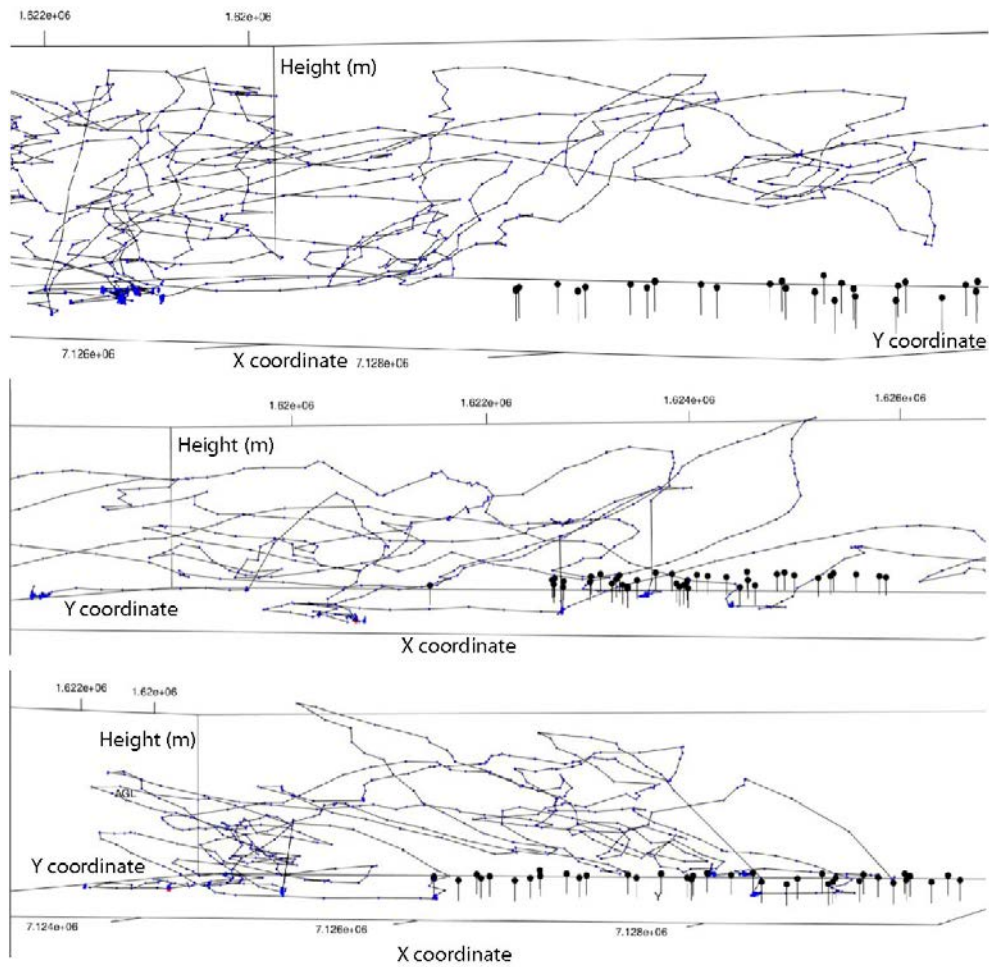
Tack vare CTT-sändarna har vi nu data med mycket högre tidsupplösning för örnarna vid Stor-Rotliden, så att vi kan studera deras rörelser och aktivitet mer detaljerat, t.ex. hur miljöparametrar som vindhastighet påverkar flygrörelser. Två exempel på dagliga rörelser med högupplösta data visar detta (Figur 15). Med de gamla sändarna kunde vi som mest få upp till 6 positioner per timme, medan de nya ger oss mycket mer detaljerad information, som figurerna nedan visar. De flesta platser inom vindparken missas om data samlas med längre tidsintervall, och gör det svårare att undersöka om vindkraftsetableringen påverkar fåglarna.



Figur 15. Dagliga rörelsemönster för hane med CTT-sändare vid Stor-Rotliden 10/6 och 13/6 2015 i förhållande till vindkraftverken (cirklar). Stor blå punkt är dagens första position och röd den sista.

När data med hög tidsupplösning återges tredimensionellt visas ännu mer information och att fåglarna även landar inom vindparken för att jaga eller leta föda (Figur 16). Eventuellt skulle det kunna finnas kadaver i vindparken som lockar örnarna. Detta behöver undersökas vidare genom att kombinera GPS-data med fältobservationer.

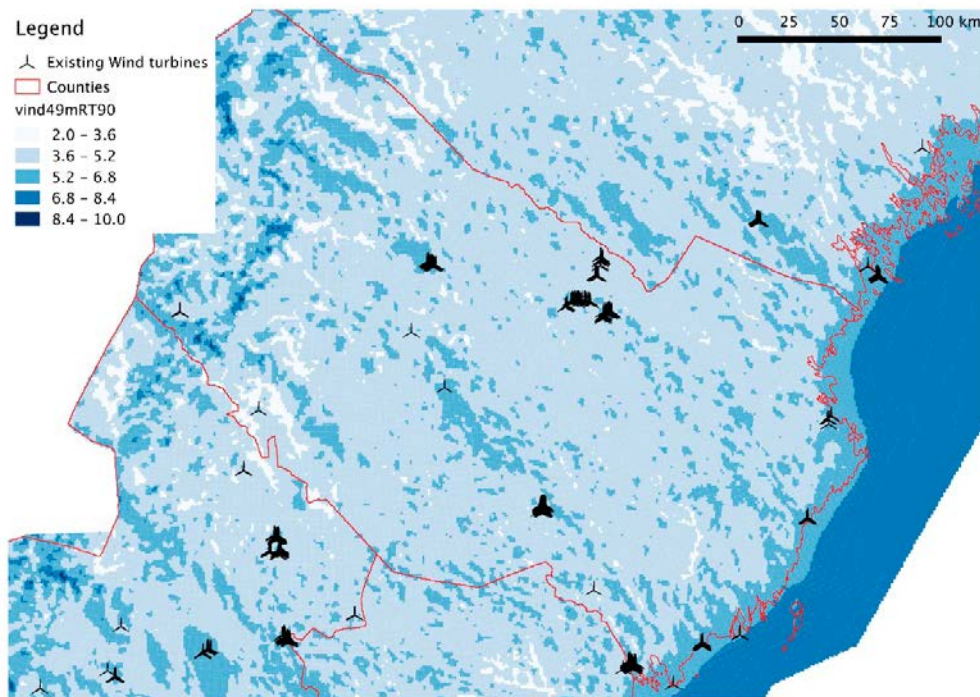
Många av dagens studier syftar till att analysera och modellera fåglars rörelser inom och utanför vindparker, eller beräkna överlappning mellan örnars hemområden och vindparker (se t.ex. Reid et al. 2015). En svaghet är dock att de flesta studier inte har tillgång till positioner som tas med hög frekvens, och därmed inte ger en klar bild av tiden som fåglarna uppehåller sig inom en vindpark och hur ofta de flyger igenom den. Data baserade på positioner som tas med stora tidsintervall visar inte i detalj hur fåglarna beter sig och man riskerar därför att dra felaktiga slutsatser.



Figur 16. Tredimensionellt rörelsemönster (blå punkter sammanbundna med svarta linjer) för hane med CTT-sändare vid Stor-Rotliden under tre dagar i juni 2015. Z-axeln (vertikal) visar GPS-registrerad höjd över havet. "Knappnålarna" visar enskilda vindkraftverk. Figurerna ovan representerar skärmdumpar av en datoranimering av en kungsörnhanes rörelsemönster som kan ses här: www.goldeneaglesweden.com

8. Analys av vindkraftsbolagens platsval för byggda och projekterade vindkraftparker

För att undersöka hur biotop- och miljöparametrar ser ut där vindkraftverk byggts, skapade vi en biotopkarta över vindparker (jämför Katzner et al. 2012). Syftet var att förstå hur befintliga kraftverk placerats i förhållande till kalhyggen och äldre skog, som har identifierats som viktiga biotoper för jakt resp. boplatser för kungsörnar (Moss et al. 2014, Hipkiss et al. 2014 och referenser där). Båda dessa biotoper är viktiga för örnarnas fortlevnad. Vindkraftsetablering behöver bra vindförhållanden (se Figur 17). Förhållandet mellan dessa tre variabler (hyggen, äldre skog och vind) är viktigt att förstå för att kunna undersöka hittillsvarande vindkraftsetablering och hur denna skett i förhållande till viktiga örnbiotoper.



Figur 17. Karta över befintliga vindparker i Västerbottens och angränsande län. Bakgrundskartan visar vindhastigheten 49 m över marken. Vita fläckar anger områden med en vindhastighet mellan 2,0 och 3,6 m/s. Notera att de flesta vindparker ligger på platser med vindhastigheter mellan 6,8 och 8,4 m/s.

Vi använde data från Vindlov (www.vindlov.se), i en generaliserad linjär modell (faktisk jämfört med slumpmässig fördelning, se Hosmer and Lemeshow 2005, Singh et al. 2009). Modellen använder platser för befintliga vindkraftverk för landbaserade vindparker över hela landet (n=2219) som förekomst och med extraherade data för markhöjd, lutningsgrad, väderstreck, vindhastighet

(på 49 m höjd över marken¹), avstånd till närmsta kalhygge respektive gammal skog (Figur 18, Tabell 4.). Vi genererade 2200 matchande slumpmässiga positioner inom 25 km avstånd från resp. vindpark, för att identifiera skillnader mellan slumpmässiga platser och platser för vindkraftverk. Vinddata hämtades från Vindlov och skogsdata från SLU Skogskarta och topografiska kartor från SLU:s GIS databas².

Tabell 4: Genomsnittlig vindhastighet (49m "över marken"), topografi (altitud, lutningsgrad och väderstreck), skogsålder och avstånd till kalhygge vid befintliga vindkraftverk och matchande slumpmässiga platser i Sverige.

Variabel	Vindkraftverk	Sluppmässig
Skogsålder (år)	38	60
Altitud (möh)	257	232
Lutning (grad)	2	3
Väderstreck (grad)	186	166
Vindhastighet (m/s)	5,6	5,3
Avstånd till närmsta kalhygge (km)	0,7	0,9



Figur 18. Schematisk bild över den utvecklade placeringsmodellen för vindkraftverk för att analysera potentiella konflikter mellan vindkraftsbolagens placering av vindkraftverk och kungsörnarnas biotopval.

¹ <https://www.energimyndigheten.se/Om-oss/Var-verksamhet/Framjande-av-vindkraft/Forskningsprogram/Vindkartering1/Vindkartering/>

² <https://maps.slu.se/get/>

I genomsnitt låg redan byggda vindkraftverk i relativt unga skogsbestånd (regressionskoefficienter, negativt tecken betyder närmare till yngre skog: $-0,62$, $z=-10,18$), på högre höjd (positivt tecken betyder högre höjd, $0,72$, $z=10,62$), på platser med högre vindhastighet ($2,18$, $z=16,97$) och närmare kalhyggen jämfört med slumpmässiga platser ($-0,19$, $z=-2,29$). Skogsålder, altitud och vindhastighet var lika viktiga parametrar, varpå följde avstånd till närmaste kalhygge, och därefter väderstreck och lutning. Dessa resultat visar att hittillsvarande vindkraftsetablering främst skett på platser med bra vindförhållanden i höjdlägen (Tabell 4). Placering av kraftverken i närheten av kalhyggen visar på en potentiell konflikt med kungsörns biotopbehov (t.ex. Figur 19).

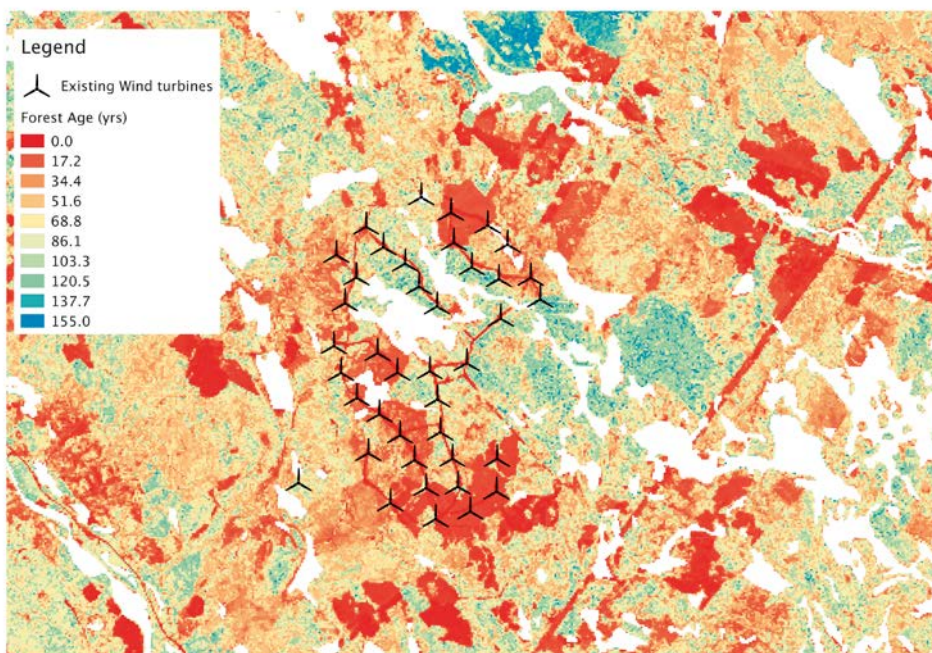
Vi gjorde en liknande analys för projekterade vindkraftverk i Sverige och fick liknande resultat. 2015-01-15 fanns det 4347 projekterade vindkraftverk och vi genererade 4500 slumpmässiga punkter inom 25 km från de planerade vindparkerna och använde samma modell som för byggda vindkraftverk (Tabell 5). Resultaten liknade det som sågs för befintliga vindparker, med högre altitud ($1,03$, $z=27,45$) och vindhastighet ($2,55$, $z=34,53$), kortare avstånd till närmaste kalhygge ($-0,18$, $z=-5,12$), men med ungefär likåldrig skog ($0,07$, $z=2,15$) där kraftverken låg jämfört med slumpmässiga platser.

Tabell 5: Genomsnittlig vindhastighet (49m "över marken"), topografi (altitud, lutning och väderstreck), skogsålder och avstånd till kalhygge vid planerade vindkraftverk och matchande slumpmässiga platser i Sverige.

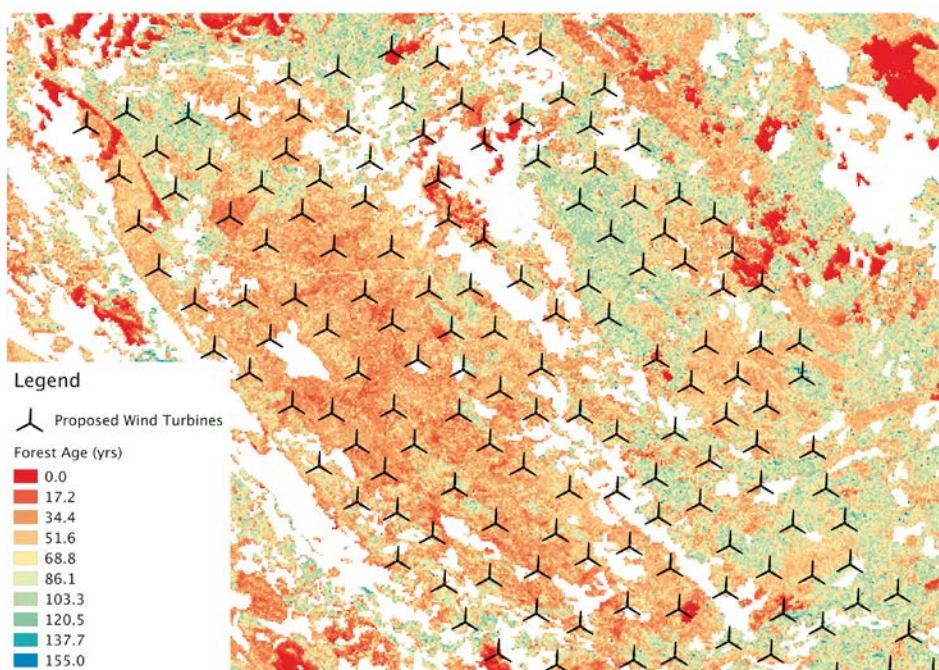
Variabel	Vindpark	Slumpmässig
Skogsålder (år)	56,8	57,6
Altitud (möh)	303,3	174,5
Lutning (grad)	2,3	3,9
Väderstreck (grad)	171,4	158,6
Vindhastighet (m/s)	5,8	5,4
Avstånd till närmsta kalhygge (km)	0,6	2,6

Detta visar tydligt att kriterierna för projekterade vindkraftverk är ungefär likadana som för befintliga etableringar, åtminstone gällande biotopparametrar. Från kungsörns synpunkt, innebär projekterade vindparker och byggda parker därför troligen liknande förutsättningar.

Modelleringsansatsen som vi använt här är ett alternativt sätt att undersöka den potentiella konflikten kungsörn-vindkraft genom att analysera hur platser för redan byggda och projekterade vindparker skiljer sig från slumpmässiga platser. Styrkan i denna ansats är att den kombinerar kunskap om kungsörns miljökrav med en jämförande analys av vindkraftbolagens val av placering av vindkraftverken, vilket har hög relevans för kommande planering.



Figur 19. Vindparken Stor-Rotliden med enskilda kraftverk (svarta) mot bakgrund av karta över skogsålder (källa: kNN³). Notera förekomsten av äldre skog i öster och mycket kalhyggen och ungskog kring vindparken. Vitt representerar andra biotoper än skog.



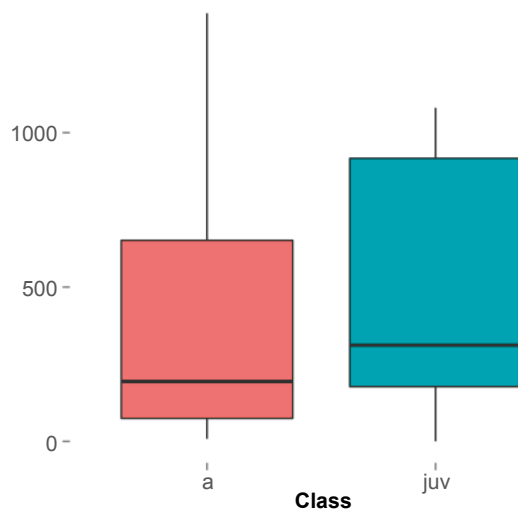
Figur 20. Del av den planerade vindparken Markbygden i Piteå kommun mot bakgrund av karta över skogsålder (källa: kNN³); vindkraftverken markerade i svart. Notera förekomsten av äldre skog i norr och nordost och mycket kalhyggen och ungskog kring vindparken. Vitt representerar andra biotoper än skog.

³ <http://gisweb.slu.se/knngrund/>

9. Flyttningsrörelser för unga och gamla fåglar

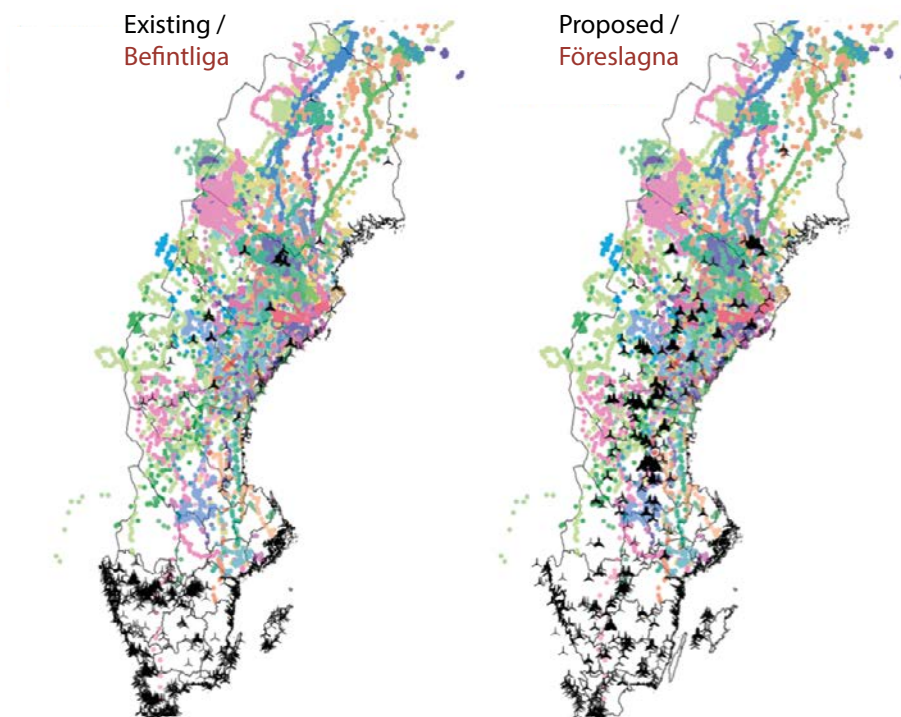
I den tidigare Vindvalrapporten (Hipkiss et al. 2013) visade vi att ungfåglar flyttade långa sträckor under sina vår- och höstflyttningar, vilket även visats tidigare för kungsörnar i Jämtlandsfjällen (Falkdalen et al. 2013), men även att vuxna fåglar ibland lämnade sina revir och flyttade långa sträckor.

Det förelåg en signifikant skillnad i flyttningsavstånd mellan gamla och unga örnar. Unga örnar flyttade längre än vuxna ($t=40,65$, $p<0,01$, Figur 21), men under vissa år kan även vuxna flyttar långa sträckor, sannolikt när födo-tillgången är dålig.



Figur 21. Y-axeln visar genomsnittliga årliga rörelseavstånd ("net squared displacement; NSD") (km^2) för vuxna ($n=36$; röda) och unga ($n=33$; gröna) örnar under 2010–15. De vågräta svarta linjerna visar medianvärden.

Betydelsen av detta resultat för vindkraftsetablering är att unga fåglar i synnerhet exponeras för kollisionsrisker med vindkraftverk över stora avstånd, vilket de initiala studierna inom ramen för vindkraftsbolagens miljökonsekvensbeskrivningar kanske underskattar/inte beaktar. De rapporterade långväga flyttningsrörelserna bland ungfåglar (och ibland även vuxna), till södra Sverige under hösten och vintern, kan öka kollisionsrisken för flyttande individer. Detta indikeras i Figur 22 där flyttningsrörelser hos samtliga flyttande örnar visas med båda befintliga och planerade vindparker. Storskalig projektering av vindparker (höger panel), särskilt i södra Norrland och norra Svealand visar detta. Våra data visar att området även är viktigt för flyttande örnar.



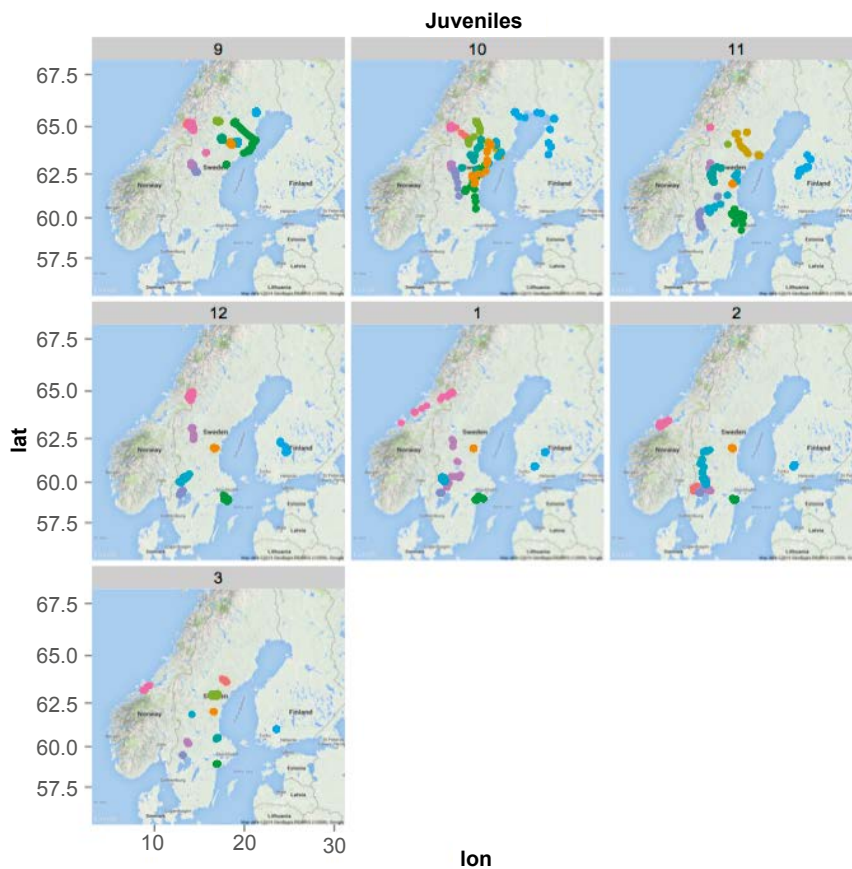
Figur 22. Flyttningsrörelser hos både unga och vuxna GPS-märkta kungsörnar (n=69) under 2010–15 i Sverige, i förhållande till befintliga och planerade vindparker. Färger visar olika individer.

Fortsatta märkningar av årsungar under 2014, visade att samtliga av dessa flyttade söderut under vintern, varav två flyttade till Norge respektive Finland (Figur 23). Under december till februari var de flesta fåglarna stationära. Denna kunskap är viktig eftersom vi tidigare visste väldigt lite om rörelser, biotopval och aktivitet under vintern och därmed var örnarna exponeras för risk att kollidera med vindkraftverk. Utfodring av havsörnar är vanlig vintertid i södra Sverige, och även kungsörnar besöker sådana matningsplatser. Utfodring i närheten av vindparker skulle kunna öka kollisionsrisken för ungfåglar där (Johnston et al. 2013).

10. Pågående och framtida studier

Projektets grundtanke om före-efter studier tonades ner efter överenskommelse med de tidigare finansiärerna, med tanke på det fåtal etableringar som kunde förväntas under 2010–12, till förmån för att fokusera mer generellt på hemområdesstorlek och biotopval.

Vi siktar emellertid fortfarande på att få till stånd en fortsättning på våra kungsörnsstudier, med den ursprungliga ambitionen om före-efter studier, vilket är av central betydelse.



Figur 23. Övervintringsplatser (september–mars) hos unga kungsörnar som märktes med CTT-sändare sommaren 2014. Färger markerar olika individer (n=10).

Vi vet nu vilken projektorganisation och minimibemanning som krävs för att driva projektet vidare, och för att kunna hantera externa önskemål om sändarstudier av örnpär som kan komma från exploatörer av vindparker som inte ingår i Vindvalsstudierna. För att smidigt kunna hantera sådana externa önskemål, har vi dessutom utarbetat en realistisk kostnadsschablon för att i exempelvis ett 3-årigt paket studera ett örnpär vid en befintlig eller planerad vindpark (Bilaga 1). I paketet ingår fångst och sändarmontering på hanen och honan i reviret (år 1), eventuella fältkontroller av sändare, bearbetning, analys och sammanställning av data, inklusive rapportering (år 1-3), samt återfångst och avmontering av sändarna från örnpärna (år 3).

10.1 Fortsatta sändarstudier av kungsörnar vid vindparker och i kontrollområden

För att utöka stickprovstorleken för vindparksområden har vi från och med 2014 även börjat inkludera fler redan byggda vindparker genom att sändarmärka såväl vuxna som årsungar av kungsörn även där.

Vi anser att före-efter-studier är nödvändiga att genomföra, analysera och vetenskapligt publicera med åtminstone några exempel innan projektet kan avslutas på ett seriöst sätt för oss forskare, myndigheter och avnämare. Vi fick inledningsvis stort gehör för detta angreppssätt, från Vindval (VV), Energi-myndigheten (EM), Naturvårdsverket (NV) och de ansökningsgranskare som användes då. Värdet av före-efter-studier har även framhållits av Vindvals relevansgranskare FD Henri Engström. Vårt sätt att närma oss problematiken har även stort stöd i den vetenskapliga litteraturen (t ex Schuster et al. 2015, Zwart et al. 2015).

Före-efter-studier krävs för att kunna komma i närheten av att besvara de kritiska frågorna, som rör den självklara grundläggande och etiskt enda rimliga principen, dvs (om och) hur vindkraftsutbyggnaden kan ske utan påverkan på den biologiska mångfalden, i detta fall representerad av kungsörn. Före-efter-studier har emellertid visat sig vara svårare än förväntat att genomföra, främst med tanke på den något oförutsägbara/svårbedömda utbyggnadstakten för enskilda vindparker. De är trots allt inte omöjliga att genomföra, men förutsätter en realistisk syn från myndigheter och avnämare på att det tar tid, kräver ödmjukhet, uthållighet, mod, tålamod och en vilja att skjuta till de resurser som faktiskt måste till. Med tanke på den mycket blygsamma storleken som Vindvals hittillsvarande utlysningar innebär, anser vi att man från myndighets- och troligen även politiskt håll kraftigt underskattat vilka satsningar som faktiskt behöver göras i ett sådant här fall med en rödlistad, och potentiellt så sårbar art som kungsörn, i anslutning till en storskalig utbyggnad av vindkraft.

10.2 Metaanalys av dödsorsaker och livslängd bland kungsörnar med respektive utan sändare

Vi samarbetar även med forskarna Brian Millsap och Mark Brennan på U.S. Fish & Wildlife Service i New Mexico, som undersöker dödsorsaker och örnarnas överlevnad och livslängd i en meta-analys av flera hundra sändarförsedda kungsörnar från Nordamerika tillsammans med våra svenskmärkta fåglar.

Analyserna pågick fortfarande då denna rapport skrevs, men preliminära resultat visar att dödsorsaken bland nordamerikanska kungsörnar i mer än hälften av fallen berodde på antropogen påverkan, dvs genom förgiftning, illegal jakt, eldöd, kollisioner och liknande. Naturliga dödsorsaker var något vanligare bland ungfågeln.

Meta-analysen syftar även till att bland annat utvärdera om sändare har en negativ påverkan på örnarnas livslängd. Vi har hittills inte fått några underhandsrapporter från dessa undersökningar, men tycker det är viktigt att klargöra om och, i så fall, hur sändare eventuellt har en negativ påverkan på kungsörnar. Vid en tidigare undersökning av ett mindre antal kungsörnar i USA var resultaten något osäkra, med sämre häckningsframgång för radiomärkta örnar under ett av tre år (Marzluff et al. 1997). I en studie av radiomärkta kungsörnar i Skottland där örnarna fångades i boet (Gregory et al. 2003) var häckningsframgången sämre efter märkningstillfället, pga att boplatserna där örnarna fångades övergavs. Det är dock en viktig skillnad jämfört med vår studie att dessa skotska örnar märktes i boet under häckningssäsongen, vilket i sig sannolikt innebär en potentiellt mycket större störningsrisk än att fånga de vuxna örnarna på åtlar sedan ungarna lämnat boet som vi gjorde. En nyare studie (Stahlecker et al. 2015) av GPS-märkta kungsörnar i USA drog inga tydliga slutsatser angående effekter på överlevnad, men författarna föreslog baserat på anekdotiska uppgifter att andra örnar kunde bete sig mer aggressivt mot sändarmärkta örnar. Vi kommer även fortsättningsvis att rutinmässigt skicka in alla upphittade örnar från vår studie till SVA för att dödsorsakerna ska bli opartiskt utredda, samtidigt som vi fortsätter att använda nyare och successivt allt lättare sändare i takt med sändarutvecklingen.

Eftersom sändare har en begränsad livslängd, och flera äldre sändare verkar ha slutat fungera, är det mycket viktigt att försöka fånga in örnar med äldre sändare och byta dessa mot CTT-sändare. Under hösten 2014 genomförde vi därför en pilotstudie med lyckad återfångst av hanen vid Stor-Rotliden. Den äldre Vectronics-sändaren byttes då mot en CTT-sändare, varvid vi glädjande nog även kunde konstatera att denna örn inte fått några skador av Vectronics-sändaren.

Efter de två fallen från 2011, då SVA misstänkte att det var Vectronics-sändare som kunde ha orsakat skadorna hos de två örnar som hittades döda, beslutade vi omedelbart att inte montera på fler Vectronics-sändare. Vi började istället leta efter lättare sändare, utan utanpåliggande antenn.

Från och med fåltsäsongen 2015 försöker vi även återfånga örnar som har äldre sändare med yttre antenn för att, dels byta de äldre sändarna mot de nyare CTT-sändarna, dels fortsätta undersöka förekomst av eventuella skador på örnarna.

10.3 Övriga studier med beröringspunkter med Vindvals kungsörnsprojekt

Eftersom blodprov normalt tas från ungar och vuxna för genetisk könsbestämning av individer som sändarmärks har vi på så sätt kunnat börja bygga upp en biobank med blodprov från kungsörn.

Blodproven avses även användas för en genetisk kartläggning av kungsörnspopulationen, i samarbete med genetisk expertis (Docent Göran Spong) vid Vilt, fisk och miljö, SLU. Blodprov tas även för studier av bland annat örnarnas blybelastning, i samarbete med bl a Professor Jon Arnemo, SLU, FD Åsa Berglund, Umeå universitet (UmU), Professor Anders Bignert och FD Björn Helander vid Naturhistoriska Riksmuseet, Stockholm, Biträdande statsveterinärerna Caroline Bröjer och Erik Ågren vid SVA, Stockholm, och PhD Trish Miller och CEO/VD Mike Lanzone, USA (se 3.4 ovan). De genetiska studierna och analyser av blyhalter finansieras med särskilda bidrag från andra anslagsgivare. Vi har lämnat in prover för att göra en sekvensering av kungsörnens DNA, som beräknas bli klar i slutet av 2016. DNA-sekvenseringen kommer att vara avgörande för kommande kartläggning av den svenska kungsörnspopulationen och ge möjlighet till en genetisk populationsövervakning, t ex genom att studera omsättningen av vuxna individer i häckande par vid vindparker och i kontrollområden, via analys av blodprov som tas från årsungar vid ordinarie ringmärkning. Sannolikt kommer detta att kunna ingå och vara en mycket viktig del i framtida kontrollprogram.

Örnarnas blybelastning kan ha mycket hög relevans i vindkraftssammanhang då förhöjda halter sannolikt ökar kollisionsrisken med till exempel vindkraftverk på grund av negativa effekter på reaktions- och manövreringsförmågan. Förhöjda halter kan bero på att de asätande örnarna gärna äter kadaver och slaktavfall från vilt som med stor sannolikhet innehåller blyrester från ammunition. Denna typ av subletala effekter behöver undersökas mycket mer, bland annat i förhållande till kollisionsrisk med vindkraftverk, kraftledningar, tåg- och biltrafik.

Ansvaret för förvaltning, och att öka kunskapen kring kungsörnens demografi (reproduktion, överlevnad, livslängd, populationsstatus mm), ligger främst hos Naturvårdsverket, men rimligen även hos Energimyndigheten och Trafikverket. Vår forskargrupp har, tillsammans med kollegor med genetisk (Docent Göran Spong, SLU) och ekotoxikologisk expertis (Professor Jon Arnemo, SLU och FD Åsa Berglund, UmU) flera konkreta förslag om hur sådana undersökningar bör gå till och vilka resurser som krävs. Genetiska analyser kan ge svar på många hittills obesvarade frågor, till exempel om kungssörnsstammens populationsstatus, vilka örnrevir/-par som genom sin produktivitet bidrar mest till populationen, och hur omsättningen av vuxna individer i örnparen ser ut i olika revir och olika delar av landet.

11. Förslag till rekommendationer

Våra resultat bekräftar – baserat på ett större dataunderlag och genom kompletterande analyser av framför allt flyghöjden – våra tidigare förslag (Hipkiss et al. 2013) att:

- a) De hittills tillämpade buffertzonerna med 2–3 km radie runt kungsörnsbon innebär ett grovt och enkelt skyddsinstrument, som emellertid kan vara en alltför schablonmässig och otillräcklig metod, eftersom hemområdena inte är symmetriska, dvs inte centrerade i förhållande till boet (Hipkiss et al. 2013, s. 22; Moss et al. 2014). Buffertområdet bör anpassas efter hur örnarna använder sitt hemområde ur biotopsynpunkt, och inte minst inom dess kärnområde. Det innebär att örnarnas rörelser behöver detaljstuderas, antingen med hjälp av traditionella direktobservationer eller sändare, med åtföljande skillnader i dataunderlag och detaljrikedom, det vill säga med avseende på rumslig och tidsmässig täckning av örnarnas rörelsemönster.
- b) Kungsörnar föredrar kalhyggen och sluten skog. Eftersom den genomsnittliga flyghöjden är lägst i prefererade biotoper (kalhyggen och skog med slutet kronskikt) är kollisionrisken störst om vindkraftsparkerna innehåller dessa biotoper. Vindkraftsparker bör designas så att andelen och fläckstorleken av de biotoper som kungsörnarna föredrar är så låg som möjligt. Anläggning av vindkraftsparker i tät ungskog är att rekommendera, där tiden till avverkning bör överstiga vindparkens förväntade livslängd. Hyggen på behörigt avstånd från vindparker kan eventuellt fungera som alternativa jaktmarker och locka till sig örnarna. Ett alternativt sätt att hålla örnar borta från vindparker är att förhindra lokala jaktlag (ny lagstiftning behövs kanske?) att lämna blykontaminerade slaktrester, inom eller i närheten av vindparker.
- c) Branta bergsryggar, klippkanter och liknande används särskilt mycket av örnar, vilket innebär att vindkraftverk bör placeras på behörigt avstånd från sådana branta partier (Hipkiss et al. 2013, s. 26 Figur 4.2 och s. 28; Sandgren et al. 2014; Singh et al. 2016). Höglänta plataer med tät ungskog skulle sannolikt kunna exploateras med förhållandevis låg risk för örnarna, så länge vindturbinerna inte placeras i närheten av de branta partierna.

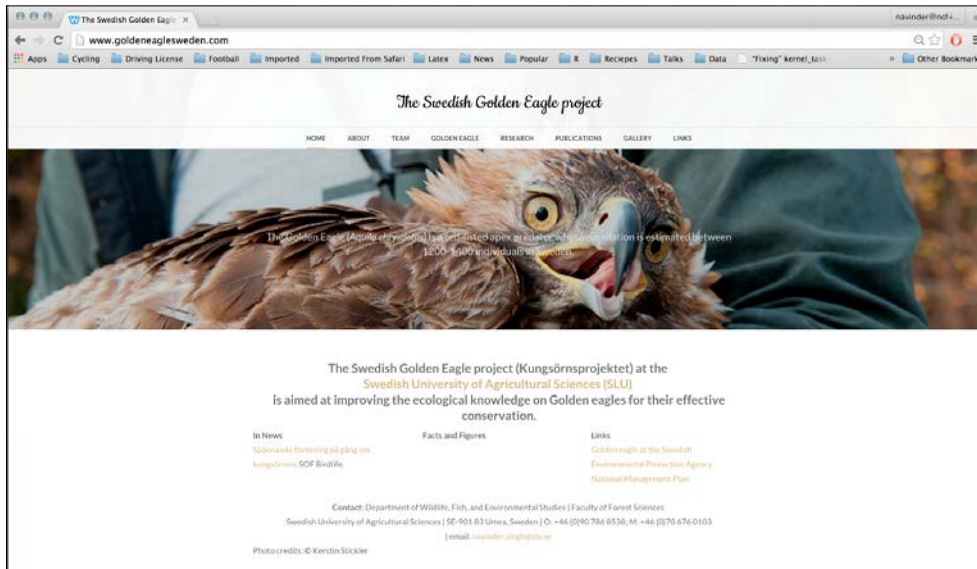
Dessutom stödjer våra nya analyser följande förslag till rekommendationer:

- d) Orsaken till överlappningen mellan rotorbladens svephöjdsintervall och örnarnas flyghöjd bör undersökas närmare. Framför allt bör tillgång till byten och kadaver inom vindparker undersökas genom fältstudier, förslagsvis utförda av vindkraftsbolagen själva i kontrollprogram, för att bedöma om detta påverkar kollisionrisken med enskilda vindkraftverk för örnar som letar kadaver. Såvitt vi vet är kunskapen mycket begränsad om bytesarters kollisioner med vindkraftverk i olika svenska vindkraftparker; se dock Rydell et al. 2011 för referenser till främst internationella kollisionstudier. Det är ändå inget orimligt antagande att tillgången till kadaver, på grund av kollisioner, kan vara högre i än utanför vindparker.

- e) Fortsatta studier med sändare som tar GPS-positioner med hög frekvens inom vindparker bör utföras, för att bättre förstå hur vanligt det är att örnarna flyger in lågt och även går ner på marken, och hur detta kan påverka kollisionsrisken mellan örnar och vindkraftverk.
- f) Etablering av vindparker bör ingå i en långsiktig landskapsplanering där hänsyn tas till framtida förändringar i landskapet med avseende på framför allt andelen och arean av och den rumsliga fördelningen mellan kalhyggen och skog med slutet kronskikt.
- g) Våra analyser av produktivitet för olika örnrevir visar på en mycket stor variation (Hipkiss et al. 2014) och att en del revir måste betraktas som mycket mer hänsynskrävande vid t ex vindkraftsetablering. Detta bör beaktas vid diskussioner om parkernas lokalisering, förslagsvis i dialog med de regionala kungsörnsgrupperna som normalt har bäst överblick över detta.

12. Projektets webbplats

På projektets hemsida www.goldeneaglesweden.com uppdateras all projektrelaterad information. Forskningsnyheter och publikationer finns tillgängliga via hemsidan, tillsammans med bakgrundsinformation, viktiga länkar, fotogalleri och viktiga kontakter. En skärmdump visas nedan.



13. Projektets vetenskapliga rapporter

13.1 Rapporter, publicerade och i tryck

1. Sandgren, C., Hipkiss, T., Dettki, H., Ecke, F. & Hörnfeldt, B. 2014. Habitat use and ranging behaviour of juvenile golden eagles *Aquila chrysaetos* within natal home ranges in boreal Sweden. *Bird Study* 61: 9–16.
2. Moss, E.H.R., Hipkiss, T., Ecke, F., Dettki, H., Sandström, P., Bloom, P.H., Kidd, J.W., Thomas, S.E. & Hörnfeldt, B. 2014. Home-range size and examples of post-nesting movements for adult golden eagles (*Aquila chrysaetos*) in boreal Sweden. *Journal of Raptor Research* 48: 93–105.
3. Hipkiss, T., Moss, E. & Hörnfeldt, B. (2014) Variation in quality of golden eagle territories and a management strategy for wind farm projects in northern Sweden. *Bird Study* 61: 444–446.
4. Bloom, P.H., Kidd, J.W., Thomas, S.E., Hipkiss, T., Hörnfeldt, B. & Kuehn, M.J. (2015) Trapping success of adult golden eagles in northern Sweden using carrion with bow nets. *Journal of Raptor Research* 49: 92–97.
5. Singh, N.J., Moss, E., Hipkiss, T., Ecke, F., Dettki, H., Sandström, P., Bloom, P., Kidd, J., Thomas, S. & Hörnfeldt, B. (2016) Habitat selection by adult golden eagles *Aquila chrysaetos* during the breeding season and implications for wind farm establishment. *Bird Study* (DOI: 10.1080/00063657.2016.1183110).

13.2 Doktorsavhandling

6. Moss, E.H.M. (2015) Habitat selection and breeding ecology of golden eagles in Sweden. Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Umeå.

13.3 Examensarbeten

7. Hedfors, R. (2014) Movement ecology of golden eagles (*Aquila chrysaetos*) and risks associated with wind farm development. Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Umeå.
8. Nilsson, M. (2014) Movement ecology of the golden eagle (*Aquila chrysaetos*) and the semi-domesticated reindeer (*Rangifer tarandus*) – Synchronous movements in a boreal ecosystem. Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Umeå.
9. Sandgren, C. (2012) Habitat use and ranging behaviour of GPS tracked juvenile golden eagles (*Aquila chrysaetos*). Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Umeå.

13.4 Projektets vetenskapliga manuskript (insända eller under revision för tidskrifter)

10. Ecke, F., Moss, E.H.R., Hipkiss, T., Sandström, P., Sjöstedt-de Luna, S. & Hörnfeldt, B. Scale-dependent habitat selection of golden eagles (*Aquila chrysaetos*) in northern Sweden. (under revision).
11. Singh, N.J., Hipkiss, T., Ecke, F. & Hörnfeldt, B. Eagles know where the food is: migration of golden eagles driven by food subsidy from humans? (under revision).
12. Ecke, F., Singh, N.J., Arnemo, J.M., Berglund, Å.M.M., Bignert, A., Borg, H., Bröjer, C., Helander, B., Holm, K., Lanzone, M., Miller, T., Nordström, Å., Räikkönen, J., Rodushkin, I., Ågren, E. & Hörnfeldt, B. Sub-lethal lead exposure changes movement behavior in free-ranging animals (insänt till tidskrift).
13. Singh N.J., Katzner, T., Nilsson, M., Sandstrom, P., Ecke, F., Hörnfeldt, B. Synchronized movements of Golden Eagles exposes them to forbidden prey and toxic food subsidy. (insänt till tidskrift).

Tack

Vi tackar Vindval och huvudfinansiärerna Energimyndigheten, Vattenfall och Statkraft för basfinansieringen av vårt projekt, och även Naturvårdsverket, länsstyrelserna i Västerbottens, Norrbottens, Jämtlands och Västernorrlands län för deras bidrag till finansiering av fler sändare. Vi riktar även ett stort tack till Åke Nordström, Mike Lanzone, Trish Miller, Sonya Juthberg, Erik Andersson, Stefan Andersson och Sture Gustafsson för deras mycket värdefulla fältinsatser, och till Mike Lanzone med medarbetare vid Cellular Tracking Technologies även för goda råd och stöd vid användning av företagets satellitsändare. PO Nilsson Kungsörnsgruppen i Västerbotten, Berth-Ove Lindström Kungsörnsgruppen i Norrbotten, Tomas Bergström länsstyrelsen i Jämtlands län och Peter Nilsson länsstyrelsen i Västernorrlands län tackas för ovärderlig hjälp vid lokalisering och urval av de kungsörnar och örnrevir som ingått i våra studier. Markägare och jakträttsinnehavare tackas för att de varit tillmötesgående och låtit oss arbeta på deras marker. Slutligen tackar vi Henri Engström, Malin Hillström och Torgeir Nygård för deras synpunkter och förbättringsförslag på den här rapporten.

Källförteckning

- 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 Rapport 620, Trondheim.
- Bloom, P.H., Kidd, J.W., Thomas, S.E., Hipkiss, T., Hörnfeldt, B. & Kuehn, M.J. (2015) Trapping success of adult golden eagles in northern Sweden using carrion with bow nets. *Journal of Raptor Research* 49: 92–97.
- Cryan, P.M., Gorresen, P.M., 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. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 111, 15126–15131.
- Dahl, E.L., Bevanger, K., Nygård, T., Roskaft, E. & Stokke, B.G. (2012) Reduced breeding success in white-tailed eagles at Smola windfarm, western Norway, is caused by mortality and displacement. *Biological Conservation*, 145, 79–85.
- Energimyndigheten (2015) Vindkraftsstatistik 2014. Rapport ES 2015:02, Energimyndigheten, Eskilstuna.
- Falkdalen, U., Lindahl, L.F. & Nygård, T. (2013) Fågelundersökning vid Storruns vindkraftanläggning Jämtland. Vindval Rapport 6574, Naturvårdsverket, Stockholm.
- Farfán, M.A., Vargas, J.M., Duarte, J. & Real, R. (2009) What is the impact of wind farms on birds? A case study in southern Spain. *Biodiversity and Conservation*, 18, 3743–3758.
- 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.
- Hipkiss, T., Ecke, F., Dettki, H., Moss, E., Sandgren, C. & Hörnfeldt, B. 2013. Betydelsen av kungsörnars hemområden, biotopval och rörelser för vindkraftsetablering. Rapport 6589, Naturvårdsverket, Stockholm.
- Hipkiss, T, Moss, E. & Hörnfeldt, B. (2014) Variation in quality of Golden Eagle territories and a management strategy for wind farm projects in northern Sweden. *Bird Study*, 61: 444–446.

- Hosmer, D. W. & Lemeshow, S. (2005) Multiple logistic regression (pp. 31-46). John Wiley & Sons, Inc.
- Johnston, N.N., Bradley, J.E., Pomoroy, A.C. & Otter, K.E. (2013) Flight paths of migrating golden eagles and the risk associated with wind energy development in the Rocky Mountains. *Avian Conservation & Ecology*, 8: 12.
- Johnson, G.D., Erickson, W.P., Strickland, M.D., Shepherd, M.F. & Shepherd, D.A. (2000) Avian Monitoring Studies at the Buffalo Ridge Wind Resource Area, Minnesota: Results of a 4-year study. Technical report by WEST Inc. prepared for Northern States Power Co., Minneapolis, MN. [Available from www.westinc.com/wind_reports.php]
- Kaplan, E.D. & Hegarty, C.J. (red.) (2006) Understanding GPS: principles and applications (2nd 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.
- Keating, K.A. & Cherry, S. (2009) Use and interpretation of logistic regression in habitat-selection studies. *Journal of Wildlife Management*, 68, 774–789.
- Kenward, R. (1985) Raptor radio-tracking and telemetry. ICBP Technical Publication No. 5, 409-420.
- Kunz, T.H., Arnett, E.B., Erickson, W.P., Hoar, A.R., Johnson, G.D., Larkin, R.P., Strickland, M.D., Thresher, R.W. & Tuttle, M.D. (2007) Ecological impacts of wind energy development on bats: questions, research needs, and hypotheses. *Frontiers in Ecology and Environment*, 5, 315–324.
- Lanzone, M.J., Miller, T.A., Turk, P., Brandes, D., Halverson, C., Maisonneuve, C., Tremblay, J., Cooper, J., O'Malley, K., Brooks, R.P. & Katzner, T. (2012) Flight responses by a migratory soaring raptor to changing meteorological conditions. *Biology Letters*, 8, 710–713.
- Manly, B., McDonald, L., Thomas, D., McDonald, T. & Erickson, W. (2002) Resource selection by animals: statistical design and analysis for field studies (2nd edition). Kluwer Press, New York, USA.
- Madders, M. & Whitfield, D.P. (2006) Upland raptors and the assessment of wind farm impacts. *Ibis*, 148, 43–56.
- Marques, A.T., Batalha, H., Rodrigues, S., Costa, H., Pereira, M.J.R., Fonseca, C., Mascarenhas, M. & Bernardino, J. (2014) Understanding bird collisions at wind farms: An updated review on the causes and possible mitigation strategies. *Biological Conservation*, 179, 40–52.

- Marzluff, J.M., Vekasy, M.S., Kochert, M.N. & Steenhof, K. (1997) Productivity of golden eagles wearing backpack radiotransmitters. *Journal of Raptor Research* 31: 223–227.
- May, R., Nygård, T., Dahl, E.L. & Bevanger, K. (2013) Habitat Utilization in White-tailed Eagles (*Haliaeetus albicilla*) and the displacement impact of the Smøla wind-power plant. *Wildlife Society Bulletin* 37, 75–83.
- McLeod, D.R.A., Whitfield, D.P., Fielding, A.H., Haworth, P.F. & McGrady, M.J. (2002) Predicting home range use by golden eagles *Aquila chrysaetos* in western Scotland. *Avian Science* 2, 183-198.
- Miller, T.A., Brooks, R.P., Lanzone, M., Brandes, D., Cooper, J., O'Malley, K., Maisonneuve, C., Tremblay, J., Duerr, A. & Katzner, T. (2014) Assessing Risk to Birds from Industrial Wind Energy Development via Paired Resource Selection Models. *Conservation Biology*, 28, 745–755.
- Moss, E.H.R., Hipkiss, T., Ecke, F., Dettki, H., Sandström, P., Bloom, P.H., Kidd, J.W., Thomas, S.E. & Hörnfeldt, B. 2014. Home-range size and examples of post-nesting movements for adult golden eagles (*Aquila chrysaetos*) in boreal Sweden. *Journal of Raptor Research* 48: 93–105.
- Reid, T., Krüger, S., Whitfield, D.P. & Amar, A. (2015) Using spatial analyses of bearded vulture movements in southern Africa to inform wind turbine placement. *Journal of Applied Ecology*, 52, 881–892.
- 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.
- Sandgren, C., Hipkiss, T., Dettki, H., Ecke, F. & Hörnfeldt, B. 2014. Habitat use and ranging behaviour of juvenile golden eagles *Aquila chrysaetos* within natal home ranges in boreal Sweden. *Bird Study* 61: 9–16.
- Schuster, E., Bulling, L. & Köppel, J. (2015) Consolidating the state of knowledge: a synoptical review of wind energy's wildlife effects. *Environmental Management* 56: 300–331.
- Singh, N.J., Moss, E., Hipkiss, T., Ecke, F., Dettki, H., Sandström, P., Bloom, P., Kidd, J., Thomas, S. & Hörnfeldt, B. (2016) Habitat selection by adult golden eagles *Aquila chrysaetos* during the breeding season and implications for wind farm establishment. *Bird Study* (DOI: 10.1080/00063657.2016.1183110).
- Singh, N.J., Yoccoz, N.G., Bhatnagar, Y.V., & Fox, J.L. (2009) Using habitat suitability models to sample rare species in high-altitude ecosystems: A case study with Tibetan argali. *Biodiversity and Conservation* 18: 2893–2908.

- Smallwood, K.S., & Thelander, C.G. (2004) Developing methods to reduce bird mortality in the Altamont Pass Wind Resource Area. California Energy Commission.
- Smallwood, K.S., & Thelander, C.G. (2008) Bird Mortality in the Altamont Pass Wind Resource Area, California. *Journal of Wildlife Management* 72: 215–223.
- Stahlecker, D.W, Johnson, T.H. & Murphy, R.K. (2015) Preening behavior and survival of territorial adult golden eagles with backpack satellite transmitters. *Journal of Raptor Research* 49: 316–319.
- Tjernberg, M. (1983) Habitat and nest site features of golden eagle *Aquila chrysaetos* (L.), in Sweden. *Viltrevy* 12: 131–163.
- Vattenfall Vindkraft AB (2014) Stor-Rotliden vindkraftpark. <http://corporate.vattenfall.se/om-oss/var-verksamhet/var-elproduktion/vindkraft/stor-rotliden-vindkraftpark/>
- Vindlov (2014) Vindbrukskollen. <http://www.vindlov.se>. Accessed on 15th, January 2015
- Watson, J. (2010) *The golden eagle* (2nd edition). T. & A.D. Poyser, London.
- Whitfield, D. P. (2009). Collision avoidance of golden eagles at wind farms under the ‘Band’ collision risk model. Report from Natural Research to Scottish Natural Heritage, Banchory, UK.
- Zimmerling, J.R., Pomeroy, A.C., d’Entremont, M.V. & Francis, C.M. (2013) Canadian Estimate of Bird Mortality Due to Collisions and Direct Habitat Loss associated with Wind Turbine Developments. *Avian Conservation and Ecology* 8.
- Zwart, M.C., Robson, P., Rankin, S., Whittingham, M.J. and McGowan, P. (2015) Using environmental impact assessment and post-construction monitoring data to inform wind energy developments. *Ecosphere*. Vol. 6(2). Art 26.

Bilaga 1

Kostnadsschablon/paketpris sändarmärkning mm per örnpär ¹⁾	år 1	år 2	år 3	år 1-3
1. Projektledare/post doc, N. Singh/NN: 1 mån à 66 000 ^{2,3)}	66 000	66 000	66 000	198 000
2. Forskningsingenjör, Å. Nordström/NN: 1 mån à 52 000 ^{2,4)}	52 000	52 000	52 000	156 000
3. Forskningsingenjör, F. Stenbacka/S. Juthberg: 2 x 0.5 mån à 52 000 ^{2,5)}	52 000	---	52 000	104 000
Delsumma 1 (post 1-3)	170 000	118 000	170 000	458 000
4. Resor m hyrbil ⁶⁾	50 000	20 000	60 000	130 000
5. Traktamente, logi, lönetillägg (1 000/mandag) ⁷⁾	30 000	5 000	35 000	70 000
6. Hyra fångstutrustning, inkl bågnätsfälla	5 000	---	5 000	10 000
7. Sändare: 2 à 25 000 ⁸⁾	50 000	---	---	50 000
8. Positionsabonnemang (CTT): 7 000 ⁹⁾	7 000	7 000	7 000	21 000
9. Databaskostnader mm: 5 000 ¹⁰⁾	5 000	5 000	5 000	15 000
10. Div. material, inkl. tel.	5 000	2 000	5 000	12 000
Delsumma 2 (post 4-10)	152 000	39 000	117 000	308 000
11. SLU-avgift ¹¹⁾ (57% av lönekostnaderna, dvs post 1-3)	97 000	67 000	97 000	261 000
Totalt (Delsumma 1 + 2 + SLU-avgift)	419 000	224 000	384 000	1 027 000

¹⁾ avser dagens (2015) priser för fångst och sändarmontering av ♂ + ♀ i reviret (år 1), eventuella fältkontroller av sändare, bearbetning, analys och sammanställning av data, inkl rapportering per år (år 1-3) och fångst och avmontering av sändarna (år 3); observera att denna beräkning förutsätter att vi får en fortsatt basfinansiering av vårt Vindvalsprojekt

²⁾ beräknad lön (inkl lkp) efter årets revision

³⁾ avser projektledning inkl bearbetning, analys och sammanställning av data, inkl rapportering

⁴⁾ avser fältstöd till projektledningen map fångst, sändarmärkning, eventuella sändarbyten, löpande övervakning av positionskartor på nätet i nära realtid för planering av fältkontroller av sändare, d:o fältkontroller, kontroll av positionskluster mm samt återfångst och avmontering av sändarna från örnarna

⁵⁾ avser fältstöd till projektledningen map medverkan vid fångst och sändarmärkning samt återfångst och avmontering av sändarna från örnarna

⁶⁾ avser resekostnader för hyrbil vid sändarmärkning, fältkontroller av sändare, kontroll av positionskluster mm samt återfångst och avmontering av sändarna från örnarna

⁷⁾ avser övriga resekostnader vid sändarmärkning, fältkontroller av sändare, kontroll av positionskluster mm samt återfångst och avmontering av sändarna från örnarna

⁸⁾ CTT-sändare för märkning av vuxna örnar, i första hand i revir intill planerade eller befintliga vindparker

⁹⁾ uppskattade årliga abonnemangskostnader för leverans av positionsdata från aktiva sändare

¹⁰⁾ årlig projektkostnad för utnyttjande/underhåll av databasen WRAM (Wireless Remote Animal Monitoring)

¹¹⁾ notera att SLU-avgiften fn är 57% av lönesumman

Bilaga 2

Alla kungsörnar som sändarmärkts i projektet tom 2014. ¹R = referensrevir, V = vindkraftsrevir; ²VAS = Vectronics Aerospace, MTI = Microwave Telemetry, CTT = Cellular Tracking Technologies. ³GPS-positioner fram tom 15-07-21. ⁴Status sommaren 2015: Död = säkert eller sannolikt död, Okänd = ingen sändarkontakt¹, OK = bedömd som OK; döda örnar undersöktes normalt av Statens veterinärmedicinska anstalt (SVA).

ID-#	Ålder	Kön	Märk.datum	Revir ¹	Styp ²	Antal GPS-positioner ³	Senaste kontakt	Status ⁴	Kommentarer
1	juv	?	2010-07-07	R1	VAS	1826	2010-08-28	Död	Hittades död (dödsorsak okänd); rapport U110302-0442
2	juv	?	2010-07-07	R2	VAS	5129	2012-04-14	Okänd	
3	juv	?	2010-07-07	R3	VAS	8234	2015-06-19	OK	
4	juv	M	2010-07-14	R4	VAS	9653	2015-08-27	OK	
5	juv	M	2010-07-14	R5	VAS	4533	2011-08-09	Okänd	
6	ad	F	2010-10-08	R6	MTI	4622	2014-05-11	Okänd	
6			2011-09-25		VAS		2014-05-11		Ny sändare
7	ad	F	2010-10-08	V1	VAS	274	2011-03-25	Okänd	
8	ad	F	2010-10-13	R4	MTI	7948	2014-01-18	Död	Hittades död (påkörd av tåg); rapport U140124-0229
9	ad	F	2010-10-19	R2	VAS	4630	2015-05-02	Okänd	Lossliten sändare funnen 2015-05-05
10	ad	F	2010-10-19	R1	VAS	5686	2014-08-19	Okänd	
11	ad	M	2010-10-22	V2	MTI	99	2011-03-08	Död	Hittades död av Sture G (dödsorsak okänd); ej SVA
12	ad	M	2010-11-05	R1	MTI	11470	2015-09-04	OK	
13	ad	M	2010-11-06	R5	VAS	30	2011-02-22	Död	Hittades död (påkörd av tåg)
14	juv	M	2011-06-28	V3	MTI	2019	2012-07-07	Okänd	
15	juv	M	2011-06-28	V3	MTI	941	2011-09-08	Okänd	
16	juv	F	2011-07-06	V4	VAS	843	2012-03-22	Död	Hittades död (trolig förföljelse); rapport U120209-0284
17	juv	?	2011-07-06	R3	MTI	798	2011-09-20	Okänd	Sändaren hittades 2011-09-20/ Drop off
18	juv	M	2011-07-06	R3	MTI	90	2011-07-15	Okänd	Omärkt, varför?
19	juv	F	2011-07-11	R4	MTI	414	2011-10-23	Okänd	
20	juv	F	2011-07-11	V5	VAS	366	2012-02-23	Okänd	Sändaren hittades 2012-02-23/ drop off
21	juv	F	2011-07-11	R6	MTI	627	2011-10-21	Okänd	
22	ad	M	2011-09-23	V5	VAS	3989	2012-08-31	Död	Hittades död (dödsorsak okänd); rapport U120912-0325

ID-#	Ålder	Kön	Märk.datum	Revir ¹	Styp ²	Antal GPS- positioner ³	Senaste kontakt	Status ⁴	Kommentarer
23	ad	M	2011-09-23	R4	VAS	3622	2012-08-25	Okänd	
24	ad	F	2011-09-20	V4	VAS	187	2012-05-08	Död	Hittades död (dödsorsak blyförgiftning); rapport U120516-0411
25	juv	M	2011-09-29	V4	VAS	1970	2013-05-26	Död	Hittades död (eldödad/kraftledning)
26	ad	M	2011-09-30	V4	VAS	2361	2012-08-09	Okänd	
27	ad	F	2011-10-02	R3	VAS	929	2012-09-12	Okänd	
28	ad	M	2011-10-02	V6	VAS	5473	2015-09-05	OK	
29	ad	F	2011-10-04	V3	VAS	1752	2012-08-26	Okänd	
30	ad	M	2011-10-04	V3	VAS	35061	2015-09-05	OK	
30			2014-08-30		CTT				Ny sändare
31	ad	M	2011-10-04	R3	VAS	4876	2015-07-02	OK	
32	ad	F	2011-10-07	V6	VAS	1965	2014-06-18	Okänd	
33	sub	M	2011-10-08	V7	MTI	78	2011-10-31	Okänd	
34	ad	F	2011-10-09	V7	VAS	268	2012-05-27	Död	Hittades död (trolig förföljelse); ben i halsen enligt SVA + äldre påskjutning
35	ad	M	2011-10-14	R7	VAS	4202	2014-07-07	Okänd	
36	ad	M	2011-10-10	R8	VAS	214	2012-03-16	Okänd	
37	ad	F	2011-10-12	V5	VAS	143	2011-10-28	Död	Hittades död (dödsorsak okänd); rapport U111111-0273
38	ad	M	2011-10-14	R6	MTI	10453	2015-09-04	OK	
39	ad	F	2011-10-14	R7	VAS	2035	2015-06-12	OK	
40	ad	M	2011-10-17	R8	VAS	87	2012-06-09	Okänd	
41	ad	F	2011-10-20	V8	VAS	27	2011-10-26	Okänd	
42	ad	F	2011-10-20	R9	VAS	107	2011-11-06	Död	Hittades död (dödsorsak okänd); rapport U111111-0272
43	ad	M	2011-10-31	V8	VAS	3135	2015-08-16	OK	
44	juv	M	2014-07-10	R11	CTT	1853	2014-08-06	Okänd	
45	juv	F	2014-07-11	R12	CTT	2177	2014-08-11	Okänd	
46	juv	F	2014-07-11	R13	CTT	12401	2015-09-01	OK	
47	juv	F	2014-07-12	V9	CTT	27261	2015-09-05	OK	
48	juv	M	2014-07-12	V10	CTT	1562	2014-08-04	Okänd	Sannolikt död; eftersatt utv. vid sändarmärkning, fjädrar funna 2014-09-12 men ingen sändare

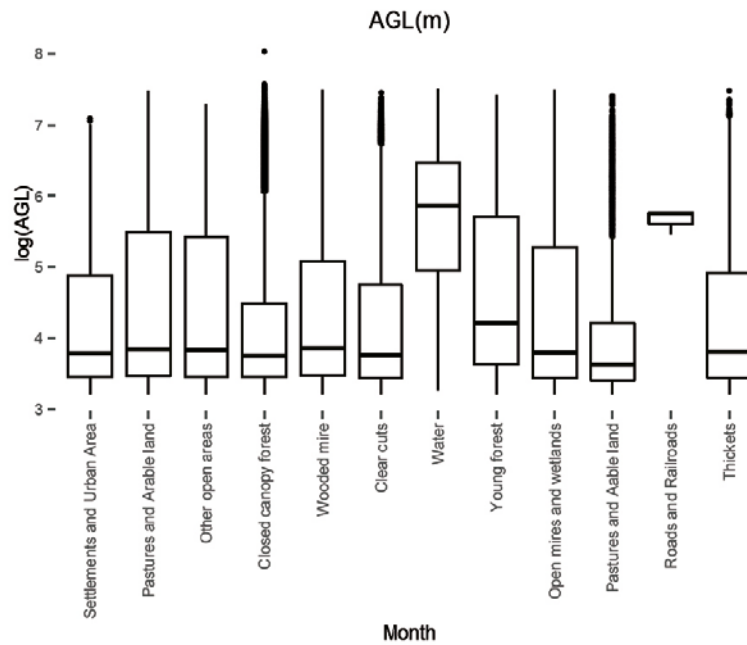
ID-#	Ålder	Kön	Märk.datum	Revir ¹	Styp ²	Antal GPS- positioner ³	Senaste kontakt	Status ⁴	Kommentarer
49	juv	F	2014-07-12	V10	CTT	1985	2014-09-17	Död	Funnen i dåligt skick; rapport U140926-0111
50	juv	M	2014-07-13	R14	CTT			Okänd	Sändare ur funktion
51	juv	F	2014-07-13	R15	CTT	5641	2015-05-07	Okänd	
52	juv	F	2014-07-10	R16	CTT	19300	2015-07-08	Okänd	
53	juv	M	2014-07-10	V3	CTT	4102	2014-11-25	Död	Trafikdöd; rapport U141218-0408
54	juv	F	2014-07-11	V11	CTT	1617	2014-08-02	Okänd	
55	juv	F	2014-07-11	V12	CTT	1801	2014-08-24	Okänd	
56	juv	F	2014-07-12	V4	CTT	33667	2015-09-03	OK	
57	juv	F	2014-07-13	R17	CTT	3061	2014-08-29	Okänd	
58	juv	M	2014-07-13	V13	CTT	31985	2015-09-05	OK	
59	juv	M	2014-07-14	R18	CTT	2933	2014-09-13	Okänd	
60	juv	M	2014-07-14	R18	CTT	8405	2015-09-04	OK	
61	juv	M	2014-07-22	R19	CTT	2306	2014-08-26	Död	Eftersatt i utv. vid sändarmärkning; sändare inplöckad från död juv (i boet); ej skickad till SVA
62	juv	M	2014-07-23	R20	CTT	1293	2014-08-11	Okänd	Eftersatt i utv. vid sändarmärkning
63	juv	M	2014-07-23	R21	CTT	25753	2015-08-29	OK	
64	juv	M	2014-07-19	V14	CTT			Okänd	lakttagen på åtel vintern 2015, men sändaren ur funktion
65	juv	F	2014-07-20	R22	CTT	9045	2015-07-07	Okänd	
66	ad	F	2014-08-30	V3	CTT	12885	2015-09-05	OK	
67	ad	M	2014-09-12	V10	CTT	23688	2015-09-02	OK	
68	ad	F	2014-09-17	V10	CTT	8179	2015-09-04	OK	
69	ad	F	2014-09-18	V11	CTT	5543	2015-06-12	Okänd	
70	ad	M	2014-10-04	V11	CTT	21849	2015-09-05	OK	

¹⁾ Okänd innebär endast att vi inte har någon sändarkontakt med dessa örnar; observera att detta inte kan tolkas som att dessa fåglar är döda.

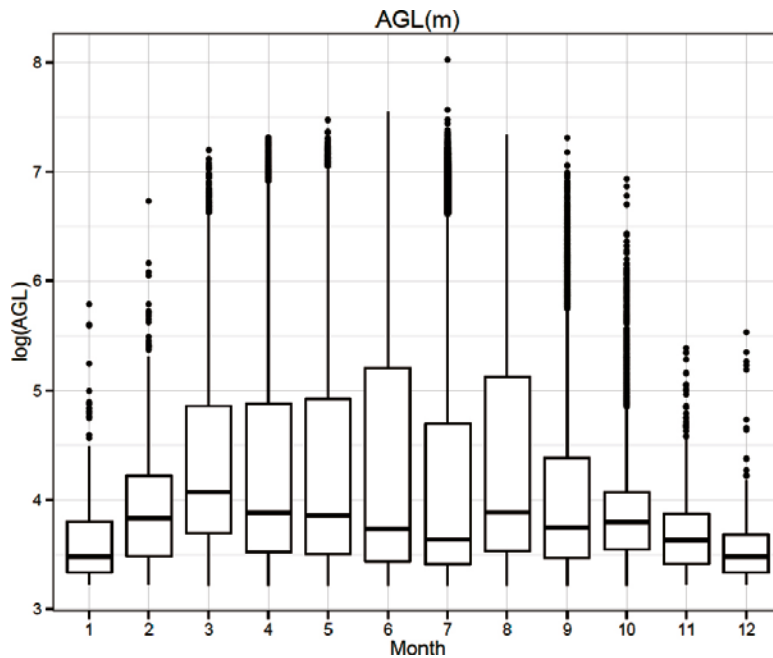
²⁾ Ungefär 10 av de ungfåglar som sändarmärktes innan de lämnade boet 2014 slutade sända positioner efter endast ca 1–2 månader. Vi vet inte orsaken till detta, men sändarna var tyvärr inställda på att ta positioner väldigt frekvent redan från början, vilket ledde till att de solcellsdrivna batterierna laddade ur rätt snabbt. Efter ett tag slutade sändarna då att sända men fortsatte att ta positioner, samtidigt som batterierna troligen laddades ur ännu mer. Vi såg i efterhand att en sändare inte kan ha fungerat då den monterades, och i ett fall har en av dessa örnar setts levande på en åtel vårvintern 2015, men uppenbarligen med en sändare som ej fungerade. Eventuellt kan fler av de ”tysta” sändarna vara ur funktion, men vi kan inte avgöra om så är fallet eller ifall någon av dessa ungfåglar faktiskt dött.

Bilaga 3

Figurer över flyghöjd i logskala



Kungsörnpositionernas höjd över marknivån (m) i logskala i olika biotoper. Svart vågrät, heldragen linje = medianvärde; boxarnas under- och överkant = första resp. tredje kvartilen). Baserat på 13 vuxna örnar med Vectronics-sändare under 2010-13.



Månadvisa flyghöjder (m) i logskala hos vuxna kungsörn (N=36 örnar) med VAS-, MTI- eller CTT-sändare under 2010-15. Vågräta svarta linjer i boxarna visar medianvärdet, de översta och nedre kanterna visar de första resp. tredje kvartilerna.

Betydelsen av kungsörnars hemområden, biotopval och rörelser för vindkraftsetablering

Del 2

NAVINDER J SINGH, TIM HIPKISS,
FRAUKE ECKE, BIRGER HÖRNFELDT

Rapporten beskriver biotopval, flyghöjd och rörelsemönster som studerats under 2011-2015 för kungsörnar som märkts med GPS-sändare i norra Sverige.

Forskare vid SLU i Umeå har gjort analyser som bekräftar tidigare resultat, att kalhyggen och skog med slutet kronskikt föredrogs av örnarna. Ungskog samt myr- och våtmarker var miljöer som undveks. Örnarnas genomsnittliga flyghöjd var lägre över biotoper som föredrogs. Detaljstudier i och i närheten av en vindpark visade att örnarna flög högre i närheten av vindkraftverken än utanför parken. De verkar fortsätta att använda området efter etablering av vindkraft och går även ner på marken där, troligen för födosök. Detta kunde påvisas med en ny typ av sändare som tog positioner med mycket hög frekvens. Örnar som häckar i norra Sverige gör ibland långa flyttningsrörelser både söder- och norrut.

Forskarna har använt förbättrade metoder för att analysera örnarnas hemområden och visar att de varierar mycket i storlek och är mindre under än efter häckningsperioden.

I denna rapport, liksom i den tidigare, framhålls att cirkelformade buffertzoner är ett alltför grovt mått för att användas som skyddsavstånd från boplatser. Forskarna förordar i stället noggranna fältstudier för att se var örnarna flyger och att hänsyn behöver tas till dessa platser.

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 kunskaps-sammanställningar och synteser kring effekter och upplevelser av vindkraft.

RAPPORT 6734

NATURVÅRDSVERKET
ISBN 978-91-620-6734-2
ISSN 0282-7298

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

