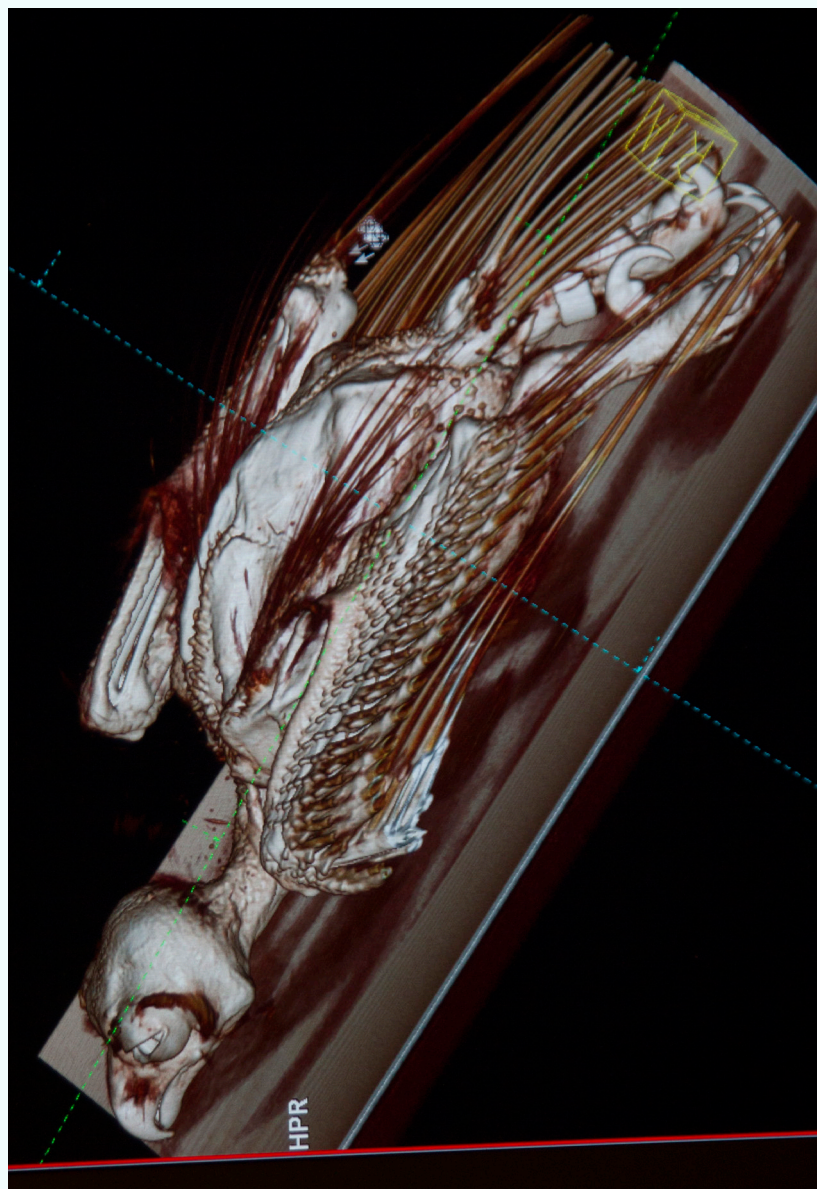


# Evaluering av effekt av satellittsendere på snøugle *Bubo scandiacus* i Norge og Canada

Oddvar Heggøy, Tomas Aarvak, Ingar Jostein Øien, Karl-Otto Jacobsen & Roar Solheim

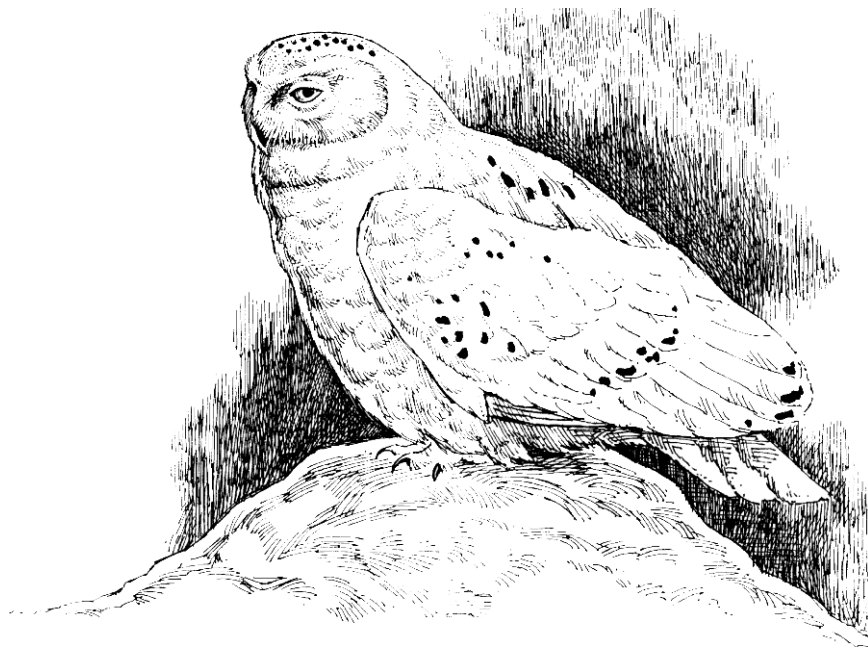


Partnership for  
nature and people



# Evaluering av effekt av satellittsendere på snøugle *Bubo scandiacus* i Norge og Canada

Oddvar Heggøy, Tomas Aarvak, Ingar Jostein Øien,  
Karl-Otto Jacobsen & Roar Solheim



Tegning: © Trond Haugskott

© NOF - BirdLife Norway

E-mail: [nof@birdlife.no](mailto:nof@birdlife.no)

**Rapport til:** Miljødirektoratet

**Publikasjonstype:** Digitalt dokument (pdf)

**Forsidebilde:** CT-skann av snøuglehunnen Marna

**Redaktør:** Ingar Jostein Øien

**Anbefalt referanse:** Heggøy, O., Aarvak, T., Øien, I.J., Jacobsen, K.-O. & Solheim, R. 2015. Evaluering av effekt av satellittsendere på snøugle *Bubo scandiacus* i Norge og Canada. NOF-Rapport 4-2015. 40 s.

ISSN: 0805-4932

ISBN: 978-82-78-52125-0



## SAMMENDRAG

Ny teknologi har i løpet av de siste tiårene gjort det mulig å kartlegge ville fuglers forflytninger i stor utstrekning både i tid og rom. Den raske utviklingen innenfor teknologi, lagring og formidling av data, fører til stadig mindre sporingsenheter hvorav noen nå er tilgjengelig for bruk også på våre aller minste fuglearter. Til tross for dette handler mye fremdeles om avveininger mellom enhetenes vekt og funksjonstid, samt hvor detaljert informasjon studiene har behov for.

Det norske snøugleprosjektet ble startet i 2005, som et samarbeid mellom Norsk institutt for naturforskning (NINA), Agder Naturmuseum (ANM) og Norsk Ornitologisk Forening (NOF). Prosjektets overordnede målsetning er å kartlegge vandringer og habitatbruk hos snøugle *Bubo scandiacus* utenom hekketida, for å få oversikt over om vi har en regional bestand av snøugle, eller om arten har et kontinentalt (sirkumpolart) forflytningsmønster. Snøuglas regionale bestandsforhold, artens biologi og de viktigste trusselfaktorene i snøuglas leveområder blir også undersøkt. Dette er kunnskap som vil være helt sentral for å avdekke årsaker til artens tilbakegang globalt og regionalt, og for å sette i verk bevaringstiltak. Flere metoder benyttes for å besvare disse problemstillingene, men bruk av satellittsendere er et sentralt og helt nødvendig virkemiddel. Genetiske analyser og isotopanalyser er også tatt inn som nye verktøy i prosjektet de siste årene, men kan ikke erstatte bruk av satellittsendere.

For at resultatene fra dette arbeidet skal være så representativt og godt som mulig, er det en forutsetning at metodikken som benyttes ikke har vesentlig innvirkning på snøuglenes normale levesett. Derfor etterstrebes det å redusere eventuelle negative effekter til et absolutt minimum. Denne rapporten tar for seg potensielle negative effekter av instrumentering med satellittsendere på snøuglas atferd og overlevelse. Det norske snøugleprosjektets tillatelse til fangst av snøugle for påmontering av satellittsendere i perioden 2011-2015 ble trukket tilbake av Direktoratet for naturforvaltning i 2012 (ref.: 2011/3906 ART-VI-ORD). Denne rapporten er derfor viktig for å utrede eventuelle negative effekter av satellittsendere på snøugler.

De fleste snøuglene som har blitt observert i tiden etter instrumenteringen har oppført seg normalt, men avbitt seletøy og bitemerker på sendernes antenne tyder på at noen av fuglene forsøker å kvitte seg med satellittsenderne. Dette kan potensielt føre til mindre årvåkenhet, og dermed større sannsynlighet for at ugla kan bli tatt av en annen predator. Andre individer har tilsynelatende ingen problemer med å være instrumentert, og seletøy som er innhentet etter flere års bruk har i flere tilfeller vært «så godt som nytt». I de tilfellene der det har vært mulig å fastslå dødsårsak hos instrumenterte snøugler har denne etter alt å dømme hatt lite med instrumenteringen å gjøre.

Det ble ikke funnet sammenhenger mellom vekt ved instrumentering eller kjønn og sannsynlighet for mortalitet. Det var heller ingen sammenheng mellom vekt ved instrumentering og sendernes funksjonstid. Videre ble det ikke funnet sammenhenger mellom sendertype og satellittsenderens funksjonstid. Satellittsenderens funksjonstid var signifikant kortere enn forventet levetid for individuelle snøugler, men observasjoner av fugler i live etter at sendere var mistet og/eller hadde sluttet å fungere, samt muligheten for teknisk feil ved senderne gjør at denne forskjellen etter alt å dømme er mindre enn det tallene viser. Det ble også funnet en signifikant sammenheng mellom sendernes funksjonstid og hvilket land snøuglene oppholdt seg i ved sendestopp.

Basert på resultatene fra alle snøugler vi har instrumentert med satellittsendere er det ikke mulig å konkludere med at noen av de påviste dødsfallene hos snøugler instrumentert gjennom det norske snøugleprosjektet har vært forårsaket av instrumenteringen. Negative effekter kan imidlertid ikke utelukkes helt, og fortsatt fokus på denne problemstillingen er viktig for at negative effekter ved instrumentering skal kunne reduseres til et minimum.



Ingar Jostein Øien slipper en snøugle med satellittsender på Finnmarksvidda i 2011. Seansen ble filmet av Torgeir Beck Lande. Foto: Tomas Aarvak

## INNHOOLD

1.	INNLEDNING .....	4
	TEKNOLOGI FOR SPORING AV VILLE DYR OG FUGLER .....	4
	SNØUGLA OG DET NORSKE SNØUGLEPROSJEKTET.....	5
2.	MATERIAL OG METODE .....	6
	STUDIEART .....	6
	STUDIESTED .....	7
	FANGST .....	7
	BEHANDLING .....	10
	SATELLITSENDERE .....	11
	UNDESØKELSER AV EFFEKTER AV SENDERE .....	13
	STATISTISKE ANALYSER.....	13
3.	RESULTATER.....	14
	SATELLITSENDERNES FUNKSJONSTID.....	14
	DØDSÅRSÅK .....	16
	KJENT DØDELIGHET HOS SNØUGLER UTEN SENDER.....	18
	OVERSIKT OVER GJENFUNN AV SATELLITSENDERE BENYTTET PÅ SNØUGLER I NORGE.....	20
	<i>Herman</i> .....	20
	<i>Edvard</i> :.....	21
	<i>Espa</i> : .....	22
	<i>Marna</i> : .....	23
	<i>Kengu</i> :.....	25
	<i>Irina</i> : .....	26
4.	DISKUSJON .....	26
	MULIG PÅVIRKNING AV SATELLITSENDERE PÅ SNØUGLE.....	26
	KJENT DØDELIGHET HOS SNØUGLER UTEN SENDER.....	27
	FORSKJELLER MELLOM OPPHOLDSTED OG SATELLITSENDERNES FUNKSJONSTID .....	28
	OPPSUMMERING AV OBSERVERT DØDELIGHET OG SENDERSTOPP.....	28
	ALTERNATIVE METODER FOR KARTLEGGING AV SNØUGLAS VANDRINGER .....	30
	KONKLUSJON .....	31
5.	LITTERATUR .....	32
	VEDLEGG A – DIAGNOSTISKE DATA .....	35

## 1. INNLEDNING

### Teknologi for sporing av ville dyr og fugler

De siste to-tre tiårene har en rekke forskjellige typer sendere og dataloggere blitt tilgjengelige for å spore trekk, andre forflytninger og territoriebruk hos ville fugler. Som et resultat av en pågående reduksjon av størrelse og vekt på denne type teknologi, er slike hjelpemidler nå også tilgjengelig for de minste fugleartene (Bridge mfl. 2011). Dette har ført til et stadig økende antall studier hvor denne type teknologi har blitt tatt i bruk (Barron mfl. 2010).

I over 50 år har konvensjonelle VHF (very high-frequency) radiosendere vært i bruk på ville dyr (se bl.a. Barron mfl. 2010, Calvo & Furness 1992). Dette er enheter som sender ut elektromagnetiske signaler med bølgelengder lengre enn infrarødt lys (radiobølger), som kan oppfanges av radiomottakere (Kenward 2001). Problemet med bruk av VHF-radiosendere er at man må være innenfor en viss avstand fra det radiomerkede individet for at det skal kunne peiles triangulært (Cagnacci mfl. 2010). Bruk av VHF-radiosendere på ville dyr innebærer dermed som regel en stor feltinnsats, og det forutsetter samtidig at det radiomerkede individet ikke flytter seg ut av området hvor det er mulig å peile. Etter hvert har radiotelemetri som baserer seg på satellittpeiling blitt stadig mer tilgjengelig for bruk på ville dyr og fugler. Siden den første fuglen, en hvithodehavørn *Haliaeetus leucocephalus*, ble utstyrt med satellittsender i 1984, har disse senderne nå blitt så små at de kan benyttes på relativt små fuglearter (Microwave Telemetry, Inc. 2015). På midten av 1990-tallet gjorde GPS-teknologien sitt inntog i radiotelemetrien, og førte til utvikling av GPS-satellittsendere til bruk på ville dyr og fugler (Tomkiewicz mfl. 2010). Dette medførte bl.a. økt nøyaktighet og kontinuitet på posisjonsdataene (Bridge mfl. 2011). Til tross for at GPS-satellittsendere ofte er noe dyrere enn satellittsendere som beregner posisjonsdata ut fra Doppler-effekten, er disse ofte å foretrekke framfor Doppler-satellittsendere i undersøkelser av fuglers flytningsmønster, bl.a. på grunn av større nøyaktighet (Bridge mfl. 2011, Cagnacci mfl. 2010, FAO 2007). Ulempen med GPS-satellittsendere er at de krever mye strøm, og at de derfor som regel må basere seg på solcellepanel for å få tilstrekkelig strøm til å fungere over tid. Det medfører at slike sendere er best egnet for å få data i den lyse årstiden hos fugler som oppholder seg i nordlige områder om vinteren.

I tillegg til at satellittsenderne ikke krever manuell peiling, og gir signaler uavhengig av hvor bæreren befinner seg på kloden, kan de også gi mer innholdsrike data enn hva man får fra konvensjonelle VHF-radiosendere. Dette inkluderer diagnostiske data som temperatur, aktivitetsnivå og batterikapasitet. Den teknologiske utviklingen har medført store forbedringer i strømforbruk og nøyaktighet til satellittsendere, som nå er tilgjengelige med vekt på under 5 gram (Microwave Telemetry, Inc. 2015). Selv om de minste VHF-radiosenderne som produseres fortsatt er en god del mindre, medfører den teknologiske utviklingen at størrelsesforskjellen mellom VHF-radiosendere og satellittsendere stadig reduseres. Avveininger mellom sendernes vekt, soliditet og funksjonstid er imidlertid fremdeles en av de største utfordringene for denne teknologien (Tomkiewicz mfl. 2010).

GPS/GSM-sendere (Global System for Mobile Communication) er forventet å kunne ta over for en del av bruken av satellittsendere i årene som kommer (Bridge mfl. 2011). Dette er sendere som bruker GSM-nettet (mobilnettet) til å sende posisjonsdata, som innhentes med GPS-teknologi. GPS/GSM-sendere koster noe mindre enn vanlige satellittsendere, og kan også oppdateres underveis med mobiltelefoner. Teknologien har foreløpig ikke kommet så langt at man kan bruke senderne på de



minste artene, men for de litt større artene er GPS/GSM-sendere aktuelle. Også for disse er det strømforbruket som er flaskehalsen for utstyrets vekt og bruksområder.

Avveiningene mellom vekt og funksjonstid kan langt på vei unngås ved å kutte ut senderenhetene helt. Dette er også det som er gjort med de arkiverende dataloggere som benyttes i dag, som kan deles inn i GPS-baserte enheter (GPS-loggere) og enheter som registrerer lysintensitet (global location sensing loggers; GLS-loggere eller lysloggere) (Bridge mfl. 2011). Elektronikken har gjennomgått en omfattende utvikling både i forhold til størrelsesreduksjon og energibruk, og det produseres nå GPS-loggere med vekt på ca. 1,0 gram (Sirtrack 2014), og lysloggere med vekt på kun 0,3 gram (Fox 2014). Den store ulempen med disse dataloggerne er at det generelt forutsettes at de instrumenterte fuglene må gjenfanges for å få tilgang til datamaterialet som samles inn. Lysloggere er også langt mindre nøyaktige enn andre sporingsenheter ( $\pm 100$ km; Bridge mfl. 2011, 2013). Selv om bruk av dataloggerne har store fordeler i forhold til tradisjonell ringmerking, er radiosendere eller GPS/GSM-sendere likevel det klart beste alternativet for sporing av større fuglearter i tilfeller der sannsynligheten for gjenfangst er liten.

## **Snøugla og det norske snøugleprosjektet**

Snøugla *Bubo scandiacus* er en art som gikk dramatisk tilbake som hekkefugl i Norge i løpet av 1900-tallet (Haftorn 1971, Jacobsen 2005, Jacobsen mfl. 2014). Arten er nå først og fremst å finne i våre tre nordligste fylker, hvor forekomsten varierer kraftig som følge av de periodiske fluktuationene i smågnagerbestandene (Heggøy & Øien 2014). Trolig vandrer snøuglene over store deler av utbredelsesområdet på jakt etter områder med smågnagerbestander i toppfase (høye tettheter/store antall), som snøuglene er avhengige av for å gjennomføre hekking. Hvorvidt snøuglene som hekker i Norge er en del av en felles bestand som forflytter seg over hele, eller kun deler av utbredelsesområdet, er usikkert. Mye tyder likevel på at de fuglene som hekker i Fennoskandia og vest i Russland utgjør en egen «delbestand», og at flere (5-10) slike løse delbestander (såkalte «loose boids») finnes innenfor artens utbredelsesområde (Jacobsen mfl. 2014, Potapov & Sale 2012). Samtidig skjer det sannsynligvis en god del utveksling av snøugler, og dermed genetisk materiale, mellom disse «delbestandene» (Marthinsen mfl. 2008).

Det norske snøugleprosjektet ble startet i 2005, som et samarbeid mellom Norsk institutt for naturforskning (NINA), Agder Naturmuseum (ANM) og Norsk Ornitologisk Forening (NOF). Prosjektet har hatt en sentral rolle i internasjonal forskning og bevaringsarbeid på snøugler gjennom den internasjonale snøugle-arbeidsgruppen (International Snowy Owl Working Group (ISOWG)). I tillegg til å kartlegge snøuglas bestandsforhold nasjonalt og regionalt, er det norske snøugleprosjektets formål først og fremst å avdekke om den norskhekkende bestanden er regional eller sirkumpolar, ved å kartlegge vandringer og habitatbruk hos snøugle utenom hekketida. Det er også ønskelig å kartlegge eventuelle faste overvintringsområder for arten.

Gjennom prosjektet samles det også inn data om artens biologi i og utenfor hekketida, inkludert habitatbruk og næringsdata. Det blir i tillegg gjort en innsats for å kartlegge de viktigste trusselfaktorene som snøugla er utsatt for i sine leveområder. Dette er data som kan ha betydning for å avdekke årsakene til tilbakegangen hos denne arten, og øke kunnskapen om hva som styrer artens opptreden i Norge. Snøugla har per i dag status som «sterkt truet» (EN) på den norske rødlista (Kålås mfl. 2010).

For å besvare prosjektets mest sentrale problemstillinger benyttes flere metoder. Et av de viktigste virkemidlene er bruk av satellittsendere gjennom flere hekkesesonger. I 2014 ble også genetiske analyser og isotopanalyser tatt inn som nye verktøy i prosjektet (Jacobsen mfl. 2015). En av utfordringene ved instrumentering av ville dyr og fugler er de potensielt forstyrrende effektene av selve instrumenteringen på normal atferd, fysiologi og økologi. I tillegg til den etiske problematikken ved dette, vil også slike effekter kunne medføre feilaktige forskningsresultater og konklusjoner. En rekke publikasjoner viser at dette er problemstillinger som er høyst reelle, men som ofte ikke blir tatt tilstrekkelig hensyn til (se bl.a. Barron mfl. 2010, Vandenabeele mfl. 2012). En stor andel av studiene som er gjort innenfor dette feltet viser at økt energibruk og reproduksjonsrelaterte effekter er blant de vanligste effektene av instrumentbruk på fugler.

Denne rapporten er et bidrag til forskningen på potensielle effekter av bruk av satellittsendere på snøugle. Tillatelsen for instrumentering av snøugler med satellittsendere i Norge for perioden 2011-2015 som Det norske snøugleprosjektet innehadde, ble trukket tilbake av Direktoratet for naturforvaltning i 2012 (ref.: 2011/3906 ART-VI-ORD), med begrunnelse i bekymring for at status til 5 av 12 snøugler som ble instrumentert sommeren 2011 var «uavklart». Denne rapporten er en del av oppfølgingen av dette vedtaket.

Vi har i inneværende rapport sammenlignet overlevelseshastighet og atferd hos instrumenterte snøugler med overlevelse og atferd hos fugler uten satellittsender. Vi har også undersøkt sammenhenger mellom overlevelse og vekt, og mellom overlevelse og kjønn.

## 2. MATERIAL OG METODE

### Studieart

Snøugla er tilknyttet den arktiske tundraen, og har en typisk sirkumpolar hekkeutbredelse som i hovedsak er begrenset til områdene nord for polarsirkelen. Den globale bestanden ble estimert til 7 000-14 000 par av Potapov & Sale (2012), noe som samsvarer godt med et anslag på verdensbestanden som fire år tidligere ble beregnet ut fra DNA-studier (Marthinsen mfl. 2008). Estimater er mye lavere, men samtidig også langt mer kunnskapsbasert, enn tidligere bestandsestimat for denne arten (se Rich mfl. 2004). Canada, USA, Russland og Grønland har majoriteten av den globale hekkebestanden, og forekomsten i Fennoskandia er mer uregelmessig (Potapov & Sale 2012). Snøugla er et klassisk eksempel på en invasionsart, og kan i perioder med dårlig mattilgang være helt fraværende fra kjente hekkeområder. Snøuglas utbredelsesområde sammenfaller i stor grad med utbredelsen til dens viktigste byttedyrarter i hekketida: lemen *Lemmini spp.* (Potapov & Sale 2012).

Andre smånagere og fugler utgjør vanligvis en mindre del av dietten, men andelen fugler øker i dårlige smånagerår. Vinterdietten er i stor grad avhengig av overvintringsområde og byttedyrtilgang (Potapov & Sale 2012). I overvintringsområder i nordvest-Russland, hvor flere «norske» snøugler har blitt påvist overvintrende (se bl.a. Jacobsen mfl. 2015), har lirype *Lagopus lagopus* vist seg som et viktig byttedyr (Gilyazov 2005, Danilov mfl. 1984). Smånagere kan imidlertid også være et foretrukket byttedyr i overvintringsområdene hvis tilgangen på disse er god.

Kullstørrelsen varierer fra 2-14 egg ( $7 \pm 2,08$  egg), og avhenger i stor grad av hannens jakteffektivitet (som igjen er avhengig av territoriekvalitet; Potapov & Sale 2012). Rugetida er normalt 33 dager, og ungeperioden starter vanligvis i andre halvdel av juni. Ungene er flygedyktige etter ca. 60 dager (Potapov & Sale 2012).

## Stuedsted

Det norske snøugleprosjektet har hele Norge som fokusområde, men de siste tiårene har snøuglas kjente hekkeforekomst i landet hovedsakelig vært konsentrert til våre nordligste fylker, og først og fremst Finnmark. Gjennom internasjonalt samarbeid har satellittstudier også blitt igangsatt i artens overvintringsområder sentralt i Canada, i provinsene Saskatchewan og Alberta.

## Fangst

Voksne snøugler fanges ved reiret ved hjelp av to ulike fangstmetoder. **Snarebrett** (egenprodusert) ble benyttet i 2007, og tre snøugler ble fanget ved hjelp av denne metoden. Et «brett» av grovmasket netting med flere titalls store snareløkker plasseres på eller ved siden av reirskåla, som inneholder unger som ennå ikke har begynt å bevege seg i terrenget rundt hekkeplassen (figur 1). Når de voksne fuglene lander på snarebrettet, for eksempel når de kommer tilbake til ungene med mat, blir de sittende fast i snareløkkene på brettet. Snarebrettene overvåkes fra 300-900 meters avstand fra reiret, slik at den fangede fuglen kan løses umiddelbart etter at den er fanget.



**Figur 1.** Snarebrett oppsatt for fangst av snøugle ved hekkeplass i Finnmark i 2007. Foto: Ingar J. Øien

Snarebrett ble også prøvd ved to reir uten suksess i 2011. Dette året ble 11 av de 12 snøuglene fanget med to fjernstyrte **klappfeller** («Large Bownet 8 ft. Diameter» og «Monster Bownet 10 ft. Diameter» fra Northwoods Falconry Ltd., USA). Den siste ugla («Hedwig») var sterkt angrepet av insekter og i svært forkommen tilstand, og ble plukket inn med hendene (Solheim mfl. 2013). Fella monteres ved siden av reiret, som inneholder små til mellomstore unger (figur 2). Når hunnen kommer tilbake til reiret, og har lagt seg ned for å varme ungene, utløses fella med en trådløs fjernkontroll slik at den slår over reirskåla (figur 3). I de tilfellene hvor det ble vurdert som mulig å fange hannen, ble fella først utløst når hannen besøkte reiret for å overlevere mat til hunnen (figur 3, figur 4). Det er ikke alltid hannen er villig til å overlevere mat direkte på reiret under fangstforsøkene, men ved tre tilfeller i 2011 ble både hann og hunn fanget samtidig.



**Figur 2.** Tomas Aarvak ved reir 11-2011 under montering av fjernstyrt klappfelle. Foto: Ingar J. Øien

For fangst av snøugler i overvintringsområdene i Canada ble andre fangstmetoder benyttet. Disse går generelt ut på å lokke ugle til feller ved hjelp av lokkemat, som vanligvis er en smånager eller ei due. Hovedsakelig er to felletyper benyttet: Den ene er en lignende type **klappfelle**, men mindre enn den som blir brukt i hekkeområdene, mens den andre felletypen består av et bur som eksternt er utstyrt med snarer som ugle kan bli sittende fast i om de lander på buret (Bal Chatri Trap, egenprodusert i Canada av Dan Zazelenchuk og Marten Stoffel; figur 5). Begge felletypene kombineres gjerne med ett eller to svært grovmaskede nett satt opp på stenger, som vil velte hvis snøugla flyr inn i nettet (Doghaza net).



**Figur 3.** Klappfella utløses ved trådløs fjernstyring når snøuglehannen **Gary** kommer med mat til hunnen **Kengu** på reiret. Bildet viser fangst ved reir 10-2011. Foto: Tomas Aarvak



**Figur 4.** Snøuglehunnen **Espa** fanget i klappfelle ved reir 1-2011. Foto: Ingar J. Øien



**Figur 5.** Fangst av snøugle med Bal Chatri-felle i Canada. Dan Zazelenchuk løsner snøugla fra fella. Foto: Ingar J. Øien

## Behandling

All håndtering foregår på en så skånsom og effektiv måte som mulig. Det etterstrebes å redusere tiden fuglen håndteres til et minimum, uten at dette går utover kvaliteten på dataene som innhentes. For å redusere unødig varmetap hos ungene, dekkes gjerne disse til med et isolerende klesplagg e.l. i tidsrommet behandlingen av den voksne fuglen foregår (figur 6).



**Figur 6.** Tomas Aarvak med snøuglehunnen **Marna**. Under behandling av hunnen ligger en ullgenser over selve reirgropa for å redusere unødig varmetap hos ungene. Foto: Ingar J. Øien.

## Satellittsendere

Av tre snøugler utstyrt med satellittsendere i Finnmark i 2007, ble to utstyrt med solcelledrevne sendere (35 g Solar PTT, Microwave Telemetry, Inc., USA) og en med en batteridrevet sender (35 g Battery Powered PTT, Microwave Telemetry, Inc., USA). I 2011 ble totalt 12 snøugler utstyrt med satellittsendere i Finnmark og Troms. Tre fugler fikk påmontert solcelledrevne sendere (30 g Solar Argos/GPS PTT, Microwave Telemetry, Inc., USA), mens ni ble utstyrt med batteridrevne sendere (30 g PTT, North Star Science and Technology, LLC, USA). Ytterligere 19 individer har blitt instrumentert med samme type sendere (14 x North Star 30 g Battery, 3 x Microwave 30 g Solar ARGOS/GPS PTT, 2 x Microwave 35 g Battery) i Canada, i samarbeid med canadiske forskere.

Alle senderne ble festet på fuglenes øvre rygg ved hjelp av et seletøy bestående av teflonbånd (0,25 Inch. Tubular Teflon Tape, Bally Ribbon Mills Inc., USA), og sølvringer spesialprodusert av *Sølvsmia Kirsti Gulsrud* i Karasjok. Teflonbåndet festes foran og bak på senderen, og fester senderen til fuglen omtrent som en ryggsekk, med teflonbånd rundt fuglenes bryst. En løkke rundt fuglenes hals/bryst sørger for at senderen ikke beveger seg for mye fra ønsket posisjon på ryggen. Fordelen med en slik anordning er at seletøy ikke hemmer hverken bein- eller vingemuskelatur/bevegelse, og gir et naturlig balansepunkt ift. aktiv flyging. Seletøyet strammes i en slik grad at senderen sitter godt, men samtidig så løst at det er mulig å legge to fingre mellom senderen og fuglens rygg. For å sikre at senderen blir sittende i denne posisjonen, og at løkkene rundt vinger og hals ikke strammes eller utvides, klemmes sølvringene flate rundt teflonbåndet (figur 7). Ved båndets festepunkt til senderen, legges det for sikkerhets skyld også noen knuter, som limes i etterkant for at de skal holde over tid (figur 8). Til sammen utgjør seletøyet ca. 10 g, som kommer i tillegg til vekten på senderen. Dette gir en totalvekt på 40-45 g, noe som utgjorde 2,5-2,8 % av hannenes kroppsvekt ( $1599 \pm 36$  g, intervall: 1410-1870 g,  $n = 17$ ) og 2,0-2,2 % av hunnens kroppsvekt ( $2050 \pm 60$  g, intervall: 1725-2500 g,  $n = 13$ ).



**Figur 7.** Ingar J. Øien klemmer sammen sølvringene som låser teflonbåndet på snøuglehunnen **Marna** som Roar Solheim holder. Foto: Tomas Aarvak.

Batterisenderne hos de to benyttede produsentene er programmert til å registrere snøuglenes posisjon med henholdsvis *9 døgns mellomrom i 3,8 år* (Microwave 35 g Battery Powered PTT) og med *8 døgns mellomrom i 4,9 år* (North Star 30 g PTT). De solcelledrevne senderne er programmert til å registrere posisjoner *hver tredje dag i sommersesongen (10. mai-31. august)* og *hver sjuende dag gjennom vinteren* (Microwave 35 g Solar PTT og Microwave 30 g Solar Argos/GPS PTT), men funksjonstiden til disse senderne er mer varierende sammenlignet med batterisenderne (i teorien er funksjonstiden til solcellesenderne ubegrenset, forutsatt at de eksponeres tilstrekkelig til sollys). GPS-senderne er i tillegg variabelt programmert til å lagre ett GPS-plott *hver time i tidsrommet 21:00-11:00 i sommersesongen og 07:00-16:00 i vintersesongen*. Noen lagrer også ett plott i timen i tidsrommet *05:00-21:00 i sommersesongen, og 07:00-16:00 i vintersesongen*. GPS-plottene har langt større nøyaktighet enn de vanlige ARGOS-plottene, og kan i større grad benyttes til å beregne leveområder eller territoriestørrelse. GPS-senderne gir også reell flukthastighet når plottene blir tatt under aktiv forflytning/trekk.



**Figur 8.** T.v.: Tomas Aarvak limer endene på teflonbåndet, som utgjør seletøyet til satellittsenderen, etter at senderen på snøglehannen **Edvard** er ferdig montert. T.h.: Snøglehunnen **Noarsa** med ferdig montert sender like før den slippes. Foto: Ingar J. Øien



## Undesøkelser av effekter av sendere

Fuglenes fysiske og atferdsmessige tilstand ble i de fleste tilfellene overvåket i felt i de påfølgende dagene etter instrumentering med satellittsender. I de tilfellene hvor det har vært praktisk mulig, har det blitt gjort forsøk på å lokalisere virksomme satellittsendere som har sluttet å bevege seg, noe som vanligvis indikerer at senderens bærer er død, eller at fuglen har mistet senderen. Gjenfundne, døde fugler har blitt undersøkt for mulig dødsårsak. Diagnostiske data fra senderne som har sluttet å virke (temperatur, aktivitetsnivå, batterinivå) har blitt undersøkt for å prøve å finne årsaker til hvorfor sendere har sluttet å gi signaler. I de tilfellene hvor instrumenterte snøugler er påvist døde, har eventuelle sammenhenger mellom mortalitet og kroppsvekt, kjønn og geografi blitt undersøkt.

Det foreligger foreløpig et svært begrenset materiale som omhandler overlevelse hos snøugle i litteraturen (Therrien mfl. 2012). Det totale merke- og gjenfangstmaterialet for snøugler over en 15-årsperiode i Canada ble derfor benyttet til å beregne overlevelseshastighet og forventet levetid. Når årssunger og fugler med ukjent alder ble ekskludert, bestod materialet av 360 ringmerkede snøugler med totalt 16 gjenfangster (inkludert avleste vingemerker) i påfølgende år (Dan Zazelenchuk upubl. data). En Leslie-matrise ble konstruert for å beregne forventet levetid basert på populasjonsdata for produksjon (kullstørrelse og andel hekkende snøugler i populasjonen) og overlevelse, med visse forutsetninger om at emigrasjon og immigrasjon ikke i nevneverdig grad påvirket bestandsutviklingen. En enkel analyse av overlevelse ble utført i programmet MARK v. 8.0. Datagrunnlag for kullstørrelse og andel fugler med hekkesuksess hos snøugle ble hentet fra Menyushina (1997), som presenterer et omfattende datamateriale på innsamlete hekkeparametere fra Wrangeløya i Russland i perioden 1990-1995. Dette er et av få studier av snøugla som dekker en hel smånagersyklus, og studiet skulle således gi gode gjennomsnittsverdier for viktige populasjonsbiologiske parametere. Forventet levealder beregnet fra det canadiske ringmerkings- og gjenfunnmaterialet ble sammenlignet med funksjonstid på satellittsendere påmontert snøugler i det norske snøugleprosjektet.

## Statistiske analyser

Statistiske tester ble utført i SPSS v. 21.0. Variabler ble normalitetstestet (Kolmogorov-Smirnov test,  $p \leq 0,05$ ) og log-transformert hvis dette var nødvendig. Alle tester var tohalet og vurdert som signifikante hvis  $p \leq 0,05$ . Tendenser ble definert som  $p \leq 0,10$ . Pearson korrelasjonsanalyser ble utført for å undersøke sammenhenger mellom kontinuerlige variabler. Gjennomsnitt og parameterestimater er gitt med standardfeil ( $\pm$  SE). Forskjeller mellom grupper av kontinuerlige variabler ble undersøkt med t-test og ANOVA (analysis of variance), mens forskjeller mellom kategoriske variabler ble undersøkt med chi-squared ( $\chi^2$ ) test.

Satellittsendere påmontert i 2014 og 2015 i Canada ( $n = 6$ ) er ikke inkludert i de statistiske analysene (alle er fremdeles i drift). Tre av senderne påmontert i Canada i 2013 som er inkludert i analysene er fortsatt i drift, og data fra disse er derfor foreløpige.

### 3. RESULTATER

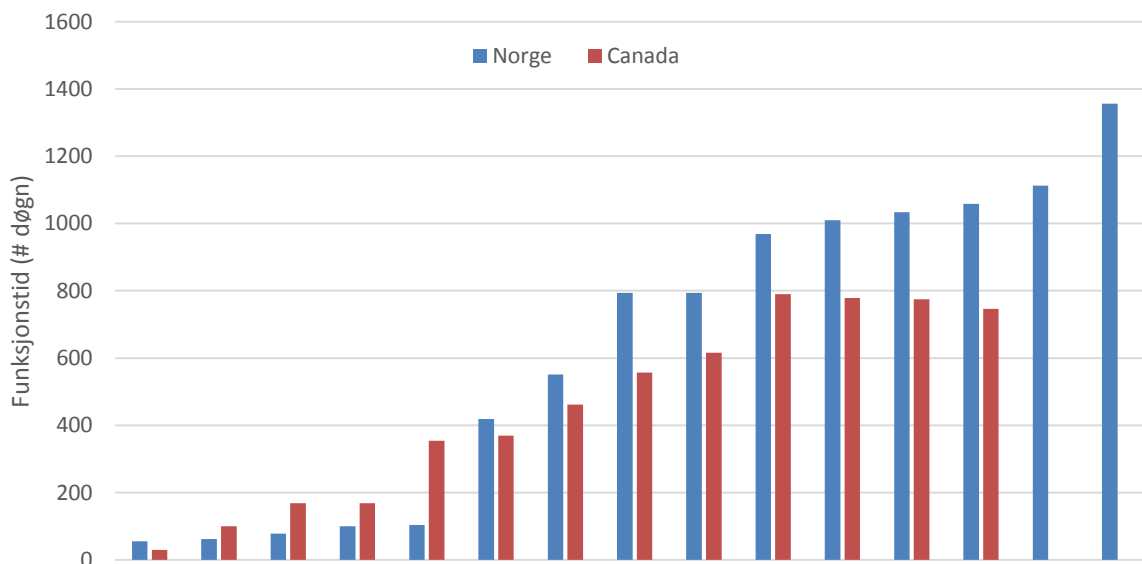
#### Satellittsendernes funksjonstid

Figur 9 viser fordeling av funksjonstid (tid fra instrumentering til satellittsenderne sluttet å bevege seg eller sluttet å sende signaler) for satellittsendere påmontert snøugler i forbindelse med det norske snøugleprosjektet. Gjennomsnittlig funksjonstid for satellittsendere påmontert snøugler i Norge og Canada er oppsummert i tabell 1. Det ble ikke funnet noen sammenheng mellom vekt ved fangst og satellittsendernes funksjonstid ( $R^2 = 0,006$ ,  $p = 0,703$ ). Det

var heller ingen kjønnsforskjeller i satellittsendernes funksjonstid ( $t = 0,796$ ,  $p = 0,434$ ), men satellittsendere påmontert snøugler som er bekreftet eller antatt døde etter instrumenteringen hadde signifikant kortere funksjonstid enn øvrige sendere ( $t = -2,184$ ,  $p = 0,038$ ). Det var ingen forskjeller i funksjonstid mellom satellittsendere påmontert i Canada og sendere påmontert i Norge ( $t = 1,316$ ,  $p = 0,201$ ). En signifikant sammenheng ble funnet mellom satellittsendernes funksjonstid og hvilket land snøuglene oppholdt seg i ved senderstopp ( $F = 4,927$ ,  $p = 0,017$ ), der sendere påmontert ugler som oppholdt seg i Russland ved senderstopp hadde klart lengst funksjonstid (Canada/USA:  $370 \pm 81$  døgn,  $n = 10$ ; Norge:  $415 \pm 180$  døgn,  $n = 8$ , Russland:  $883 \pm 91$  døgn,  $n = 7$ ).

**Tabell 1.** Oversikt over funksjonstid (tid fra instrumentering til satellittsenderne sluttet å bevege seg eller sluttet å sende signaler) for satellittsendere benyttet i det norske snøugleprosjektet per 23. mars 2015.

Land	Status	n	Gjennomsnitt # døgn
Canada, vinter	stoppet	10	340
	virksomme	9	341
	<i>alle</i>	19	340
Norge, sommer	stoppet	15	633
	virksomme	0	0
	<i>alle</i>	15	633
Norge & Canada	stoppet	25	523
Norge & Canada	virksomme	9	341
<b>Gjennomsnitt alle</b>		<b>34</b>	<b>470</b>

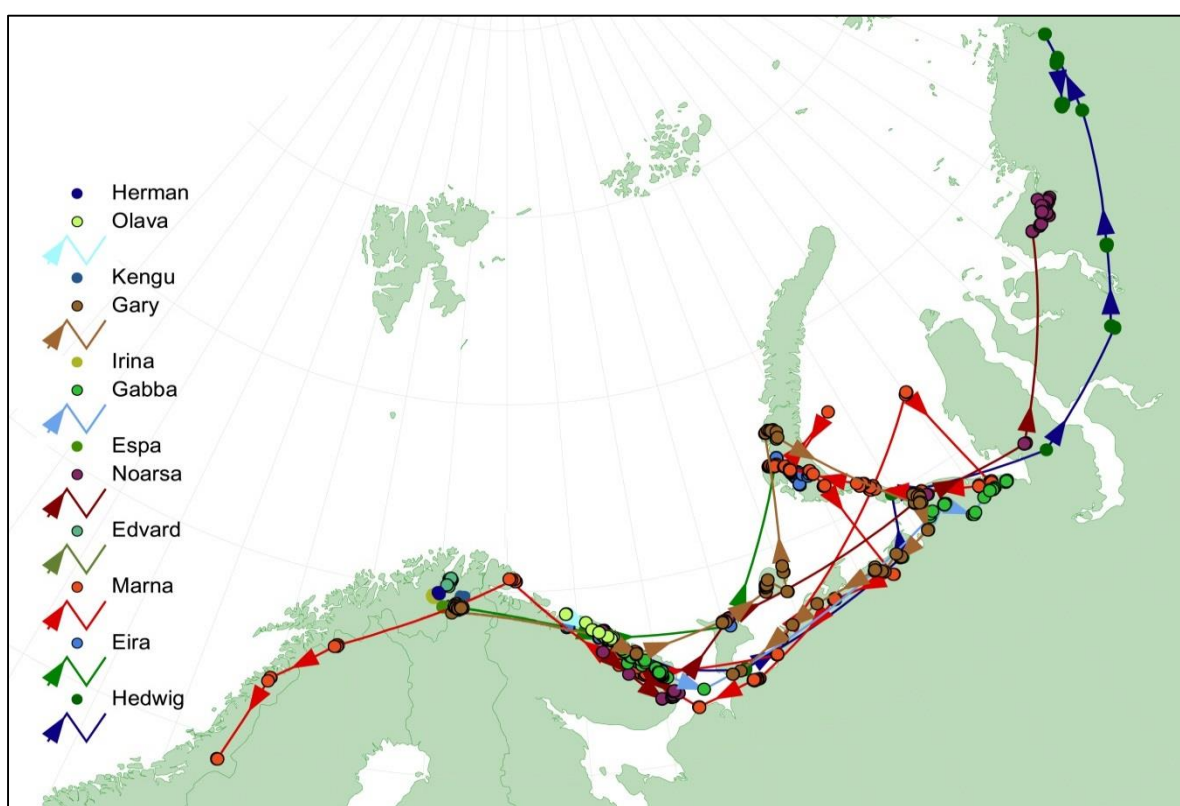


**Figur 9.** Funksjonstid (# døgn fra instrumentering til satellittsenderne sluttet å bevege seg eller sluttet å sende signaler) for satellittsendere påmontert snøugler i hekkeområder i Norge (blå søyler) og i overvintringsområder i Canada (røde søyler) gjennom det norske snøugleprosjektet til og med 2013 ( $n = 28$ ). Tre av senderne i Canada er fortsatt i drift.

Fordeling av når på året satellittsenderne har sluttet å sende sporingsdata vises i figur 10. Alle de tre senderne som ble brukt i 2007 ga signaler i over to år, og én varte helt fram til april 2011. Fem av de tolv satellittmerkede uglene fra Finnmark i 2011 sluttet å sende signaler i løpet av høsten 2011. Personell fra Statens Naturoppsyn (SNO) og fra snøugleprosjektet gjorde søk etter restene/senderne både på våren og sommeren 2012, og fire av fem sendere ble hentet inn i løpet av året i Finnmark. Den siste hadde for unøyaktige posisjoner til å kunne søkes etter.

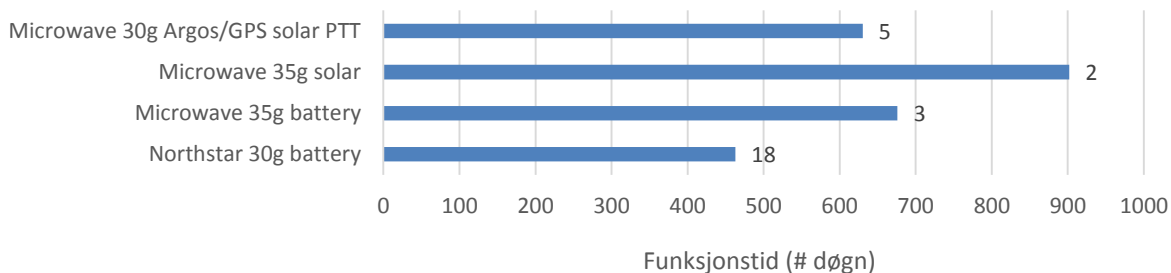
Resten av senderne som ble påmontert i 2011 ( $n = 7$ ) varte i over et år, og fem av senderne ga signaler i over to år.

Senderdata viste at seks av disse uglene flyttet seg til Russland på senhøsten og vinteren. Også den siste ugla flyttet seg til Russland den påfølgende våren. Alle disse fuglene oppholdt seg i området mellom Kolahalvøya og Tajmyr gjennom sommeren 2012 (figur 10).

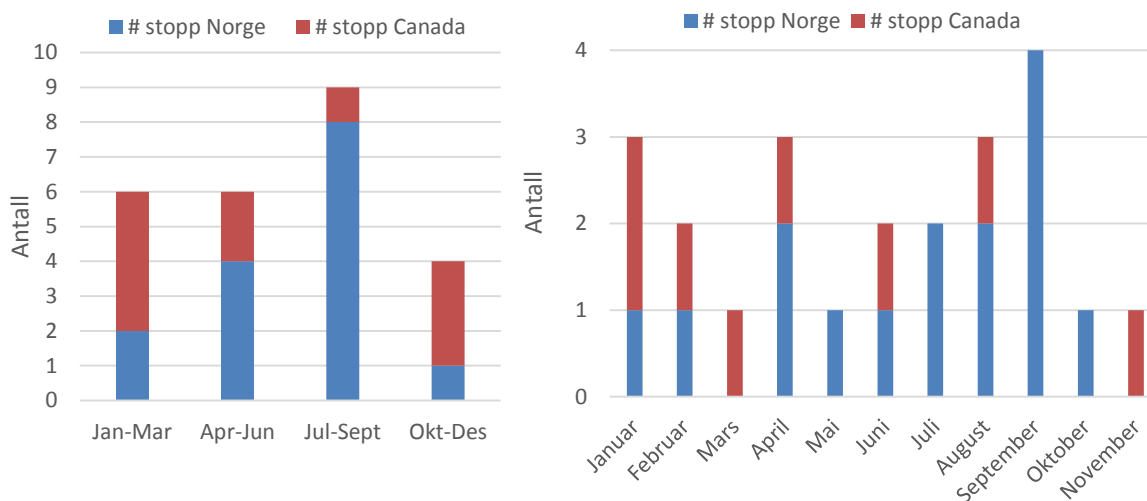


**Figur 10.** Bevegelsene i løpet av 2012 til de 12 voksne snøuglene som ble merket sommeren 2011. På grunn av at mulige hekkeområder er sensitiv informasjon, er plott og linjer for Finnmark og Nord-Finland tilfeldig plassert og representerer ikke faktisk lokalisering.

Ingen signifikante forskjeller i funksjonstid ble funnet mellom de fire ulike sendertypene ( $F = 1,019$ ,  $p = 0,402$ ). Sendernes funksjonstid relatert til modell vises i figur 11. Et flertall av satellittsendere påmontert snøugler i Norge sluttet å sende brukbare sporingsdata på ettersommeren og høsten (juli-september) i 2011, et mønster som ikke gjenspeiles for de instrumenterte snøuglene i Canada (figur 12).



**Figur 11.** Gjennomsnittlig funksjonstid (# døgner fra instrumentering til satellittsenderne sluttet å bevege seg eller sluttet å sende signaler) for ulike modeller av satellittsendere påmontert snøugler gjennom det norske snøugleprosjektet til og med 2013. Antall sendere per modell er angitt til høyre for de horisontale søylene. Tre av senderne er fortsatt i drift (2x Northstar 30g battery, 1x Microwave Solar ARGOS/GPS PTT).



**Figur 12.** Fordeling av tidsperiode for senderstopp (slutt dato for brukbare sporingsdata) for 24 snøugler instrumentert med satellittsender i Norge og Canada. Tidsperiodene er inndelt i tre måneders intervaller (til venstre) og månedsvis (til høyre).

## Dødsårsak

To av snøuglene fanget og instrumentert i Canada har blitt bekreftet døde etter instrumenteringen. Den ene ble antatt å ha blitt forgiftet, mens den andre antakelig ble drept som følge av en nakkeskade påført ved kollisjon med en menneskelig installasjon (piggrådgerde eller vindmølle). Tre sendere har blitt mistet av sine bærere, hvorav minst én ble mistet som følge av at teflonbåndet som holdt senderen på plass var bitt av. Av fire snøugler fanget og instrumentert i Norge (se detaljer lengre bak i rapporten) tyder omstendighetene rundt funnene på at tre kan ha blitt drept av rovfugler (sannsynligvis jaktfalk eller kongeørn), og at ett individ sannsynligvis døde av sult eller tørst. Funnomstendighetene rundt en femte satellittsender lokalisert etter bruk på snøugle kan tyde på at snøugla i dette tilfellet ble skutt (tabell 2). Ingen vektforskjeller ble funnet mellom individer påvist døde etter instrumentering og øvrige instrumenterte individer ( $t = -0,602$ ,  $p = 0,553$ ), og heller ikke

mellom vekten til de døde fuglene og de som ble observert i live etter at sender var mistet ( $t = 1,125$ ,  $p = 0,290$ ). Det var heller ingen sammenheng mellom kjønn og mortalitet ( $\chi^2 = 0,050$ ,  $p = 0,823$ ).

**Tabell 2.** Status per 23. mars 2015 for 34 snøugler fanget og satellittsendermerket i forbindelse med det norske snøugleprosjektet. For info om fabrikat for de ulike sendertypene, se material og metode. Funksjonstid (# døgn fra instrumentering til satellittsenderne sluttet å bevege seg *eller* sluttet å sende signaler) for sendere som fremdeles fungerer står med rødt skrift. PTT: Platform Transmitter Terminal.

Navn	Kjønn	Sendertype	Fanget dato	Sted	Funksjons- tid (# dager)	Funksjons- tid (# år)	Status
Høst	hunn	35g solar	13.07.2007	Norge	794	2,18	Antatt død (skutt)
Albertine	hunn	35g solar	13.07.2007	Norge	1010	2,77	Ukjent
Yngvar	hann	35g batteri	15.07.2007	Norge	1356	3,72	PTT sluttet å virke
Hedwig	hunn	30g batteri	26.06.2011	Norge	419	1,15	Ukjent
				Norge			Død (sult eller tørst?)
Marna	hunn	30g batteri	30.06.2011		551	1,51	
Irina	hunn	30g batteri	01.07.2011	Norge	62	0,17	Ukjent
Herman	hann	30g batteri	02.07.2011	Norge	100	0,27	Død (predatert?)
Edvard	hann	30g batteri	03.07.2011	Norge	104	0,28	Død (predatert?)
Eira	hunn	30g batteri	03.07.2011	Norge	1034	2,83	Ukjent
Espa	hunn	30g batteri	04.07.2011	Norge	78	0,21	Død (predatert?)
Noarsa	hunn	30g batteri	04.07.2011	Norge	969	2,65	Ukjent
Gabba	hunn	30g batteri	05.07.2011	Norge	794	2,18	Ukjent
Kengu	hunn	30g ARGOS/GPS solar	07.07.2011	Norge	55	0,15	Antatt død (skutt?)
Gary	hann	30g ARGOS/GPS solar	07.07.2011	Norge	1113	3,05	Ukjent
Olava	hunn	30g ARGOS/GPS solar	10.07.2011	Norge	1058	2,90	Ukjent
Kyle1	hann	30g batteri	16.03.2010	Canada	100	0,27	PTT mistet
Sovereign	hann	30g batteri	02.04.2010	Canada	616	1,69	Ukjent
Kyle2	hann	30g batteri	29.12.2010	Canada	790	2,16	Ukjent
Prime	hann	35g batteri	21.12.2011	Canada	29	0,08	Død (forgiftet)
Elrose	hann	30g batteri	21.12.2011	Canada	354	0,97	Ukjent
Hardy	hann	30g batteri	18.01.2013	Canada	462	1,27	PTT mistet
Hilltop	hann	30g batteri	27.01.2013	Canada	168	0,46	Død (nakkeskade)
Mike	hann	30g batteri	02.02.2013	Canada	779	2,13	Fungerer fortsatt
Sam	hann	35g batteri, gjenbruk	06.02.2013	Canada	643	1,76	Ukjent
Dan	hann	30g ARGOS/GPS solar	02.03.2013	Canada	369	1,01	PTT mistet
Milden	hann	30g batteri	07.03.2013	Canada	746	2,04	Fungerer fortsatt
Marten	hann	30g batteri	10.03.2013	Canada	168	0,46	Ukjent
Whitelaw	hann	30g ARGOS/GPS solar	16.03.2013	Canada	557	1,53	Fungerer fortsatt
April	hunn	30g ARGOS/GPS solar	08.04.2014	Canada	349	0,96	Fungerer fortsatt
January	hunn	30g batteri	07.01.2015	Canada	75	0,21	Fungerer fortsatt
Macy	hunn	30g batteri	21.02.2015	Canada	49	0,13	Fungerer fortsatt
Hughton	hunn	30g batteri	25.02.2015	Canada	26	0,07	Fungerer fortsatt
February	hunn	30g batteri	25.02.2015	Canada	26	0,07	Fungerer fortsatt
Wendy	hunn	30g batteri	22.02.2015	Canada	29	0,08	Fungerer fortsatt

Tabell 2 gir en oversikt over satellittsenderne etter antatt sluttdato for brukbare sporingsdata, fra satellittsendere benyttet på snøugler gjennom det norske snøugleprosjektet. Basert på dette er det gjort vurderinger av årsakene til at senderne har sluttet å sende sporingsdata, og om det er mulig å si

noe om hvorvidt de instrumenterte snøuglene har omkommet eller om satellittsenderne har sluttet å virke, for eksempel på grunn av lav batterikapasitet eller andre tekniske årsaker. Oppsummert er 6 av 24 ugler funnet døde etter instrumentering, mens 4 av 24 ugler er observert i live etter at senderne sluttet i gi sporingsdata (én sender var tom for batteri). Utover disse er sannsynligvis ett individ dødt (skutt) på bakgrunn av omstendighetene rundt funn av brukt satellittsender. Tre sendere har trolig sluttet å fungere pga. at de nådde slutten på batterikapasiteten, mens ytterligere fem snøugler var i live ved eller rett før tidspunktet senderne sluttet å fungere. De resterende seks individene har enten omkommet eller mistet senderne.

**Tabell 3.** Sammendrag av diagnostiske data ved eller rett etter antatt sluttdato for brukbare sporingsdata for satellittsendere benyttet i det norske snøugleprosjektet. Temperatur: kroppstemp. (body), omgivelsestemp. (ambient), Aktivitet; «Ja»: satellittsender i bevegelse ved senderstopp, «Nei»: satellittsender sluttet å bevege seg, men sender fortsatte å gi data (dvs. satellittsenderen er mistet eller instrumentert snøugle er omkommet), Batteri = batteristyrke. Rødbrune rader: snøugler som er funnet døde etter instrumentering, turkise rader: snøugler som er observert i live etter senderstopp.

Navn	Sendertype	Temperatur	Aktivitet	Batteri	Kommentar
Høst	35g solar	Body	Ja	Normal	Nær kjent fangstlandsby – skutt?
Albertine	35g solar	Ambient	Nei	Normal	
Yngvar	35g batteri	Body	Ja	Lav	I live, observert med sender
Hedwig	30g batteri	Body	Ja	Normal	
Marna	30g batteri	Ambient	Nei	Normal	Dehydrert og underernært, død av sult?
Irina	30g batteri	Ambient	Nei	Normal	
Herman	30g batteri	Ambient	Nei	Normal	Predatert?
Edvard	30g batteri	Ambient	Nei	Normal	Predatert?
Eira	30g batteri	Body	Ja	Normal	
Espa	30g batteri	Ambient	Nei	Normal	Predatert?
Noarsa	30g batteri	Body	Ja	Normal	
Gabba	30g batteri	Body	Ja	Lav	Lavt batterinivå
Kengu	30g ARGOS/GPS solar	Ambient	Nei	Normal	Sender funnet uten seletøy – skutt?
Gary	30g ARGOS/GPS solar	Ambient	Nei	Normal	
Olava	30g ARGOS/GPS solar	Ambient	Nei	Normal	Stoppet i vinterdvale
Kyle1	30g batteri	Ambient	Nei	Normal	I live, sender mistet
Sovereign	30g batteri	Ambient	Nei	Normal	
Kyle2	30g batteri	Body	Ja	Normal	
Prime	35g batteri	Ambient	Nei	Normal	Trolig forgiftet
Elrose	30g batteri	Body	Ja	Lav	Lavt batterinivå
Hardy	30g batteri	Body	Ja	Normal	I live, sender mistet
Hilltop	30g batteri	Ambient	Nei	Normal	Kollisjonsdrept, gjerde eller vindmølle
Sam	35g batteri	Body	Ja	Lav	Lavt batterinivå
Dan	30g ARGOS/GPS solar	Ambient	Nei	Normal	I live, sender mistet
Marten	30g batteri	Ambient	Nei	Normal	

### Kjent dødelighet hos snøugler uten sender

Den beste modellen i overlevelsesanalysen skilte ikke i tidsvariasjon for hverken overlevelse eller fangbarhet, noe som var forventet med tanke på det svært begrensede gjenfangstmateriale. Årlig overlevelse ble beregnet til  $70,4 \pm 8,6 \%$ , og oppdagbarheten (fangbarheten) var på  $2,7 \pm 1,0 \%$  (QAICc = 221,4; justert for overdispersjon, c-hat = 0,80). Data på overlevelse hos snøugler i sitt første

leveår mangler, og ble satt til 50 % basert på en antagelse om tilnærmet stabil bestandsutvikling og en overlevelseshastighet som er en del lavere enn for eldre fugler. Produksjonsdata ble hentet fra Menyushina (1997), hvor gjennomsnittlig kullstørrelse ble beregnet til 2,59 unger og andel fugler med hekkesuksess ble beregnet til 55,0 %. Justert for stående aldersfordeling i bestanden ble generasjonstid (gjennomsnittlig alder til reproduserende hunner) beregnet til 4,7 år, og forventet gjenstående levetid for en snøugle eldre enn ett år beregnet til 2,7 år. Med de oppgitte tall vil en slik bestand avta med 3,8 % i året. Økes estimatet for overlevelse det første året fra 50 % til 60 %, endres forventet levealder for snøugler eldre enn ett år til 3,0 år, mens bestandsutviklingen blir tilnærmet stabil (0,3 % årlig vekst). En analyse av alle ringmerkede snøugler i Canada (n = 418) uavhengig av alder (også inkludert årsunger og ugler med ukjent alder) ga en gjennomsnittlig årlig overlevelse på  $65,0 \pm 9,6$  % og en fangbarhet på  $3,4 \pm 1,4$  %. Dette indikerer at årlig overlevelse hos snøugler i sitt første leveår er nærmere 60 % enn 50 %.

Gjennomsnittlig funksjonstid (tid til sluttdato for brukbare sporingsdata) for satellittsenderne benyttet i det norske snøugleprosjektet var på  $547 \pm 74$  døgn, tilsvarende  $1,50 \pm 0,10$  år (n = 28). Av instrumenterte snøugler har 6 av 34 ugler blitt bekreftet omkommet, mens ytterligere ett individ regnes som «høyst sannsynlig omkommet». Fire fugler er observert i live etter at senderen sluttet å gi data. En av disse senderne var tom for batteri. Ytterligere tre sendere antas å ha sluttet å gi signaler som følge av lavt batterinivå, og fem sendere mistenkes å ha sluttet å gi signaler på grunn av senderfeil. Totalt 10 av de 16 gjenstående fuglene har satellittsendere som fortsatt er i drift. Seks av disse er instrumentert i 2014 og 2015, og er utelatt fra beregnet gjennomsnittlig funksjonstid. Funksjonstiden som er beregnet for de 28 snøuglene som gjenstår må betraktes som et absolutt minimum, på bakgrunn av funn av mistede sendere, sendere med lavt batterinivå og sendere som fremdeles er i drift fra 2013.

Batterisendere var i gjennomsnitt programmert til å vare i 3,8-4,9 år, mens solcellesendere teoretisk skulle kunne vare i ubegrenset tid forutsatt at det er tilstrekkelig lysinnstråling. Den gjennomsnittlige funksjonstiden for satellittsenderne på de instrumenterte snøuglene var signifikant lavere enn dette ( $1,50 \pm 0,10$  år,  $t = -11,39/-16,84$ ,  $p < 0,001$ ), og også signifikant lavere enn forventet levetid beregnet fra det canadiske materialet ( $2,7-3,0$  år;  $t = -5,95/-7,43$ ,  $p < 0,001$ ).

## Oversikt over gjenfunn av satellittsendere benyttet på snøugler i Norge

Gjennomgangen under tar for seg funnomstendigheter for satellittsendere som er sporet opp etter bruk på snøugler i Norge. For alle disse senderne tydet både sporingsdata og diagnostiske senderdata på at senderne var mistet, eller at de instrumenterte snøuglene hadde omkommet. Kun for fuglene som er bekreftet omkommet er det mulig å gjøre vurderinger av dødsårsak, og det blir derfor lagt særlig vekt på disse funnene i denne rapporten.

**Herman:** Døde trolig i starten av oktober 2011. Rester av fuglen ble funnet i nærheten av en høyde som ble betraktet som en naturlig sitteplass for snøugle (figur 13, 14). Rester av fuglen var spist på av rev, noe som kan være årsaken til at satellittsenderens antenne var deformert og tygd på, og at seletøyet var kuttet nedenfor sølvkorset i brystet og ved bakfestene til senderen. Noen av skadene på sender og seletøy kan også være forårsaket av fuglen selv. Predasjon fra rovfugl regnes som sannsynlig dødsårsak, da to perforeringer ble funnet i fuglens brystbein.



**Figur 13.** Satellittsenderen som var påmontert snøuglehanen **Herman**, slik den framsto da den ble funnet 12. mars 2012. Foto: Statens naturoppsyn.



**Figur 14.** Funnsted for snøuglehanen **Herman**. Senderen ble peilet og gravd fram fra snøen 12. mars 2012 av Ken Gøran Uglebakken i Statens naturoppsyn (SNO). Foto: Statens naturoppsyn



**Edvard:** Funnet i nærheten av et høydepunkt som er en vanlig sitteplass for snøugle (figur 16). Individet flyttet fra hekkeområdet til dødsområdet sammen med partneren (Eira), og alt tyder på at ting var som det skulle helt til fuglen så ut til å være omkommet i første halvdel av september 2011. Seletøy og sender var helt intakte (figur 15) da de ble funnet. Rester av fuglen ble funnet i form av svingfjær, bekken, overarmsbein og undernebb. En mulig dødsårsak kan være predasjon fra rovfugl, men ingen observasjoner på funnstedet kunne bekrefte eller avkrefte dette.



**Figur 15.** Sender og seletøy til snøuglehannen **Edvard**. Foto: Statens naturoppsyn.



**Figur 16.** Funnsted for snøuglehannen **Edvard**. Foto: Statens naturoppsyn.

**Espa:** Trakk til et naturlig og kjent høyfjellsområde for snøugler etter hekkesesongen, hvor den også døde i siste halvdel av september. Restene av fuglen har vært blottlagt for vær og vind (og rev) i kortere tid enn de andre på grunn av snømengdene på funnstedet (figur 18), og det var derfor mer rester av dette individet enn av de andre individene



**Figur 17.** Restene av snøuglehunnen **Espe**. Bildet viser blant annet en fot (med ring) til høyre. Foto: Ingar J. Øien

funnet døde i Finnmark (figur 17). Fuglen ble funnet i et område hvor det vanligvis ikke ferdes folk. Predasjon fra rovfugl vurderes som en mulig dødsårsak for dette individet på bakgrunn av funnsted og omstendigheter. Både seletøy og sender var i orden da restene av fuglen ble funnet (figur 19).



**Figur 18.** Funnsted for snøuglehunnen **Espe**. Foto: Ingar J. Øien

**Marna:** Fuglen oppholdt seg høsten 2012 på Kolahalvøya, men i slutten av november hadde hun flyttet seg til Øst-Finnmark. Den 7. desember befant hun seg i Sverige, øst for Narvik, og midt i desember var hun i Beiardalen i Nordland. Den 20. desember hadde hun kommet til Blåfjella/Skjækerfjella nasjonalpark i Snåsa i Nord-Trøndelag, hvor hun døde ved årsskiftet. Ugla ble hentet inn den 17. januar, og ble da lokalisert med peileutstyr og funnet hel med lukkede øyne under et ca. 15 cm dypt snødekke (figur 20). Under fuglen var det et lag med solid skare fra en nylig mildværsperiode. Fuglen hadde en liten klump med gulaktig avføring under seg. Den ble obdusert ved Veterinærinstituttet i Trondheim den 6. februar (figur 21).



**Figur 19.** Sender og seletøy til snøuglehunnen **Espa**. Foto: Ingar J. Øien

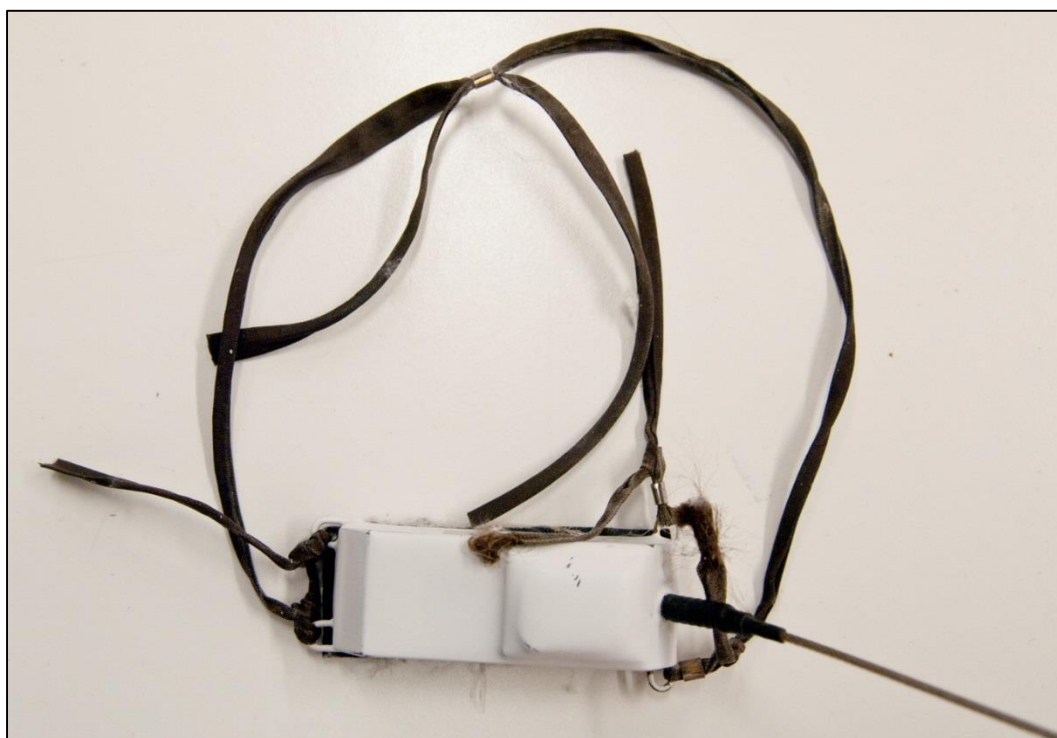


**Figur 20.** Snøuglehunnen **Marna** delvis gravd fram, i Snåsa, Nord-Trøndelag. Foto: Tomas Aarvak.

Obduksjonsrapporten konkluderte med at fuglen var dehydrert, noe som trolig var årsaken til en fibrotisk hjertepose. Fuglen hadde også et lavt mageinnhold, og den dehydrerte tilstanden kan godt ha sammenheng med sult. Ved den ytre undersøkelsen ble det ikke påvist forandringer som kunne relateres til sender eller seletøy, som var helt intakt (figur 22).



**Figur 21.** Snøuglehunnen **Marna** til CT-røntgen ved St. Olavs Hospital i Trondheim. Foto: Roar Solheim



**Figur 22.** Seletøy og satellittsender etter drøyt halvannet års bruk på snøuglehunnen **Marna**. For å demontere senderen ble teflonbåndet klippet med saks foran. Foto: Roar Solheim

**Kengu:**

Satellittsenderen til dette individet ble funnet uten seletøy, og bare knuter av seletøyet var igjen (figur 23). Antennen hadde enkelte bitemerker. Ingen rester av den døde fuglen ble funnet på funnstedet (figur 24). Individet var i live da senderen sluttet å sende 31. august 2011. Etter dette fikk vi ikke inn data fra senderen på en lang stund, noe som trolig skyldtes lav batterikapasitet, før den igjen begynte å sende 8. mars 2012. Seletøyet var tilsynelatende kuttet vekk med kniv eller saks, og omstendighetene gir sterke mistanker om at dette individet ble skutt.



**Figur 23.** Satellittsenderen slik den ble funnet i terrenget etter å ha vært påmontert snøuglehunnen **Kengu**. Foto: Karl-Otto Jacobsen



**Figur 24.** Funnlokalitet for satellittsenderen til snøuglehunnen **Kengu**. Foto: Karl-Otto Jacobsen

**Irina:** Hverken fugl eller sender har blitt funnet igjen, men senderdata tyder på at individet enten omkom eller mistet senderen i starten av september 2011. Individet ble observert i fin form 20. august 2011, altså nesten to måneder etter instrumentering, og ingen unormal atferd i forbindelse med senderen ble observert. Det er vanskelig å si noe om dette individets dødsårsak.

## 4. DISKUSJON

### Mulig påvirkning av satellittsendere på snøugle

Av totalt seks snøugler som har blitt bekreftet døde etter satellittmerking gjennom det norske snøugleprosjektet (fire i Norge og to i Canada), samt ett funn av en sender som tydet på at den instrumenterte ugla var skutt, har det ikke i noen av tilfellene vært mulig å konkludere med at dødsårsak har vært en direkte konsekvens av satellittsendere eller seletøy. Obduksjonen av individet som ble funnet godt bevart i Snåsa, Nord-Trøndelag, viste at fuglen sannsynligvis hadde omkommet av tørst eller sult, og det var ingen tegn til at sender eller seletøy hadde noe med dødsårsaken å gjøre. Det ene individet som døde kort tid etter merking i Canada ble sannsynligvis forgiftet, mens det andre individet sannsynligvis omkom som følge av en nakkeskade som skyldtes kollisjon med en menneskelig installasjon (piggtrådgjerde eller vindmølle). For de tre andre individene i Norge er dødsårsaken mer usikker, men det er ikke usannsynlig at noen av disse kan ha blitt predatert av rovfugl. Det kan nevnes at Marnas partner, en gammel, antatt erfaren hann («Mørna», ikke instrumentert), ble predatert i hekkeområdet, sannsynligvis av jaktfalk. Det er vanskelig å si om instrumenteringen har gjort disse individene mer utsatt for predasjon enn de ellers ville ha vært, men ut fra observasjoner av aktivitetsmønster og forflytninger i forkant av dødsdato er det lite som tyder på at fuglene oppførte seg unormalt. Andre atferdsmessige endringer, som lavere årvåkenhet, er imidlertid vanskelig å påvise uten å observere fuglene direkte. Slike endringer i atferd, inkludert mer tidsbruk på biting på seletøy og pussing av fjær, har bl.a. blitt observert hos graveugler *Athene cunicularia* med både halsbånd- og seletøy-monterte radiosendere, men denne atferden forsvant gradvis etter noen uker (Chipman mfl. 2007, Gervais mfl. 2006). Endringen i atferd kan potensielt ha gjort graveuglene mer utsatt for predasjon, som var den vanligste påviste dødsårsaken i det ene av disse studiene (Gervais mfl. 2006). Graveugla er imidlertid en svært liten art, og kan derfor ikke sammenlignes direkte med snøugla i denne sammenhengen.

Flere studier har vist at festemetode for sendere kan ha mye å si for observert effekt. For eksempel har seletøy eller brystmonterte sendere blitt vist å kunne ha større effekt på fuglers atferd enn andre festemetoder (Barron mfl. 2010). I studiet til Gervais mfl. (2006) var den negative effekten av radiosendere tydeligere når senderne ble festet med seletøy enn når de ble festet med halsbånd. Hanner var også mer utsatt for negative effekter enn hunner (Gervais mfl. 2006). Senderens vekt i forhold til bærerens kroppsmasse synes, i motsetning til festemetode, å ha mindre å si for graden av observerte effekter (Barron mfl. 2010).

Graden av observerte effekter kan ofte variere mye mellom ulike studier på de samme artene. Petty mfl. (2004) fant en signifikant effekt av ryggmonterte radiosendere på overlevelse hos juvenile kattugler, men påviste ingen effekt på sannsynlighet for at uglene hekket i sin første hekkesesong. I motsetning fant Sunde (2006) ingen negative effekter av ryggmonterte radiosendere på hverken

overlevelse, kroppsvekt, hekketilslag, kullstørrelse eller ungeoverlevelse hos instrumenterte kattugler (36 voksne og 16 juvenile). I disse to studiene var festemetoden tilsynelatende den samme, og årsaken til de observerte forskjellene er uklar (Sunde 2006). Sannsynligvis påvirkes graden av observerte effekter til en viss grad også av faktorer i fuglenes miljø. For eksempel er det sannsynlig at negative effekter av instrumenteringen vil være mer synlige i perioder med dårlig mattilgang eller dårlige værforhold, siden tiden brukt til jakt og næringsøk da vil innebære et større energiforbruk. Indikasjoner på dette er bl.a. vist i andre studier av instrument-effekter (bl.a. Heggøy mfl. 2015). Et større energibehov vil potensielt kunne redusere tilgjengelige ressurser til andre biologiske prosesser, som for eksempel reproduksjon. Foster mfl. (1992) fant bl.a. ingen effekt av ryggmonterte satellittsendere på overlevelse eller vekt hos voksne flekkugler *Strix occidentalis*, men ugler med sendere produserte færre unger enn ugler uten sender. Også Paton mfl. (1991) påviste negative effekter av radiosendere på sannsynlighet for hekking og hekkesuksess hos denne arten, i tillegg til årlig overlevelseshastighet hos hunner. Taylor (1991) fant derimot ingen forskjell i hekkesuksess mellom tårnuglepar *Tyto alba* som var utstyrt med stjermonterte radiosendere og par som ikke var instrumentert.

Få studier har undersøkt effekter av instrumentbruk på snøugle. Det eneste studiet som spesifikt undersøker dette fant ingen tegn til negative effekter av 30 grams satellittsendere på overlevelse og reproduksjon hos 12 snøugler fanget og instrumentert med satellittsendere i sine hekkeområder i Canada (Therrien mfl. 2012). Seletøyet som ble benyttet i studiet var tilsvarende det som brukes i det norske prosjektet, bortsett fra at sølvkorset i brystet var byttet ut med en lærlapp (Therrien mfl. 2012). Alle merkede individer gjenopptok normal atferd innen en time etter instrumentering, og ingen forlot reiområdet før hekkingen var overstått. To individer omkom, og to satellittsendere sluttet å gi signaler i løpet av tre år. Overlevelseshastigheten var til tross for dette ikke ulik det som er kjent for arten, og alle instrumenterte fugler gikk etter alt å dømme til hekking som normalt hvert år etter instrumenteringen (Therrien mfl. 2012). Det var heller ingenting som tydet på negative effekter av satellittsendere i et studium av overvintrende snøugler i Massachusetts, hvor åtte snøugler ble instrumentert mellom 1999 og 2001 (Smith 2002). Effekter av instrumenteringen ble imidlertid ikke undersøkt spesifikt. Fuller mfl. (2003) utførte et pilotstudium med bruk av 31 grams satellittsendere med 5 grams seletøy på seks hekkende snøugler i Alaska, men gjorde ingen vurderinger av potensielle sender-effekter. Av de seks fuglene ble imidlertid én funnet død langs en bilvei etter utført hekking, mens en annen sluttet å sende signaler like etter å ha forlatt hekkeområdet. De fire resterende individene ble fulgt i ett til to år. To av fuglene hekket sannsynligvis på Victoria Island to år etter instrumenteringen. Etter hva vi kjenner til finnes det dermed ingen forskning som viser at bruk av satellittsendere har hatt en betydelig innvirkning på overlevelse, reproduksjon eller normal atferd hos snøugla. Resultater fra studier på instrument-effekter på andre ugler viser imidlertid at dette er noe som er viktig å ta stilling til også i snøuglas tilfelle.

### **Kjent dødelighet hos snøugler uten sender**

Lite er kjent om naturlig dødelighet hos ville snøugler, men Therrien mfl. (2012) fant en årlig overlevelseshastighet mellom  $85,2 \pm 7,0$  % og  $92,3 \pm 5,7$  % basert på overlevelse hos 12 snøuglehunner utstyrt med satellittsendere i sine hekkeområder i arktisk Canada. Basert på overlevelseshastighetene i denne rapporten, vil estimatene for overlevelse beregnet av Therrien mfl. (2012) nødvendigvis medføre en årlig overlevelseshastighet hos årsunger på kun 25 %, gitt at bestandsutviklingen er tilnærmet

stabil. En årlig overlevelsesrate på 85,2 % (og ditto lavere overlevelse for årsunger) gir en forventet levealder for fugler eldre enn ett år på hele 5,8 år, mot kun 2,9 år med en årlig overlevelsesrate på 70,4 % som ble funnet med utgangspunkt i det canadiske ringmerkingsmaterialet i denne rapporten. Dette viser at forventet levealder er svært sensitiv for overlevelsesestimaterne.

Årlig overlevelsesrate hos beslektede arter som amerikahubro *Bubo virginianus* (81-88 %; Houston & Francis 1995), men også hos mindre arter som flekkugle (80-88 %; se Therrien mfl. 2012), er i samme størrelsesorden som estimatet fra Therrien mfl. (2012). Gitt snøuglas potensiale for store kullstørrelser, er den høye overlevelsesraten fra Therrien mfl. (2012) kanskje litt overraskende. Siden dette estimatet i utgangspunktet regnes som temmelig usikkert (Therrien mfl. 2012), og i tillegg er basert på overlevelse hos instrumenterte fugler, velger vi å legge mest vekt på overlevelsesraten beregnet ut fra det canadiske ringmerkingsmaterialet i denne rapporten.

Gjennomsnittlig funksjonstid for satellittsendere i det norske snøugleprosjektet var signifikant lavere enn forventet levetid for snøugler beregnet ut fra det canadiske ringmerkingsmaterialet. Funksjonstiden for satellittsendere i det norske prosjektet må imidlertid betraktes som et absolutt minimum for levetid hos de instrumenterte snøuglene, siden det inkluderer sendere påsatt i 2013 og som fremdeles er i drift, samt potensielt mistede og dysfunksjonelle sendere. Blant annet på bakgrunn av at 4 av 11 snøugler med kjent status etter at brukbare sporingsdata kunne oppdrives har blitt observert i live, antas det dermed at den reelle levetiden er nærmere den som er beregnet fra det canadiske gjenfunns materialet. Vi kan imidlertid ikke helt utelukke at de instrumenterte snøuglene har en lavere overlevelsesrate enn gjennomsnittet, noe som potensielt kan skyldes instrument-effekter.

## **Forskjeller mellom oppholdssted og satellittsendernes funksjonstid**

Signifikante forskjeller ble funnet i satellittsendernes funksjonstid ut fra hvilket land de oppholdt seg i da senderne sluttet å fungere, og funksjonstiden var klart lenger for individer som oppholdt seg i Russland enn den var for fugler i både Norge og Canada ved senderstopp. Snøuglene flytter seg over store avstander innenfor disse landene, og flytter seg også på tvers av landegrenser. Forskjellene i satellittsenderenes funksjonstid kan dermed potensielt være et resultat av tilfeldigheter. Likevel er det en interessant sammenheng, da påvist dødsårsak hos flere av de instrumenterte snøuglene har vært forårsaket av mennesker eller menneskelige installasjoner. Områdene snøuglene oppholder seg i i Russland er generelt lite befolket, og i liten grad påvirket av menneskelig aktivitet sammenlignet med noen av leveområdene i Norge og Canada. Således vil det sannsynligvis også være færre trusler mot snøuglene i disse områdene. Uten større datagrunnlag forblir dette imidlertid spekulasjoner.

## **Oppsummering av observert dødelighet og senderstopp**

Begge snøuglene som ble funnet døde etter instrumentering i Canada har omkommet som et resultat av uheldige møter med menneskelige installasjoner eller sivilisasjon (forgiftning). Ett av individene som er funnet i Norge er også gjort godt rede for, da obduksjon av fuglen indikerte at den døde av sult eller tørst etter en periode med vanskelige vinterforhold (ising). For ytterligere ett individ ble senderen funnet uten seletøy, og fuglen ble etter alt å dømme ulovlig skutt i Finnmark. Dette kan også ha vært skjebnen til et annet individ som sluttet å sende signaler kun 10 km fra den



kjente fangstlandsbyen Amderma i Russland. Av 138 ringmerkede snøugleunger i Sverige i 1978 ble 5 gjenfunnet i nordlige Russland og Sibir (Fransson mfl. 2008). Hele tre av disse var fanget og drept i jakt, noe som viser at dette er en aktuell problemstilling for snøugler i deler av Russland. De tre gjenstående individene har antakelig omkommet i Norge i perioden fra slutten av august og starten av oktober 2011, og funnomstendigheter kan tyde på at predasjon fra rovfugler som jaktfalk eller eventuelt kongeørn kan være en mulig dødsårsak. At dette er en aktuell problemstilling er vist ved observasjoner både fra Norge (hubrohannen «Mørna») og fra Kolahalvøya i Russland (Gilyazov 2005). Perioden fra slutten av juli og et stykke ut i september er også tidspunktet hvor unge jaktfalker forflytter seg bort fra fødestedet (Cade 1960, McIntyre mfl. 2009, Nielsen 2003), og det har blitt spekulert i om dette kan være noe av forklaringen på en høyere dødelighet hos instrumenterte snøugler i Norge i denne perioden. Det finnes imidlertid ingen publisert dokumentasjon som viser at spredningsfasen av unge jaktfalker medfører en generell økning i samlet predatortrykk. Den naturlige dødeligheten er imidlertid vist å øke for lirype i denne viktige perioden på høsten, som også sammenfaller med rypejakta (Sandercock mfl. 2011).

For snøuglene som ikke er gjenfunnet etter at satellittsenderne har sluttet å gi sporingsdata, er det viktig å understreke at dette ikke nødvendigvis er et tegn på at senderens bærer har omkommet. Dette bekreftes av enkeltobservasjoner som er gjort gjennom det norske snøugleprosjektet. Snøuglehannen Yngvar, som ble satellittmerket i Finnmark i 2007, sluttet å sende signaler i starten av april 2011. To måneder senere ble imidlertid Yngvar observert i Finnmark, og senderen satt fortsatt som den skulle (figur 25). I dette tilfellet hadde altså senderen sluttet å fungere på grunn av at den gikk tom for strøm etter allerede å ha fungert langt utover den forventede batterikapasiteten. Diagnostiske data viser indikasjoner på at lav batterikapasitet sannsynligvis også var årsaken til at ytterligere to av senderne sluttet å gi signaler.



**Figur 25.** Snøuglehannen Yngvar fotografert fra helikopter i juni 2011, om lag to måneder etter at senderen sluttet å virke. Yngvar var den eneste hannen innenfor kjernehekkeområdet som ikke ble funnet ved reirplass, så gjenfangst var derfor ikke mulig. Foto: Tomas Aarvak.

Flere funn ( $n = 3$ ) av sendere som har falt av etter en tids bruk på snøugler i Canada viser at dette er noe som kan skje etter hvert som seletøyet slites. I tilfeller der satellittsendere mistes i vann, blir skjult av snø eller tett vegetasjon, eller blir liggende med eventuelt solcellepanel ned, vil de kunne slutte å gi signaler etter kort tid. Individuell variasjon i hvorvidt snøuglene tolererer instrumenteringen eller ikke, gjør at noen individer kvitter seg med satellittsenderen raskere enn andre. Biting og riving i seletøyet vil for eksempel øke slitasjen betydelig. I slike tilfeller er det ingen tvil om at instrumenteringen utgjør et irritasjonsmoment, og medfører unødig energibruk. På en annen side viser det seg at individene som takler instrumenteringen dårligst også er i stand til å kvitte seg med sender og seletøy på egen hånd forholdsvis raskt.

### **Alternative metoder for kartlegging av snøuglas vandringer**

Det er få alternative metoder som kan erstatte bruk av satellittsendere for å kartlegge vandringsmønster og valg av hekkeområder for en så liten populasjon som snøugla har. Tradisjonell ringmerking (eller andre former for individmerking) gir i beste fall kun punktregistreringer, og krever merking av svært mange individer for å få noen gjenfunn. Sannsynligheten for gjenfunn vil også i stor grad bli påvirket av befolkningstetthet. Dette vises også ved at minst tre av totalt fem gjenfunn fra Russland og Sibir av snøugler ringmerket i Sverige har blitt fanget og drept under jakt (Fransson mfl. 2008). Artens nomadiske levesett gjør også bruk av ulike typer dataloggere, som generelt forutsetter gjenfangst av instrumenterte individer, tilnærmet umulig og dermed lite aktuelt. Konvensjonelle VHF-radiosendere kan være hensiktsmessig å benytte på snøugler som hekker, eller som oppholder seg lokalt i overvintringsområdene, men kan ikke brukes for å kartlegge vandringer over større områder. GPS/GSM-sendere har de siste årene gjort sitt inntog i feltstudier av ville dyr og fugler, og prøves nå ut også på snøugler (Project SNOWstorm 2014; <http://www.projectsnowstorm.org/>). Disse senderne er for tiden omtrent på størrelse med GPS-satellittsendere, men har en noe lavere pris. GPS/GSM-sendere kan lagre et stort antall posisjoner gjennom året, for så å sende data til en mobilmast via GSM-nettet når den kommer innenfor områder med mobildekning. For snøugler som befinner seg utenfor mobildekning over flere år er imidlertid bruk av GPS/GSM-sendere lite aktuelt. Satellittsendere betraktes derfor som det mest aktuelle alternativet for å nå målsettingen med det norske snøugleprosjektet. Satellittsendere med mindre størrelse og lavere vekt enn de som benyttes i prosjektet er i produksjon i dag, men har generelt lavere batterikapasitet og dermed kortere funksjonstid. De minste og letteste senderne har også lavere nøyaktighet, og kan ikke sende diagnostiske data som gir verdifull informasjon om de instrumenterte fuglene.

Prosjektmedarbeidernes lange erfaring med montering og bruk av satellittsendere på arter som sædgås *Anser fabalis*, dverggås *Anser erythropus* (siden 1994), kongeørn *Aquila chrysaetos*, fjellvåk *Buteo lagopus*, boltit *Charadrius morinellus*, lappspove *Limosa lapponica*, hubro *Bubo bubo* og lappugle *Strix nebulosa*, samt bruk av konvensjonelle VHF-radiosendere på flere uglearter, bidrar til at instrumenteringen kan gjøres på en så skånsom og effektiv måte som mulig. Flere av prosjektmedarbeiderne har også lang erfaring med økologiske studier av ugler (deriblant snøugle) i felt. Løpende kontakt og samarbeid med Microwave Telemetry Inc. og North Star Science and Technology LLC. bidrar til at det hele tiden er muligheter til å kunne forbedre og tilpasse senderne til studier på snøugle.

## Konklusjon

Det vil ikke være mulig å studere problemstillingene som er bakgrunnen for prosjektet uten å bruke snøugla selv som studieart. For eksempel finnes det ingen fuglearter som hekker eller vandrer sammen med denne arten. Vi kan ikke med 100 % sikkerhet utelukke at satellittsenderne som benyttes i det norske snøugleprosjektet medfører en lavere overlevelsesrate (eller hekkesuksess) hos instrumenterte snøugler. Det er imidlertid lite som tyder på at noen av snøuglene som er utstyrt med satellittsender gjennom prosjektet har omkommet som en direkte konsekvens av instrumenteringen. Selv om overlevelsesraten hos instrumenterte snøugler i det norske snøugleprosjektet kan se ut til å være noe lavere enn forventet overlevelse hos denne arten, er det vanskelig å konkludere med at dette faktisk er tilfelle, da skjebnen til et flertall av fuglene er ukjent. Det ble ikke funnet noen sammenheng mellom vekt/kondisjon og overlevelse eller mellom kjønn og overlevelse. Alle instrumenterte snøugler har gjenopptatt normal atferd kort tid etter instrumenteringen. Atferd ble imidlertid ikke målt kvantitativt. Atferdsendringer eller endringer i ressursbruk forårsaket av instrumenteringen, for eksempel i form av mindre årvåkenhet, lavere jakteffektivitet, høyere energibruk ved forflytninger eller høyere stressnivå, er likevel vanskelig å utelukke helt, og kan i noen tilfeller være indirekte årsaker til en eventuelt høyere mortalitetsrate. Slike effekter er vanskelige, om ikke umulig, å unngå i noen grad ved fangst og instrumentering av ville fugler, og må kunne betraktes som en nødvendig forstyrrende faktor for å få mulighet til å besvare fremsatte problemstillinger i slike studier. At snøuglene oppfører seg så normalt som mulig er imidlertid en forutsetning for at resultatene man får er korrekte. I så måte vil dette, i tillegg til snøuglenes ve og vel, være et avgjørende argument for å etterstrebe at de negative effektene er så små som mulig. Med denne rapporten mener vi å kunne vise at dette blir gjort i det norske snøugleprosjektet. Økt kunnskap om snøuglas vandring, leveområder og trusler vil forhåpentligvis kunne gi oss bedre forutsetninger for å sette i verk bevaringstiltak for denne arten, og bidra til at vi igjen kan få en levedyktig bestand av snøugler i større deler av Norge enn det vi har i dag.

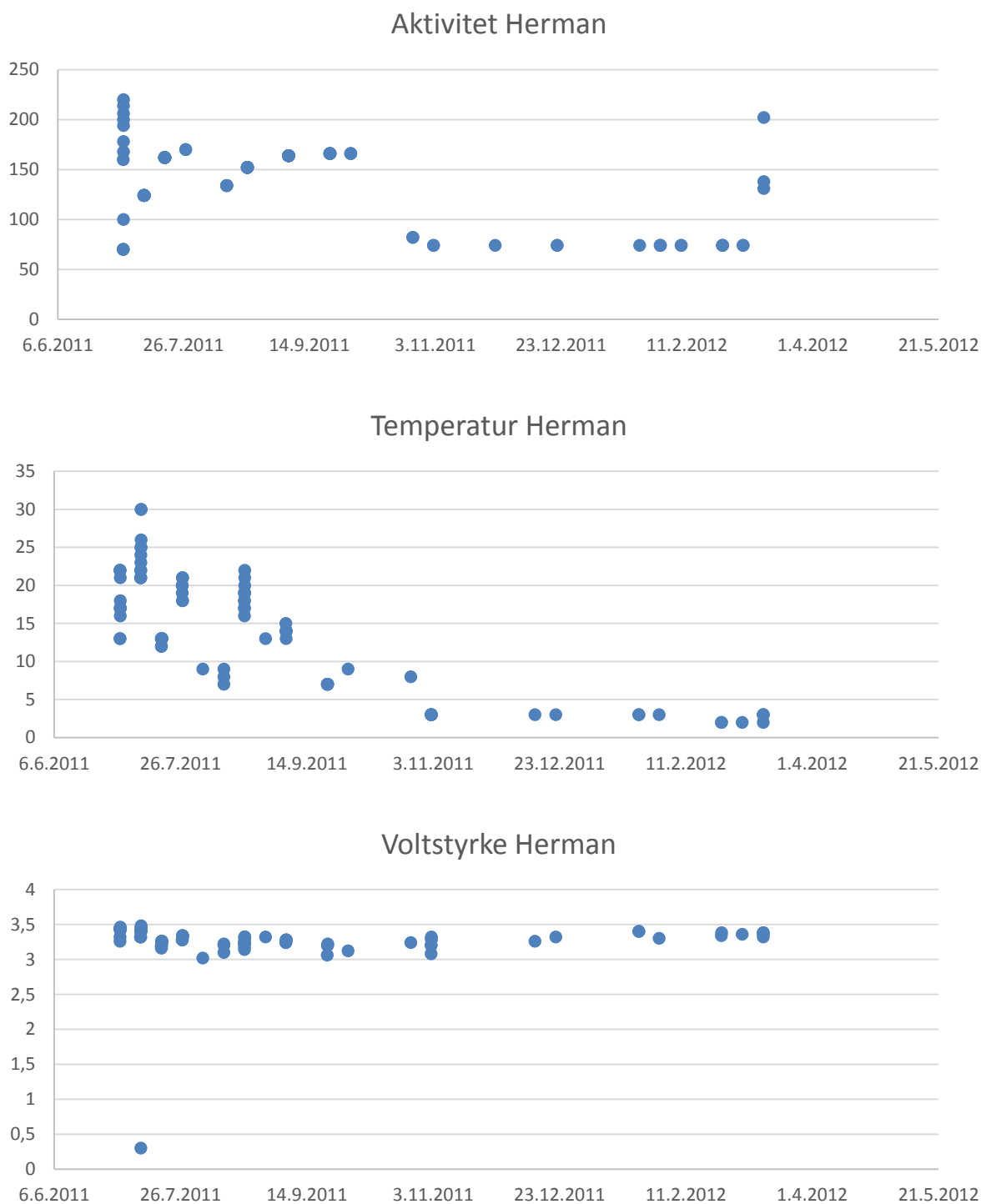
## 5. LITTERATUR

- Barron, D.G., Brawn, J.D. & Weatherhead, P.J. 2010. Meta-analysis of transmitter effects on avian behavior and ecology. *Methods in Ecology and Evolution* 1: 180-187.
- Bridge, E.S., Thorup, K., Bowlin, M.S., Chilson, P.B., Diehl, R.H., Fléron, R.W., Hartl, P., Kays, R., Kelly, J.F., Douglas Robinson, W. & Wikelski, M. 2011. Technology on the move: Recent and forthcoming innovations for tracking migratory birds. *BioScience* 61: 689-698.
- Bridge, E.S., Kelly, J.F., Contina, A., Gabrielson, R.M., MacCurdy, R.B. & Winkler, D.W. 2013. Advances in tracking small migratory birds: a technical review of light-level geolocation. *Journal of Field Ornithology* 84: 121-137.
- Cade, T.J. 1960. Ecology of the peregrine and gyrfalcon populations in Alaska. *University of California Publications in Zoology* 63: 151-290.
- Cagnacci, F., Boitani, L., Powell, R.A. & Boyce, M.S. 2010. Animal ecology meets GPS-based radiotelemetry: a perfect storm of opportunities and challenges. *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 365: 2157-2162.
- Calvo, B. & Furness, R.W. 1992. A review of the use and the effects of marks and devices on birds. *Ringing & Migration* 13: 129-151.
- Chipman, E.D., McIntyre, N.E., Ray, J.D., Wallace, M.C. & Boal, C.W. 2007. Effects of radiotransmitter necklaces on behaviors of adult male western burrowing owls. *Journal of Wildlife Management* 71: 1662-1668.
- Danilov, N., Rzanovskiy, V. & Rabitsev, V. 1984. *Birds of Yamal*. Nauka Publishers, Moskva.
- FAO 2007. Wild Birds and Avian Influenza: an introduction to applied field research and disease sampling techniques. I Whitworth, D., Newman, S.H., Mundkur, T. & Harris, P. (red.) *FAO Animal Production and Health Manual*. No. 5. Food and Agricultural Organization of the United Nations (FAO), Roma.
- Foster, C.C., Forsman, E.D., Meslow, E.C., Miller, G.S., Reid, J.A., Wagner, F.F., Carey, A.B., Lint, J.B. 1992. Survival and reproduction of radio-marked adult spotted owls. *Journal of Wildlife Management* 56: 91-95.
- Fox, J.W. 2014. *Intigeo® series geolocator*. Tilgjengelig fra: <http://www.migratetech.co.uk/IntigeoSummary.pdf>, nedlastet: **april 2015**.
- Fuller, M., Holt, D. & Schueck, L. 2003. Snowy owl movements: variation on the migration theme. S. 359-366 i: Berthold, P. & Gwinner, E. & Sonnenschein, E. (red.) *Avian migration*. Springer-Verlag, Berlin.
- Gervais, J.A., Catlin, D.H., Chelgren, N.D., Rosenberg, D.K. 2006. Radiotransmitter mount type affects burrowing owl survival. *Journal of wildlife management* 70: 872-876.
- Gilyazov, A. 2005. Owls of Lapland Nature Reserve (Kola Peninsula). S. 47-50 i: Volkov, S., Morozov, V. & Sharikov, A. (red.) *Owls of Northern Eurasia*. Working Group of Birds of Prey and Owls, Moskva.
- Haftorn, S. 1971. *Norges Fugler*. Universitetsforlaget, Oslo.
- Heggøy, O. & Øien, I.J. 2014. Conservation status of birds of prey and owls in Norway. NOF Rapport 1-2014. 23 s.
- Heggøy, O., Christensen-Dalsgaard, S., Ranke, P.S., Chastel, O. & Bech, C. 2015. GPS-loggers influence behaviour and physiology in the black-legged kittiwake *Rissa tridactyla*. *Marine Ecology Progress Series* 521: 237-248.

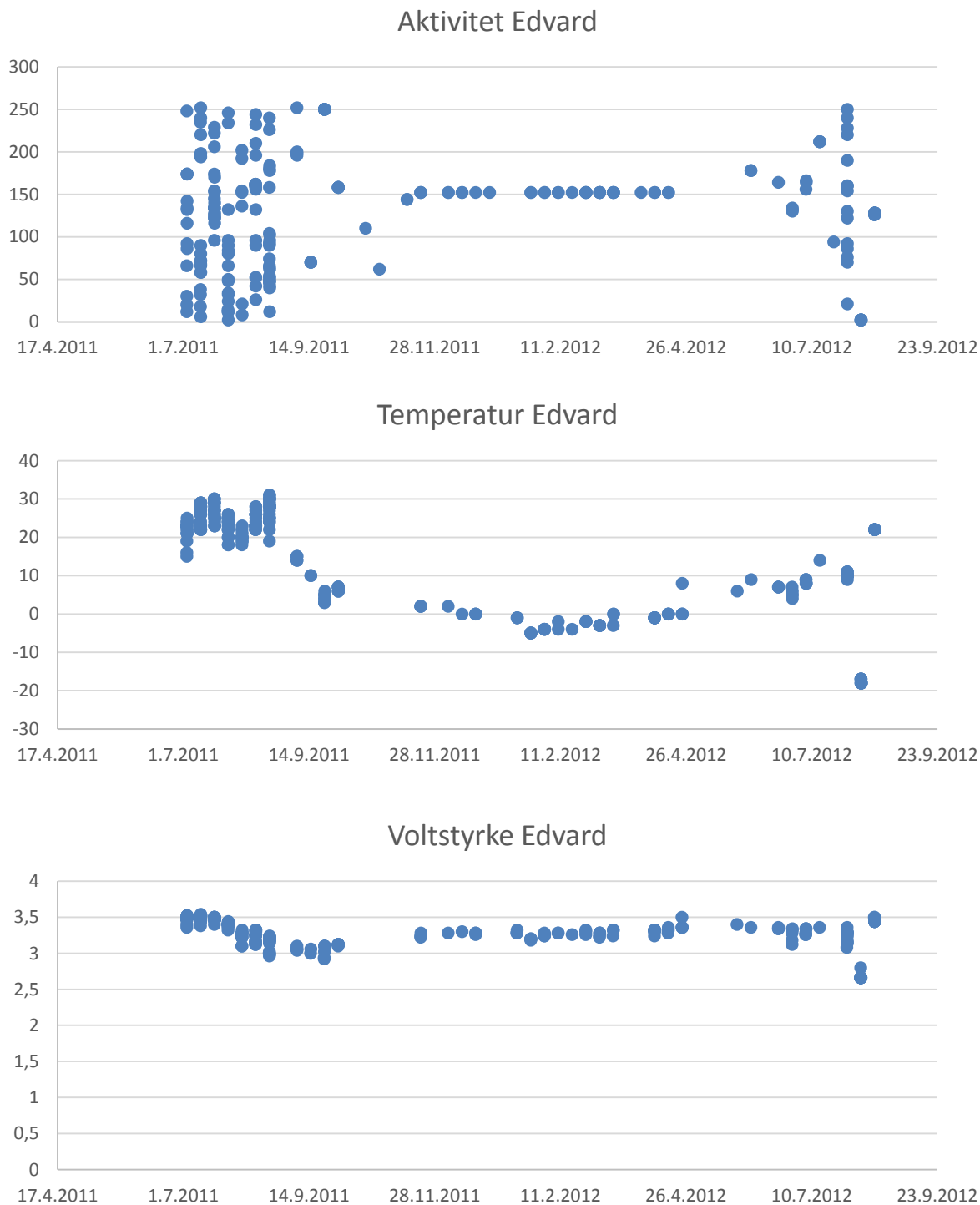
- Houston, C.S. & Francis, C.M. 1995. Survival of great horned owls in relation to the snowshoe hare cycle. *Auk* 112: 44-59.
- Jacobsen, K.-O. 2005. Snøugle (*Bubo scandiacus*) i Norge. Hekkeforekomster i perioden 1968-2005. NINA Rapport 84. 35 s.
- Jacobsen, K.-O., Øien, I.J., Solheim, R. & Aarvak, T. 2014. Kunnskapsstatus og trusselfaktorer for snøugle *Bubo scandiacus* i Norge. NINA Rapport 727. 69 s.
- Jacobsen, K.-O., Øien, I.J., Aarvak, T., Solheim, R. & Kleven, O. 2015. Snøuglas bestandsforhold, vandringsmønster og habitatvalg. Årsrapport 2014. NINA Rapport 1131. 18 s.
- Kenward, R.E. 2001. *A manual for wildlife radio tagging*. Academic Press, London.
- Kålås, J.A., Gjershaug, J.O., Husby, M., Lifjeld, J.T., Lislevand, T., Strann, K.-B. & Strøm, H. 2010. *Norsk rødliste 2010 - Fugler Aves*. Artsdatabanken, Trondheim.
- Marthinsen, G., Wennerberg, L., Solheim, R. & Lifjeld, J.T. 2008. No phylogeographic structure in the circumpolar snowy owls (*Bubo scandiacus*). *Conservation Genetics* 10: 923-933.
- McIntyre, C.L., Douglas, D.C. & Adams, L.G. 2009. Movements of juvenile gyrfalcons from western and interior Alaska following departure from their natal areas. *Journal of Raptor Research* 43: 99-109.
- Menyushina, I.E. 1997. Snowy owl (*Nyctea scandiaca*) reproduction on relation to lemming population cycles on Wrangel Island. S. 572-582 i: Duncan, J.R., Johnson, D.H. & Nicholls, T.H. (red.) *Biology and conservation of owls of the Northern Hemisphere: 2<sup>nd</sup> International Symposium*. USDA Forest Services Gen. Tech. Rep. NC-190, St. Paul, MN.
- Microwave Telemetry, Inc. 2015. *PTT-100 5 gram Solar PTT*. Tilgjengelig fra: [http://www.microwavetelemetry.com/bird/solarPTT\\_5g.cfm](http://www.microwavetelemetry.com/bird/solarPTT_5g.cfm), nedlastet: **mars 2015**.
- Nielsen, Ó.K. 2003. The impact of food availability on gyrfalcon (*Falco rusticolus*) diet and timing of breeding. S. 283-302 i: Thompson, D.B.A., Redpath, S.M., Fielding, A.H., Marquiss, M. & Galbraith, C.A. (red.) *Birds of prey in a changing environment*. Scottish Natural Heritage, Edinburgh.
- Paton, P.W.C., Zabel, C.J., Neal, D.L., Steger, G.N., Tilghman, N.G., Noon, B.R. 1991. Effects of radio tags on spotted owls. *Journal of Wildlife Management* 55: 617-622.
- Petty, S.J., Appleby, B.M., Coles, C.F. & Julliard, R. 2004. The long-term effect of fitting back-mounted radio tags to juvenile tawny owls *Strix aluco*. *Wildlife Biology* 10: 161-170.
- Potapov, E. & Sale, R. 2012. *The snowy owl*. T & AD Poyser, London.
- Project SNOWstorm 2014. *Tracking snowy owls*. Tilgjengelig fra: <http://www.projectsnowstorm.org/tracking-snowy-owls/>, nedlastet: **mars 2015**.
- Rich, T.D., Beardmore, C.J., Berlanga, H., Blancher, P.J., Bradstreet, M.S.W., Butcher, G.S., Demarest, D.W., Dunn, E.H., Hunter, W.C., Iñigo-Elias, E.E., Kennedy, J.A., Martell, A.M., Panjabi, A.O., Pashley, D.N., Rosenberg, K.V., Rustay, C.M., Wendt, J.S. & Will, T.C. 2004. Partners in Flight North American Landbird Conservation Plan. Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, NY.
- Sandercock, B.K., Nilsen, E.B., Brøseth, H. & Pedersen, H.C. 2011. Is hunting mortality additive or compensatory to natural mortality? Effects of experimental harvest on the survival and cause-specific mortality of willow ptarmigan. *Journal of Animal Ecology* 80: 244-258.
- Sirtrack 2014. *Pinpoint GPS datalogger*. Tilgjengelig fra: [http://www.sirtrack.com/images/pdfs/Pinpoint\\_GPS\\_Datalogger.pdf](http://www.sirtrack.com/images/pdfs/Pinpoint_GPS_Datalogger.pdf), nedlastet: **april 2015**.
- Smith, N. 2002. The snowy owl satellite telemetry project. *Bird Observer* 30: 88-94.

- Solheim, R., Jacobsen, K.-O., Øien, I.J., Aarvak, T. & Polojärvi, P. 2013. Snowy Owl nest failures caused by blackfly attacks on incubating females. *Ornis Norvegica* 36: 1-5.
- Sunde, P. 2006. Effects of backpack radio tags on tawny owls. *Journal of Wildlife Management* 70: 594-599.
- Taylor, I.R. 1991. Effects of nest inspections and radiotagging on barn owl breeding success. *The Journal of Wildlife Management* 55: 312-315.
- Therrien, J.-F., Gauthier, G., Béty, J. 2012. Survival and reproduction of adult snowy owls tracked by satellite. *The Journal of Wildlife Management* 76: 1562-1567.
- Tomkiewicz, S.M., Fuller, M.R., Kie, J.G. & Bates, K.K. 2010. Global positioning system and associated technologies in animal behaviour and ecological research. *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 365: 2163-2176.
- Vandenabeele, S.P., Wilson, R.P. & Grogan, A. 2011. Tags on seabirds: How seriously are instrument-induced behaviours considered? *Animal Welfare* 20: 559-571.

## VEDLEGG A – DIAGNOSTISKE DATA

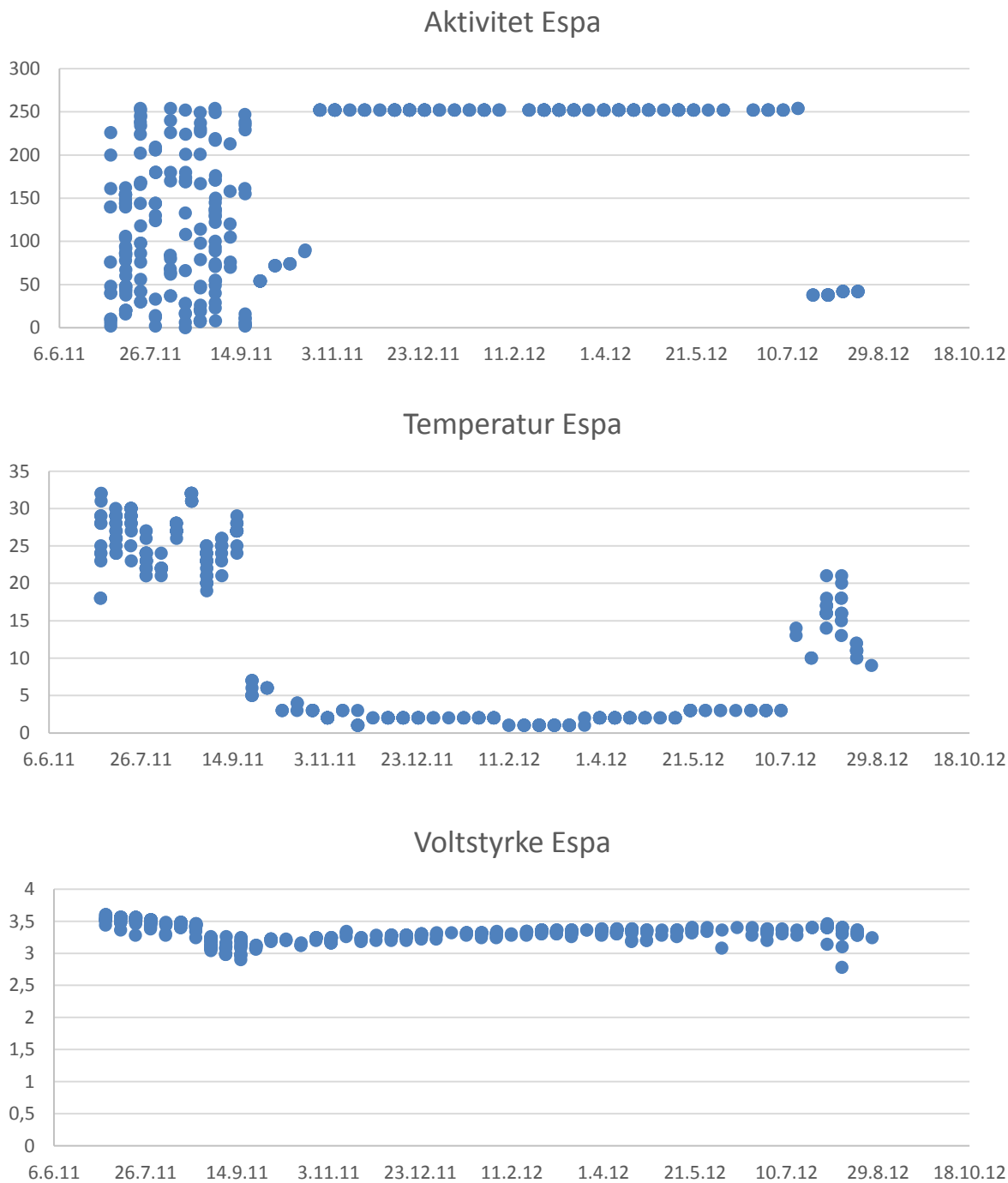


Figur A1. Diagnostiske data (aktivitetsnivå, temperatur og batteristyrke/voltstyrke) fra satellittsender påmontert snøglehannen Herman.

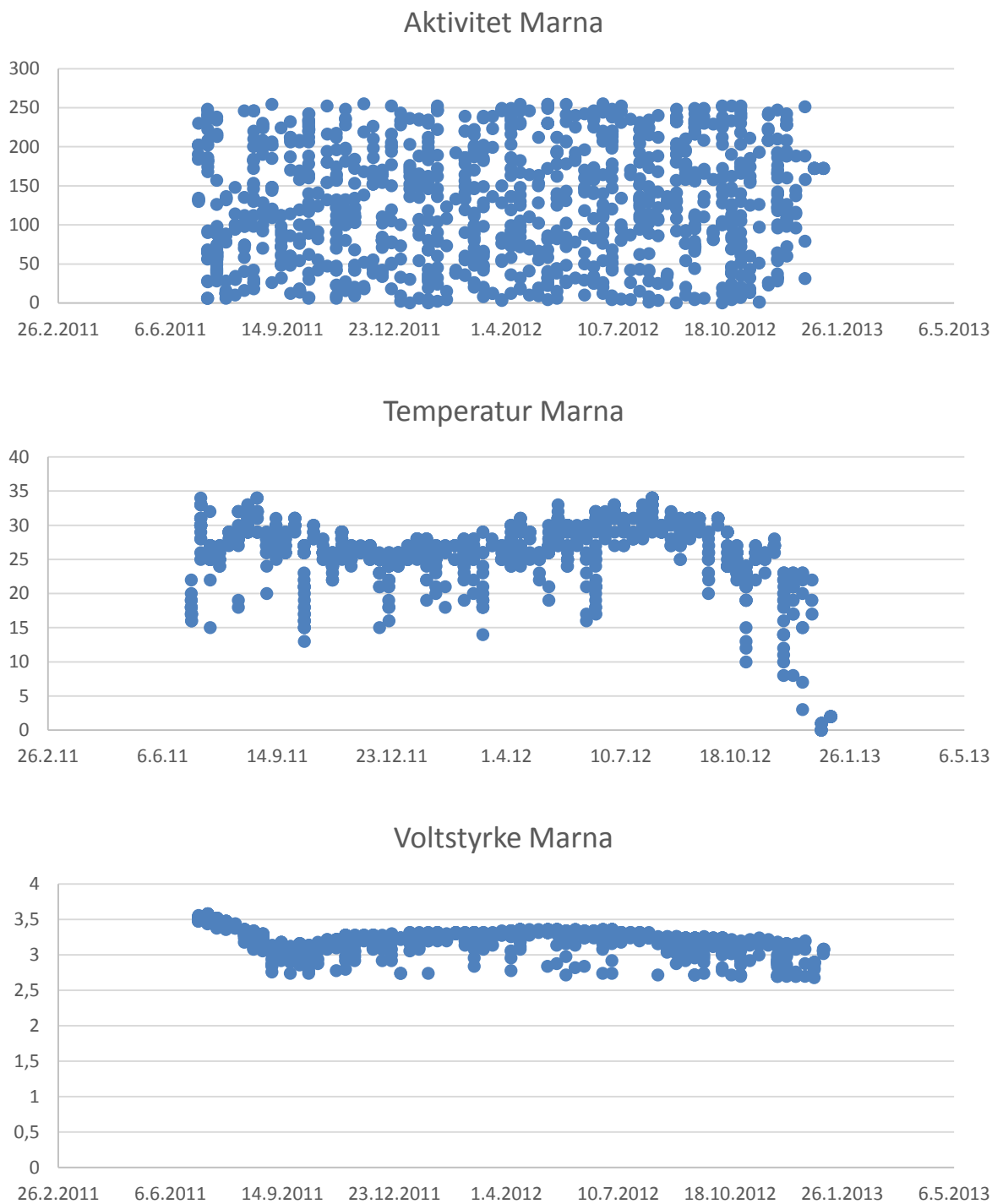


Figur A2. Diagnostiske data (aktivitetsnivå, temperatur og batteristyrke/voltstyrke) fra satellittsender påmontert snøglehannen Edvard.

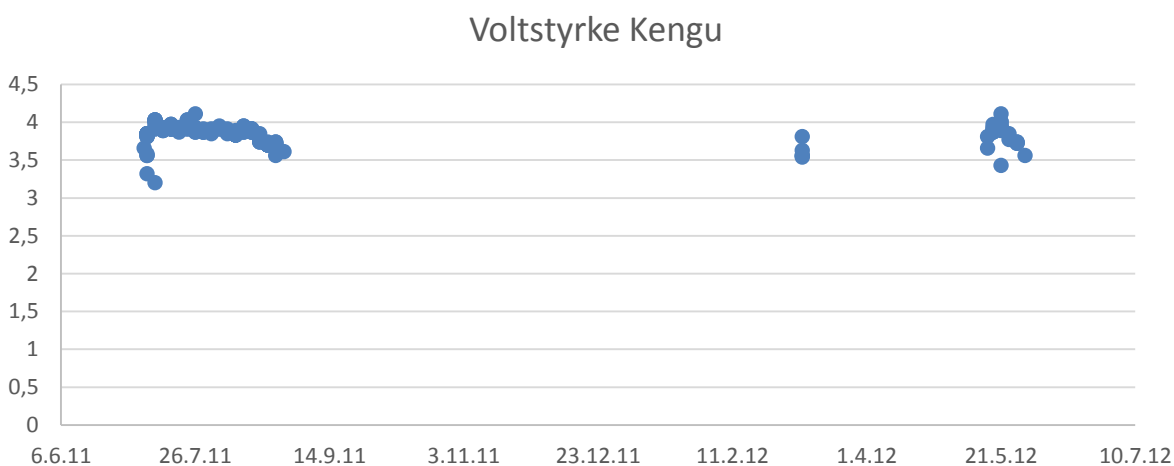
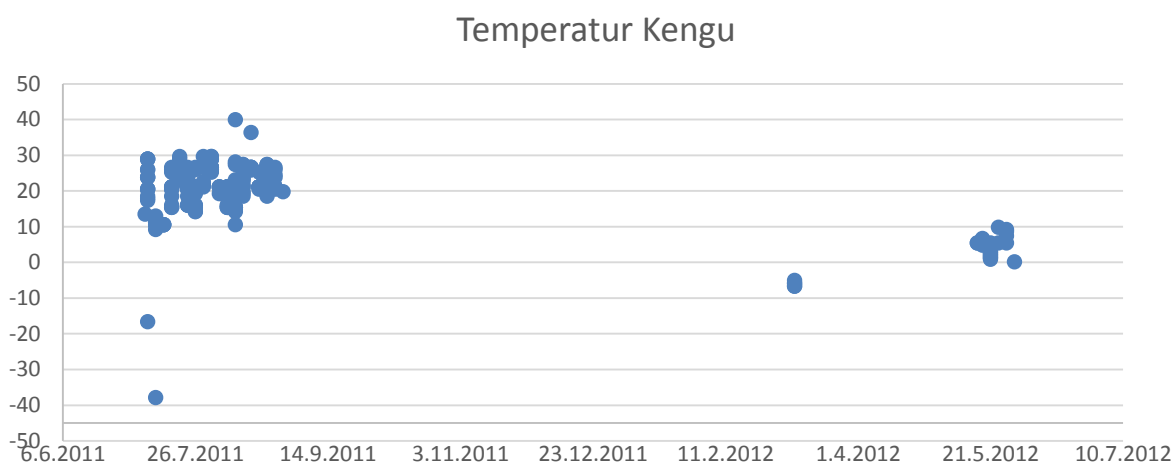




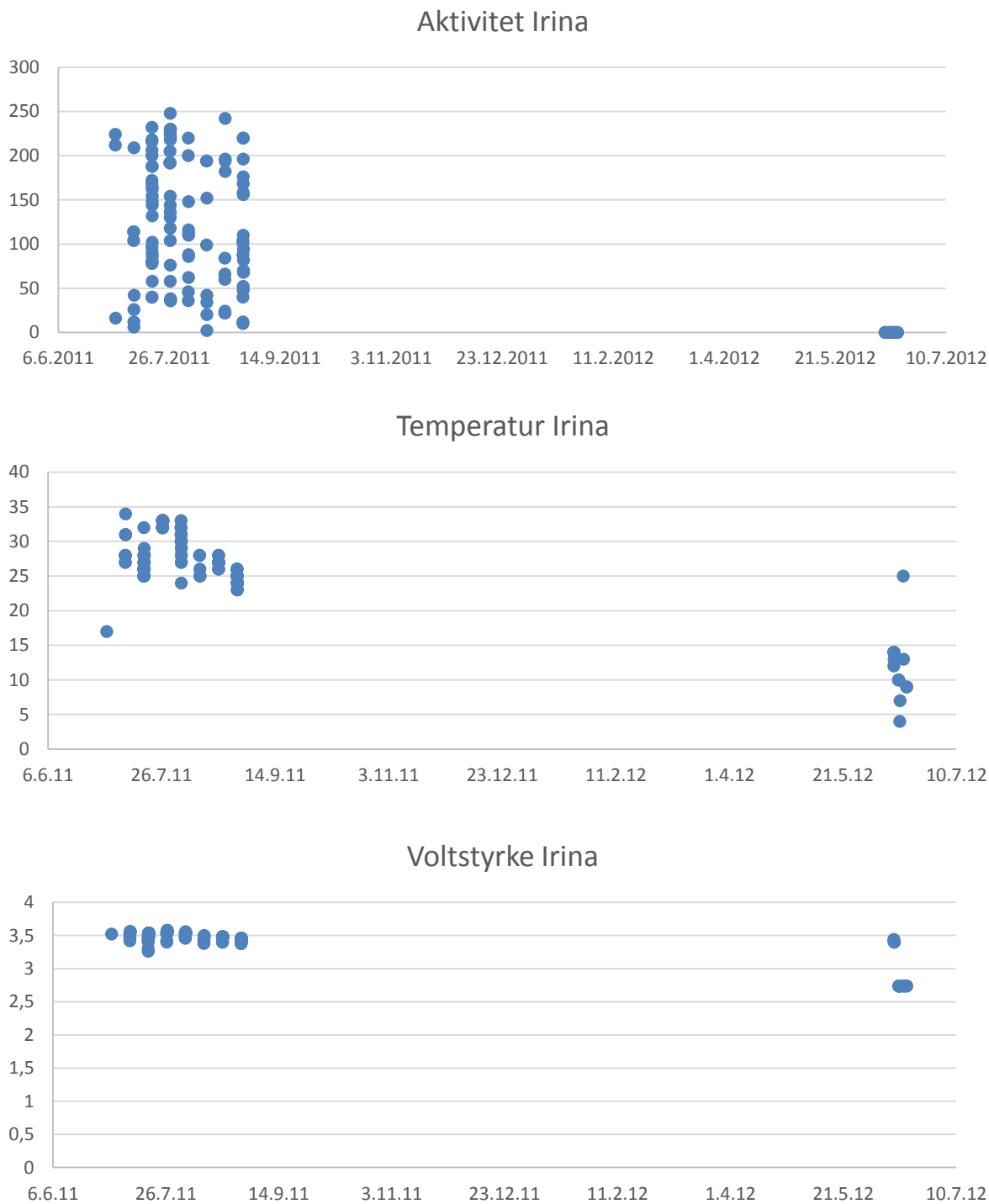
Figur A3. Diagnostiske data (aktivitetsnivå, temperatur og batteristyrke/voltstyrke) fra satellittsender påmontert snøglehunnen Espa.



Figur A4. Diagnostiske data (aktivitetsnivå, temperatur og batteristyrke/voltstyrke) fra satellittsender påmontert snøuglehunnen Marna.



Figur A5. Diagnostiske data (aktivitetsnivå, temperatur og batteristyrke/voltstyrke) fra satellittsender påmontert snøuglehannen Kengu.



Figur A6. Diagnostiske data (aktivitetsnivå, temperatur og batteristyrke/voltstyrke) fra satellittsender påmontert snøuglehunnen Irina.