

FoU-RAPPORT

Registreringer av hubro på og ved Sørmarkfjellet, Flatanger og Osen kommuner, i 2019 og 2020

Magne Husby
Hilde Dørum
Martin Pearson


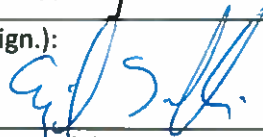
Nord universitet
FoU-rapport nr. 70
Bodø 2021

Registreringer av hubro på og ved Sørmarkfjellet, Flatanger og Osen kommuner, i 2019 og 2020

Magne Husby
Hilde Dørum
Martin Pearson

Nord universitet
FoU-rapport nr. 70
ISBN 978-82-7456-837-2
ISSN 2535-2733
Bodø 2021

Godkjenning av dekan

Tittel: Registreringer av hubro på og ved Sørmarkfjellet, Flatanger og Osen kommuner, i 2019 og 2020	Offentlig tilgjengelig: Ja	Publikasjonsnummer: 70
	ISBN: 978-82-7456-837-2	ISSN: 2535-2733
	Antall sider og bilag: 31	Dato: 19.01.2021
Forfatter(e)/prosjektmedarbeider(e): Magne Husby Hilde Dørum Martin Pearson	Prosjektansvarlig (sign.): 	
	Dekan (sign.): 	
Prosjekt: Sørmarkfjellet, vindkraftutbygging Fosen	Oppdragsgiver(e): Multiconsult	
	Oppdragsgivers referanse: Ørjan W. Jenssen	
Sammendrag: Hubro ble registrert på hele Sørmarkfjellet og lavereliggende områder rundt i 2019, etter at arbeidet med å bygge vindkraftverket hadde startet. I 2020 hadde hubroen forflyttet seg lengst nord og senere vekk fra Sørmarkfjellet. Et mislykket hekkeforsøk ble påvist over 1 km vekk fra vindparken. Av byttedyr utgjorde fugl, spesielt lirype, en stor andel av biomassen, men det var også en del pattedyr og mange buttsnutefrosk.	Emneord: TrønderEnergi, vindkraft, byttedyr	
Summary: Eagle owl was registered on Sørmarkfjellet and the surroundings in 2019, after the windpark construction has started. In 2020, the eagle owl was only on the northernmost part of Sørmarkfjellet and further northwest, and the pair had an unsuccessful breeding attempt more than 1 km away from the windpark. Prey items were birds, especially Willow ptarmigan, but also mammals and many frogs.	Keywords: TrønderEnergi, wind power, prey items	

Forord

I forbindelse med utbyggingen av Sørmarkfjellet vindkraftverk i Flatanger og Osen kommuner i Trøndelag, har konsesjonsmyndigheten NVE stilt krav til konsesjonæren TrønderEnergi Vind AS om at forekomst av hubro skal kartlegges. Nord universitet ved Magne Husby ble kontaktet av Multiconsult ved Ørjan W. Jenssen, på vegne av TrønderEnergi, om å gjennomføre undersøkelsene. Magne Husby (MH) engasjerte Hilde Dørum (HD) og Martin Pearson (MP) som medarbeidere og medforfattere i dette arbeidet. Vi vil understreke at denne undersøkelsen ikke har noe med konsekvensutredningen å gjøre, som er utført av andre før konsesjon ble gitt.

Arbeid utført våren 2019 er publisert tidligere og omtales kort innledningsvis, så denne rapporten omhandler i hovedsak undersøkelser utført i siste halvdel av 2019 og i 2020. I tillegg til eget (MH, HD og MP) feltarbeid, har vi i 2020 hatt hjelp av Anita Husby, Guus Wellesen og Tom Roger Østerås. Vi har fått informasjon fra personer som bor i nærområdet om potensielle observasjoner av hubro. Disse blir ikke oppgitt fordi vi ønsker å skjule sensitiv stedsinformasjon. Takk til Oddmund Kleven for DNA-analyser, Georg Bangjord for innsamling av byttedyrrester, Ján Obuch for artsbestemmelse av byttedyrrester, og til Tom Roger Østerås og Miljødirektoratet for informasjon fra Rovbasen. Alle involverte takkes for verdifull hjelp. I tillegg takkes Multiconsult for oppdraget og godt samarbeid, og TrønderEnergi Vind AS for at de ønsket å gjennomføre det aller meste av våre anbefalte undersøkelser underveis.

Sammendrag

Sørmarkfjellet vindkraftverk ved konsesjonær TrønderEnergi Vind AS ønsket å få gjennomført kartlegging av hubroens forekomst på Sørmarkfjellet i Flatanger og Osen kommuner. Nord universitet har derfor gjennomført feltarbeid for å undersøke eventuell forekomst av hubro både ved hjelp av lydopptakere og undersøkelser i felt. Etter hvert som hubro ble påvist, ble også undersøkelsene utvidet. Denne rapporten gjør kort rede for undersøkelser våren 2019 som er publisert tidligere, og er mer detaljert for undersøkelsene utført sommer og høst 2019 og i 2020.

I 2019 ble det på lydopptakere påvist en hann av hubro over hele Sørmarkfjellet og i det nærmeste lavlandet rundt fjellet, med unntak av i sørøst der vi ikke hadde lydopptakere fordi det allerede pågikk anleggsarbeid. Det betyr at det var hubro fra Austvikvatnet i nord til Hestdalen, Holandsdalen og Drageid i sør, og lavlandet vest for fjellet rundt Bølevatnet og Bølesetervatnet. Undersøkelser av disse lydopptakene utført i 2020 viser at det er samme hann som er registrert i hele området. Også hunnen ble hørt i 2019. I 2020 satte vi ut lydopptakere over et stort område inklusiv deler av de to halvøyene vest for Sørmarkfjellet. Både hannen og hunnen hadde delvis tilhold lengst nord på Sørmarkfjellet, og delvis videre mot nordvest. Hekkeplassen ble funnet, og det ble påvist at det hadde vært egglegging i 2020 men at hekkingen ble mislykket. Trolig mislyktes hekkingen like etter klekking, vurdert ut fra at det var få byttedyrrester på reirhylla og at det ble funnet biter av eggeskall i reirgropa. Undersøkelser av reirgropa tyder på at denne hekkeplassen er ny i 2020, og ikke brukt i årene før 2020.

Analyser av lydopptakene viser at det var samme hann på og ved Sørmarkfjellet i 2019 og 2020, men som nå hadde forflyttet seg nordvestover. Den hadde forlatt det meste av arealet den ble registrert på i 2019. Vi hadde ikke gode nok lydopptak til å bestemme om det var samme hunn.

Analyser av gulpeboller og byttedyrrester på reirhylla viste at fugl utgjorde den største andelen av byttedyr målt i biomasse, men det var også en del pattedyr og mange buttsnutefrosk. Lirype var den viktigste fuglearten blant byttedyrene.

Vi konkluderer med at hubroen som hadde tilhold på og ved det meste av Sørmarkfjellet i 2019 har flyttet seg mot nordvest etter at anleggsvirksomheten på Sørmarkfjellet stadig kom nærmere. Den etablerte hekkeplassen er mer enn 1 km unna vindparken, og det nye territoriet grenser i nordvest til et annet hubroterritorium. Dette paret er kjent fra tidligere, ble påvist i 2014, og senere i 2019 og 2020. Det er usikkert hvordan hubroparet ved Sørmarkfjellet vil klare seg mellom vindparken og dette andre veletablerte hubroparet, og utviklingen bør følges med videre undersøkelser i årene som kommer.

Innhold

Innhold	5
1. Innledning	6
1.1. Konesjon og undersøkelser	6
1.2. Historikk om hubro i Norge.....	9
1.3. Historikk om hubro på og ved Sørmarkfjellet før sommeren 2019	9
1.4. Hubroens territoriestedrrelse og jaktområder	10
1.5. Hubroens byttedyr	12
1.6. Valg av hekkeplass	13
1.7. Forholdet mellom hubro og rovfugler	13
1.8. Hubroens lydytringer	14
1.9. Generelt om bruk av lydopptakere.....	15
2. Metodikk.....	16
2.1. Undersøkelser sommer og høst 2019	16
2.2. Undersøkelser i 2020	16
2.3. Lydanalyser	19
3. Resultater.....	21
3.1. Registreringer sommer og høst 2019	21
3.2. Registreringer i 2020.....	21
3.3. Byttedyr.....	24
3.4. Lydanalyser	25
4. Diskusjon.....	26
4.1. Tolkning av registreringene i 2019 og 2020.....	26
4.2. Antatt videre utvikling for hubroen som nabo til et vindkraftanlegg.....	27
5. Litteratur	28

1. Innledning

Hubro (*Bubo bubo*) er utbredt over et stort område fra Portugal i vest og østover i Eurasia til Stillehavet. Lengden er 60-75 cm og vingespenn 160-188 cm. Hannen veier 1500-2800 g, mens den atskillig større hunnen veier 1750-4200 g. Hunnen er ca. 100 ganger tyngre enn den minste uglearten i verden (del Hoyo, Elliott & Sargatal 1999). Sammenlignet med andre uglearter, passer hubroen godt inn i generelle økologiske regler: større kropp i kaldere klima (Bergmann's regel), mer fjær på tærne i kaldere klima (Kelso's regel), og at fjærdrakten oftest er lysere i tørt klima enn i fuktig klima (Gloger's regel).

Hekkesesongen er fra februar-mars til august-september (del Hoyo, Elliott & Sargatal 1999; Penteriani & Delgado 2019). Samme hekkeplass kan brukes i mange år, men den kan også skifte mellom flere attraktive hekkeplasser i samme territorium (del Hoyo, Elliott & Sargatal 1999). En av hekkelokalitetene i Trøndelag har vært brukt i ca. 3900 år (Obuch & Bangjord 2016). De vanligvis 2-4 eggene legges med 3 dagers intervall, hunnen ruger fra første egg er lagt i 34-36 dager, og ungene klekker derfor asynkront. Deretter varmes de av hunnen i ca. 15 dager, og hannen mater da både hunnen og ungene. Etter ca. 3 uker begynner ungene å spise selv av maten de får servert, og de beveger seg ut av reiret når de er omtrent 5 uker gamle. Fra de er ca. 7 uker gamle kan de fly korte strekninger, men de er likevel ikke uavhengige av foreldrene før etter 20-24 uker. Det er derfor en meget lang hekkesesong (Hagen 1952; del Hoyo, Elliott & Sargatal 1999).

Hubro er utsatt for mange farer. Negative faktorer for hubro er elektrokusjon, kollisjon med kraftlinjer og vindturbiner (Jacobsen & Røv 2007), menneskelige forstyrrelser (skogsdrift, hyttebygging, stier), kollisjoner med kjøretøy, miljøgifter, sauehold, gjengroing, og at et fåtall fremdeles blir skutt (Jacobsen & Røv 2007; DN 2008; Jacobsen & Gjershaug 2014). Ved menneskelige forstyrrelser kan hubroen forlate både egg og små unger (del Hoyo, Elliott & Sargatal 1999). Sannsynligheten for at det ble produsert hubrounger på Hitra og Frøya avtok signifikant når antall turgåere innen territoriet økte (Pearson & Husby In prep.). Det betyr ikke nødvendigvis at hubroen ikke tolererer menneskelig nærvær ettersom den etablerte seg som hekkefugl i sentrum av Helsinki bare et par år etter at bestanden av villkaniner økte betydelig her (Penteriani & Delgado 2019). Bestanden av hubro har vært nedadgående i Norge i mange år (Jacobsen & Røv 2007), og antas fortsatt å være avtagende (Øien *et al.* 2014). Bestanden synes å ha vært stabil i noen områder de siste 20 årene (Øien *et al.* 2014), mens den i andre områder fortsatt er sterkt avtagende (Stenberg 2014). Hubro er klassifisert som 'Sterkt truet' (EN) i den norske rødlista (Kålås *et al.* 2015). Av 42 land i Europa er hubrobestanden antatt eller påvist økende i 12 land, stabil i tre land, avtagende i ni land, og trenden er ukjent i 18 land (Penteriani & Delgado 2019). Hubro er klassifisert som 'Livskraftig' (LC) både på den europeiske (BirdLife International (2020) IUCN Red List for birds. Lastet ned fra <http://www.birdlife.org>) og den globale rødlista (<https://www.iucnredlist.org/species/22688927/113569670>).

1.1. Konesjon og undersøkelser

Beskrivelse av konesjon mottatt fra Ørjan W. Jenssen:

Sørmarkfjellet vindkraftverk ble opprinnelig omsøkt under navnet Oksbåsheia vindkraftverk i juli 2006, som et todelt konesjonsområde bestående av Oksbåsheia i vest og Sørmarkfjellet i øst. Etter en konfliktvurdering i samråd med NVE ble det i 2009 fremmet en endringsøknad med utbygging kun av Sørmarkfjellet, som ble prosjektets nye navn. Endringsmeldingen

inkluderte en oppdatert konsekvensutredning med tilleggsutredninger pålagt av NVE. Fagutredningen på naturmiljø fra 2006 trekker fram vandrefalk og havørn som verdifull fauna. Hubro er nevnt ved at hekking er kjent i de berørte kommunene, men ikke i eller nær planområdet. Besøk av hubro i området omtales som sannsynlig. Tilleggsutredningen fra 2009 trekker fram storlom og vandrefalk som hekkefugl i/inntil planområdet. Hubro var hørt og observert i skogområdene rundt planområdet samt over fjellet, men noen hekkeplass var ikke kjent. Flere lokale observatører vurderte i 2009 det som sannsynlig at hubro hekket et sted på halvøyene mellom Jøssundfjorden og Svesfjorden. *«Planområdet som stort sett består av grunnlendte, lavproduktive områder med heivegetasjon, er ikke optimale biotoper for vånd og andre viktige byttedyr for hubro. Andre, mer produktive områder i nærheten vil være viktigere og bedre både som hekkeområde og jaktområde for hubro enn Sørmarkfjellet.»*

NVE satte i konsesjonen for Sørmarkfjellet vindkraftverk vilkår om for- og etterundersøkelser på fugl. Det ble gjennomført pålagte forundersøkelser for hubro, hønsehauk, smålom, storlom og svartand på Fosen i 2014. Nær Sørmarkfjellet viste undersøkelsene en aktiv hekking av hubro lengre nord på halvøya, mer enn 3 km unna. En eldre lokalitet (Naturbase) like vest for konsesjonsområdet på Sørmarkfjellet ble undersøkt både vår og høst 2014 uten indikasjoner på at det var hubro i området, og ble derfor vurdert som en ikke aktiv lokalitet (Husby *et al.* 2014).

Utbygger søkte i 2015 om en utvidelse av det opprinnelige planområdet på Sørmarkfjellet. NVE innvilget dette i 2015. Konsesjonsendringen ble påklaget, men opprettholdt av OED i september 2016. Hubro var også her et tema, men kunnskapsgrunnlaget var ikke endret siden 2014.

NVE satte i sin godkjenning av MTA (miljø-, transport- og anleggsplan) i april 2019 følgende vilkår om hubro: *«For å få verifisert om det er hubro i planområdet skal de omtalte, i detaljplan/MTA, rutinemessige vårundersøkelsene også omfatte lytting etter hubro i den vestlige delen av planområdet, slik at det kan gjøres tilpasninger i anleggstiden dersom hubro påvises.»* Hubroundersøkelsene i 2019 og 2020 er en oppfølging (og utviding ut over den vestlige delen) av dette vilkåret.

Oversikt over når anleggsarbeidene er gjennomført på Sørmarkfjellet, mottatt fra Nils Henrik Johnson, TrønderEnergi:

Generelt har man arbeidet seg langs atkomstvei opp til trafotomt vår/sommer/høst 2019 og gått utover derfra fortløpende gjennom høst 2019 og vinter 2020.

2019

Oppstart atkomstveg og vei til kai i april. Arbeid med atkomstvei opp til tomt for transformatorstasjon vår/sommer. Ledningsbygging i Hestdalen og opp til Sørmarkfjellet transformatorstasjon. *Det ble ikke brukt helikopter til ledningsbygging vår/sommer (til 15.7) i påvente av resultater fra hubroundersøkelser.* Høst 2019 ble det gjort noe arbeid innover fra transformatorstasjon både i sørlig og nordlig område.

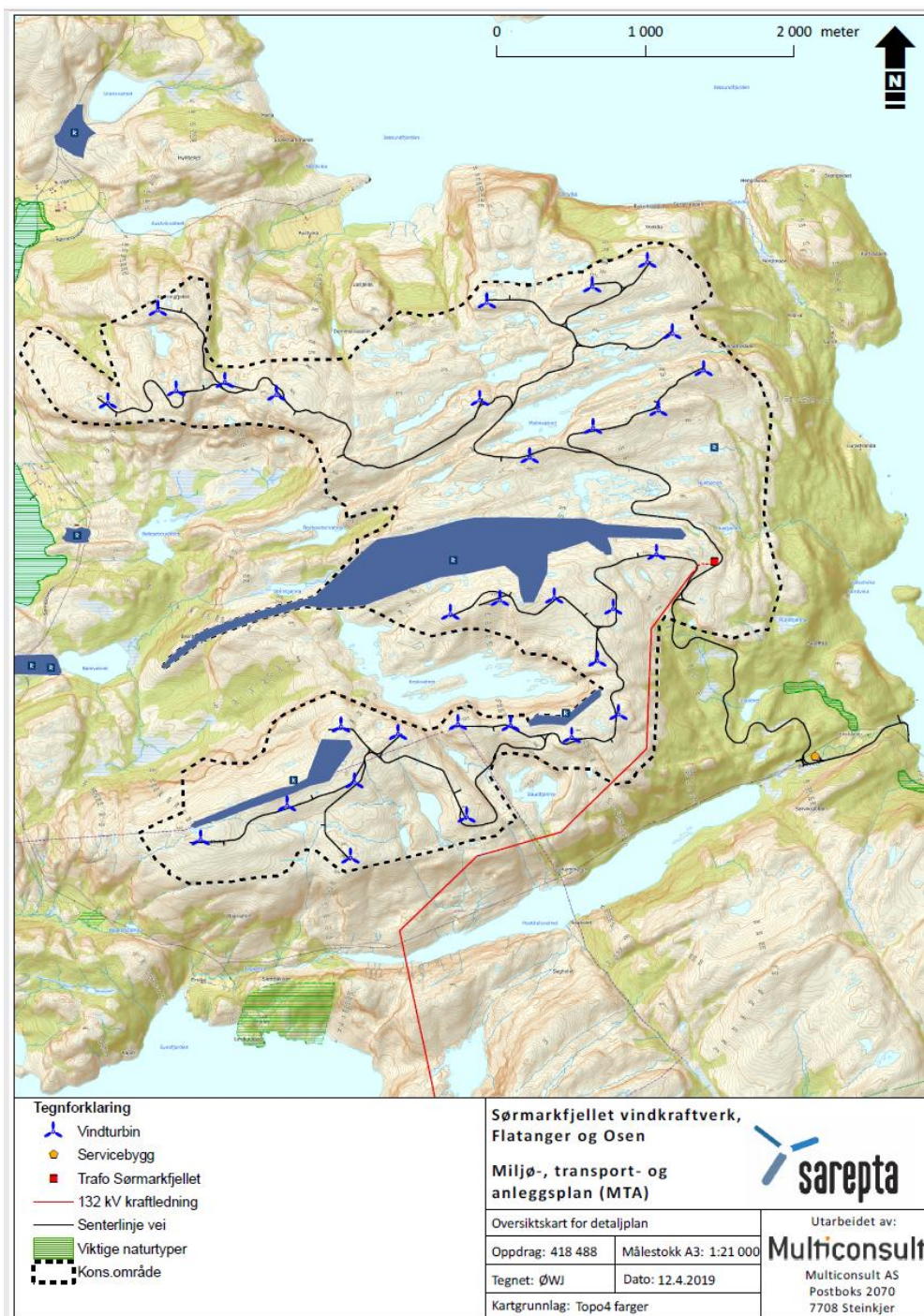
2020

Arbeid i alle sektorer (vei og turbinfundamenter). Lengst i nord til slutt (D og E-strengen). *Anleggsstans i nordlig del i perioden 22.4-8.5 i påvente av resultater fra hubroundersøkelser*

(E-streng og D03). Alle veier og turbinfundamenter var ferdige høst 2020. Periodene med anleggsstans har vært drøftet og avklart med NVE.

Supplerende informasjon er mottatt fra Ørjan W. Jensen, Multiconsult:

Anleggsarbeidene startet i april 2019 nederst i Hestdalen. Atkomstveien opp på fjellet er ca. 3,1 km. Per 1. juni pågikk arbeider opp til 1,1 km, per 13. juni 1,5 km, per 10. juli opp til 2,3 km og i midten av august var man kommet opp på fjellet og begynte på interveinettet mot nord og vest.



Figur 1.1. Vindkraftanleggets plassering på Sørmarkfjellet i Flatanger og Osen kommuner. De mørkeblå feltene er kulturminner. Kartet er mottatt fra Ørjan W. Jensen, Multiconsult.

Figur 1.1 viser hvor vindkraftanlegget ligger. Sørmarkfjellet er det sørligste fjellet innen konsesjonsområdet (se Figur 1.1), men vi bruker her betegnelsen Sørmarkfjellet for hele landområdet fra Hestdalen i sør til Austvikvatnet i nord.

Vi har utvidet undersøkelsesområdet til å omfatte mer enn de ofte anbefalte 1 km fra anleggene ettersom hubroen kan ha et mer omfattende jaktområde enn en radius på 1 km, både i og ikke minst utenfor hekkesesongen (Penteriani & Delgado 2019).

1.2. Historikk om hubro i Norge

Hubro er nå mest tallrik i kystfylkene fra Vest-Agder og nord til Troms fylke. Bestanden har gått kraftig tilbake i områder der den før var vanligere, særlig på Østlandet. Siste kartlegging (2008-2012) anslår at vi har en bestand på mellom 451-681 par i Norge, men kunnskapsgrunnlaget er forbundet med betydelig usikkerhet. Arten er vanskelig og tidkrevende å kartlegge i felt og eksisterende kartleggingsmetoder har vært forbundet med stor usikkerhet (Øien *et al.* 2014; Miljødirektoratet 2018a).

1.3. Historikk om hubro på og ved Sørmarkfjellet før sommeren 2019

Eldre observasjoner viser hubro i hekketiden på/ved Sørmarkfjellet i tidsrommet 1987-2010 (Tom Roger Østerås/Rovbasen), og hekking ble påvist på første halvdel av 1990 tallet (Ola Vie pers. med. MP). I forundersøkelsene i forbindelse med vindkraftutbyggingene på Fosen i 2014 (Husby *et al.* 2014), ble områder lengre vest undersøkt i samsvar med hvor det var kjente hubrolokaliteter (Kroglund & Østnes 2014). Forundersøkelsene påviste hubro nordvest for Sørmarkfjellet. Lydopptaker satt opp i vestre del av Sørmarkfjellet (lavlandet vest for fjellet) i 2014 registrerte ikke hubro (Husby *et al.* 2014). Det kom imidlertid informasjon fra lokale observatører som mente at hubro hadde tilhold i vestre del av Sørmarkfjellet i 2019, og kanskje også på Sørmarkfjellet i 2016 og 2017.

Det ble derfor i 2019 satt ut fem lydopptakere i det området som Multiconsult, på oppdrag fra TrønderEnergi, ønsket undersøkt. Områdene var valgt fordi det historisk var kjent at hubro har hatt tilhold her, samt at det var her hubro var blitt registrert av publikum i 2019, og fordi det var dette området NVEs vilkår i MTA-godkjenningen gjaldt for (se kapittel 1.1). Vi utvidet undersøkelsesområdet litt ved å sette en lydopptaker oppe på selve fjellet. Opptakerne ble satt ut helt i starten av april 2019 i vestlige, men ikke i nordlige og østlige områder, og de stod ute i 14 dager. Det ble påvist hubro på alle fem lydopptakere. I tillegg fikk vi informasjon om enda et område der det ble hørt hubro av lokalbefolkningen (Husby & Eriksen 2019a). Disse registreringene medførte at TrønderEnergi samtykket i å gjennomføre undersøkelser på selve Sørmarkfjellet og i et utvidet område rundt, etter vår anbefaling. Det ble derfor satt ut 14 nye lydopptakere i mai 2019 på Sørmarkfjellet og i laveliggende områder rundt. I tillegg ble det søkt etter hubro, spor tegn og reir både i mai og juni 2019. Det ble påvist én hubro hann på lydopptakere i mai flere steder på Sørmarkfjellet, med unntak av sørvestre hjørne selv om hubro ble påvist der i april 2019. Det ble også registrert én hunn en kveld i ett område. Det ble registrert spor tegn som sitteplasser, fjær og ribb etter hubro i ulike deler av Sørmarkfjellet, og vi fikk tilsendt foto av hubro tatt oppe på fjellet i mai 2019. Hubro hann ble altså registrert i samtlige undersøkte områder på og ved Sørmarkfjellet i løpet av april og mai 2019, inklusiv Hestdalen i sør og rundt Austvikvatnet i nord (Figur 1.2). Sangen om kvelden startet hvor som helst i

dette området, noe som ikke ga indikasjoner om hvor den hadde sitt kjerneområde. Reirsøk ble derfor spredt over flere områder der vi vurderte at sjansen for å finne reir eller tiggende unger var størst. Utgangspunktet for disse reirsøkene ble basert på funn vi gjorde på opptakerne, observasjoner fra publikum og vår vurdering av landskapets egnethet som hekkeplass. Alle tips ble fulgt opp med grundige undersøkelser i felt og/eller med bruk av flere lydopptakere. Det ble ikke funnet noe reir. Terrenget tilsier at det er egnede hekkeplasser for hubro i mange områder på og omkring Sørmarkfjellet, så manglende funn av reir er ikke nødvendigvis noe bevis for at den ikke hekket (Husby & Eriksen 2019b).



Figur 1.2. Sørmarkfjellet og nærområder, med innramming av det området som ble undersøkt for hubro med bruk av lydopptakere i 2019. Hubro ble registrert i hele området. Kartet er fra Norgeskart.

1.4. Hubroens territoriested og jaktområder

Territoriegrensene fastsettes av hannene om høsten (von Frey 1973), og tettheten er større i områder med god næringstilgang (Penteriani, Lourenço & Delgado 2012). I gode områder i Spania er det mindre enn 1 km mellom de fleste reirene, og overraskende nok bare 250 m mellom de to nærmeste som var i bruk (Penteriani & Delgado 2019). I Sør-Tyskland ble det funnet en gjennomsnittlig avstand på 2,7 km mellom reirene (von Lossow 2010). Den største tettheten av hekkende hubro i Europa finner vi imidlertid i Norge, på Solværoyan (Sleneset) i Lurøy kommune, hvor det er omtrent 100 par per 100 km² (Jacobsen & Røv 2007), mens de gode områdene i Spania har 40 par per 100 km² (Penteriani & Delgado 2019).

I det spanske området dro hannene på jakt om natta etter sangperioden før egglegging. De beveget seg omtrent 1,5 km vekk fra sangplassen om kvelden og 350 m om morgenen, og de reduserte fluktavstanden til 340 m i perioden like før egglegging og til 240 m i rugeperioden (Penteriani, Lourenço & Delgado 2012). En annen undersøkelse viste imidlertid små forskjeller i det arealet hubroene brukte til matsøk før egglegging, i rugetida og etter klekking, med avstander på rundt 500

m i hver av de tre periodene (Campioni *et al.* 2013). Det betyr at hubroen jakter forholdsvis nært reiret i områder med stor tetthet av hubro. I et område i Østerrike med lav tetthet av hubro, var det atskillig lengre fluktaavstand mellom hekkeplassen og jaktområdet. Her hadde alle tre undersøkte par forflyttet seg i gjennomsnitt 2,0-3,9 km mens enkelte jaktturner var vesentlig lengre unna reiret (Leditznig, Leditznig & Gossow 2001). Territoriegrensene overholdes ikke helt ettersom noen fugler, spesielt unge i etableringsfasen og fugler i dårlige territorier, kan dra på besøk til andre territorier (Cramp 1985; Dalbeck, Bergerhausen & Krischer 1998).

Undersøkelser med webkamera viste at hubroen besøkte reiret omtrent daglig i flere uker før egglegging. Ti dager før legging av første egg var både hannen og hunnen daglig på reirhylla, og et par dager før egglegging økte antall besøk og hannen og hunnen tilbrakte 3-4 timer ved reiret (Penteriani & Delgado 2019). Denne informasjonen støttes også av observasjoner fanget opp av overvåkingskamera på Hitra og Frøya (MP). Det er bare hunnen som ruger, og etter klekking tilbringer det aller meste av tiden sammen med små unger eller i umiddelbar nærhet av ungene, men allerede når ungene er tre uker gamle kan hunnen være borte i flere timer. Hvor mye hunnen er borte fra ungene avhenger av flere forhold, blant annet lokale værforhold og næringstilgang. Selv om hunnen ikke er sammen med ungene, er hun nært reirplassen når hun raster. Hannen raster også vanligvis nært reiret på dagleie, men han kan også raste 1 km unna eller mer (Penteriani & Delgado 2019).

Når ungene er blitt forholdsvis store utpå sensommeren, viser en telemetriundersøkelse at en hunn på dagtid kan veksle mellom å raste nært ungene eller opptil 4,7 km vekk fra ungene. På denne tiden trenger ikke ungene kontinuerlig tilstedeværelse lenger. Dette gjorde at hun var i jaktområdene allerede i skumringen, sannsynligvis for å øke jaktsuksessen (Dalbeck, Bergerhausen & Krischer 1998).

Hubroen fanger flest byttedyr i åpent landskap (Hagen 1952; Penteriani, Gallardo & Roche 2002), og jakter fortrinnsvis der hvor det er gode forekomster av passende byttedyr. Dette kan i perioder av året være langs kysten når det er mye fugl der, f.eks. vår og sommer. Våtmarker og fjellpartier er også godt egnede jaktområder for hubro om disse er viltrike. Funn av tamhøns og brunrotte på byttedyrlisten indikerer at hubroen også jakter nært menneskelig bosetting. Hubroer som jakter nært menneskelig bosetting produserer ikke færre unger (Marchesi, Sergio & Pedrini 2002), men hvis antall turgåere øker innen 2 km fra hekkeplassen reduseres sjansen for at den produserer unger (Pearson & Husby In prep.). Dette siste resultatet viser ikke sammenhengen mellom antall mennesker i et område og hubroens hekkesuksess, men hva som i gjennomsnitt skjer hvis antall turgåere øker. Dette kan ha sammenheng med økt forstyrrelse, løse hunder rundt nye turstier og at hubroens byttedyr blir fordrevet.

For å følge detaljert med i hubroens bevegelsesmønster, kan det brukes radiosendere som festes på hubroens rygg. Hvis det er en hekkende fugl som skal undersøkes, slik det kunne være aktuelt på Sørmarkfjellet, måtte fuglen fanges. Eneste område hvor det normalt er mulig å fange voksen hubro er på hekkeplassen. Radiosendere er mye brukt i Spania, og selv om senderne veier 30 gram påstås det at det ikke medfører noen ulempe for fuglene (Leon-Ortega *et al.* 2016). Voksne fugler med sendere har omtrent 10 % årlig dødelighet (Leon-Ortega *et al.* 2016), noe som kanskje er normalt også uten sendere? Unger som får radiosendere mens de fortsatt er i reiret, har imidlertid en dødelighet på hele 40 %, noe forfatterne selv karakteriserer som høy dødelighet (Penteriani, Lourenço & Delgado 2012). Men høy dødelighet er vanlig også hos andre arter i perioden fra ungene forlater reiret til de blir uavhengige av foreldrene (Husby 1986).

Vi har ikke ønsket å bruke radiosendere hverken her eller i andre undersøkelser (Husby *et al.* 2014; Husby, Pearson & Dørum 2020), fordi hubroen er karakterisert som svært sky og sårbar for menneskelige forstyrrelser ved hekkeplassen (del Hoyo, Elliott & Sargatal 1999; Penteriani & Delgado 2019). Det er noe usikkert, etter vår mening, hvor skadelig det er for hubro å fly rundt med ryggsekk og en antenne stikkende opp over ryggen. Vil det påvirke fjærdraktens isolasjon mot vann og kulde, fjærslitasje, fuglens balanse, mer vindmotstand og dermed støy under jakt, stress osv.? Det er kommet erfaringer fra andre områder som bekrefter at dette er riktig beslutning. I Agderfylkene ble åtte voksne hubroer radioinstrumentert i 2014, seks ble funnet døde og to er forsvunnet fra hekkeplassen (Fylkesmannen i Aust- og Vest-Agder 2017). Forfatterne skriver at det synes klart at selve radioinstrumenteringen har vært en medvirkende dødsårsak hos noen av fuglene, med blant annet registrert slitasje på vingefestet og der senderen har sittet mot kroppen. Videre skriver de: «*Forskning kan være en reel trussel for hubroen. I 2014 ble 8 hubroer i Agderfylkene merket med radiosender. De fleste av disse er funnet døde. To av hubroene er savnet. Det må nevnes at den siste voksne hubroen har levd med senderen i to år og hekket to ganger. Det kan ikke sees som normalt at seks voksne hubroer er borte fra sin hekkeplass på så kort tid.*» (Fylkesmannen i Aust- og Vest-Agder 2017).

En hubro hunn som ble fanget ved reiret og radiomerket i Snillfjord i juni 2011, hadde tilhold i nærområdet utover sommeren, men signalene fra denne senderen kom bort i slutten av oktober (Øien & Aarvak 2012). Det er ikke registrert hekking i dette territoriet senere, og en omfattende undersøkelse i 2020 påviste ingen hubro verken i dette territoriet eller på potensielle hubrolokaliteter i områdene rundt (Husby & Dørum In prep).

1.5. Hubroens byttedyr

Hubro er verdens største ugleart, og hvilke byttedyr den tar varierer mye i forhold til hva som er tilgjengelig både geografisk og ved årlige svingninger i byttedyrbestander i dens territorium. Mange undersøkelser viser at hubro spiser mest pattedyr, mens undersøkelser i Trøndelag viser at fugl i gjennomsnitt utgjør i underkant av 70 % av biomassen (Obuch & Bangjord 2016). Markmus kan enkelte steder og år utgjøre et betydelig antall individer (Obuch & Bangjord 2014). På menyen finnes for eksempel rotter og andre gnagere, piggsvin og harer, men også fugler opp til tiur, snøugle, gråhegre og våk i størrelse. Det er også kjent at den spiser amfibier, krypdyr, fisk og også insekter, for eksempel biller. Byttedyrenes vekt varierer derfor mye, men er vanligvis oppad begrenset til ca. 2 kg (Strand 1901; Hagen 1952; del Hoyo, Elliott & Sargatal 1999).

Det er gjennomført fire år med undersøkelser av hvordan hubroen påvirker andre arter nært hekkeområdet i Doñana i Spania etter at hubroen kom dit som ny hekkeart. Det er mange faktorer som påvirker bestandene til hubroens byttedyr, og effekten av hubro synes ikke stor, heller ikke på rovfugler som hubroen konkurrerer med både om hekkeplass og byttedyr (Penteriani, Lourenço & Delgado 2012). I hekketiden til hubro fanger den en stor andel unge byttedyr (von Frey 1973; Penteriani, Lourenço & Delgado 2012), en aldersgruppe som normalt har stor dødelighet av mange ulike årsaker.

Det er tydelig at enkelte hubroterritorier er vesentlig mer verdifulle enn andre med tanke på bidrag av fugler til neste generasjon. Kunnskap om dietten til de ulike parene gir et bedre grunnlag for en mer presis forvaltning, spesielt hvis det planlegges inngrep nært viktige leveområder for hubro (Bangjord & Obuch 2019). God næringstilgang er svært viktig for hubroens reproduksjon (Pearson &

Husby In prep.). Vi har derfor valgt å analysere innholdet i reiret og gulpeboller for å finne ut hva hubroen har spist.

Deler av byttet som svelges, men ikke blir fordøyd, gulpes opp gjennom svelget som en avlang bolle. Ugler produserer vanligvis en gulpebolle etter hvert måltid, og det kan være mange ulike byttedyr i hver gulpebolle (Bilde 3.4). Uglens magesyre har en pH på omtrent 2,35, i motsetning til hauker som har pH på omtrent 1,5. Den logaritmiske skalaen til pH medfører at syrekonsentrasjonen er seks ganger høyere hos hauker. Den mindre sterke magesyren hos uglene gjør at gulpebollene vanligvis inneholder 10 ganger mer bein enn fra dagrovfugler slik som hauker (del Hoyo, Elliott & Sargatal 1999). En analyse av hubroens gulpeboller vil derfor fortelle mye om hva hubroen spiser.

Byttedyr funnet på reirhyllene stammer hovedsakelig fra hekkesesongen, og vanligvis vil byttedyrrester og gulpeboller fra andre årstider være spredt i terrenget og sjeldnere å finne. Disse går raskt i oppløsning om de ligger eksponert for vær og vind. Vanligvis svelger hubroen sine byttedyr hele, men rester av store fugler (for eksempel stormåker, ender og gråhegre) og pattedyr (for eksempel hare) som ikke er helt spist opp kan finnes i terrenget. Hvis bare kjøtt er spist vil det ikke finnes beinrester av disse i gulpebollene (Bangjord & Obuch 2019). Slike arter kan derfor bli underrepresentert i materiale fra gulpeboller.

1.6. Valg av hekkeplass

Terrenget på og rundt Sørmarkfjellet er slik at hubroen ikke har problemer med å finne hekkeplass. Bratt og delvis opprevet fjell gjør det mulig å finne reirhyller mange steder. Typisk for ei god reirhylle er at den er dels overbygd som beskyttelse mot regn og sol, har ei tørr reirgrop, og er skjermet for vind og gjerne har skjul i fremkant i form av busker. En slik reirplassering gjør at det kan være utrolig vanskelig å påvise selve reiret. Reiret kan være eksponert mot ulike retninger, men er atskillig vanligere eksponert mot sørlige og vestlige retninger enn nordlige (Penteriani & Delgado 2019).

1.7. Forholdet mellom hubro og rovfugler

Det er risikabelt for hubro å hekke nært noen arter av store rovfugler, og det er risikabelt for rovfugler og hekke nært et hubroreir. De kan spise ungene til hverandre når reiret er ubevoktet, og til og med drepe voksne individer. I ett tilfelle hekket tre par med fjellvåk innen 1 km fra et aktivt hubroreir. Alle parene mislyktes med hekkingen mens de hadde egg eller små unger. Hubroen tok to voksne fjellvåker, mens to andre ble skutt (Hagen 1952). Det er heller ikke helt uvanlig at hubro fanger vandrefalk og tårnfalk, og jordugle er vanlig forekommende i dietten (Obuch & Bangjord 2016). Erfaringen fra hubroundersøkelsene i Sør-Norge 2012-2019 viser også at hubroen går dårlig overens med rovfugler. Selv om dette ikke er absolutt likt hver gang, synes vandrefalk å trekke seg unna hubro, mens hubroen trekker seg unna hekkeplassen til kongeørn. Havørn og hubro kan hekke nærmere hverandre, men rapporten viser til at begge artene kan ta ungene til den andre (Heggøy *et al.* 2020). Andre rapporter sier at hubro kan fortrenkes av havørn, og at hubroen foretrekker å hekke i en betryggende avstand fra bebodde havørnreir (Jacobsen & Gjershaug 2014). På Hitra har det ikke vært registrert en eneste vellykket havørnhekkning i nærheten av hekkende hubro i årene 1999 til 2020 (hekkforsøk i avstandene 120 m, 154 m, 260 m og 620 m). Derimot hender det at havørn

gjennomfører vellykket hekking de årene hubroen ikke hekker. Lydaktivitet tidlig på våren indikerer at tilstedeværelse av den andre arten kan være et stressforhold for begge artene (MP).

Forekomst av hekkende rovfugl nært en potensiell hubrolokalitet indikerer altså at hubroen ikke bruker denne lokaliteten det aktuelle året. Tilsvarende konklusjon gjelder derimot ikke alltid hvis det er syngende kattugle ved en potensiell hubrolokalitet (Solonen 2011; Penteriani & Delgado 2019), men det er undersøkelser som viser at tettheten av kattugle avtar når tettheten av hubro øker (Penteriani & Delgado 2019).

1.8. Hubroens lydytringer

Nattaktive ugler, slik som hubro, hviler på en dagplass der de er godt skjult for eventuelle predatorer og mobbere (del Hoyo, Elliott & Sargatal 1999). Hubroen jakter hovedsakelig ved solnedgang og soloppgang og litt om natta (Penteriani, Lourenço & Delgado 2012), det vil si når det er mindre lys og vanskeligere for oss å oppdage den. For å påvise hubro er vi derfor i stor grad avhengig av dens lydytringer. Dens karakteristiske hoouh når den synger har medført onomatopoetiske navn på arten i svært mange land. Sangen er genetisk bestemt og ikke lært (del Hoyo, Elliott & Sargatal 1999), noe som gjør at det under gode lytte- og opptaksforhold er mulig å kjenne igjen bestemte individer. Det er lite variasjon over tid i de ulike ropene fra en bestemt hann eller hunn, mens undersøkelser har vist forskjeller i detaljene mellom ulike individ (Grava *et al.* 2008; von Lossow 2010). Detaljene i sangen tydet på at det var de samme hannene som brukte de samme lokalitetene to år på rad (Grava *et al.* 2008). I store populasjoner der alle individene er ukjente på forhånd, kan det være problematisk å bestemme hver enkelt syngende hann, i alle fall for andre arter enn hubro (Budka, Wojas & Osiejuk 2015). Også for en annen ugleart, kirkeugle, blir individuell gjenkjenning vanskelig ved store populasjoner (Linhart & Salek 2017), men for å skille eventuelt ulike hanner på og ved Sørmarkfjellet skulle metoden i teorien være anvendbar.

Hubroen synger mest utpå vinteren og utover våren (Hagen 1952). Sangen starter hvis det er gunstige værforhold om kvelden når det blir skumt. Her er det store variasjoner avhengig av parstatus på fuglen og tidspunkt i forhold til egglegging. Sangen starter rundt klokka 16 før midten av januar og blir jevnt og gradvis senere på dagen til rundt klokka 20 i starten av mai i Sverige (Hedenström 2003), og tilsvarende i Sør-Tyskland (von Lossow 2010). Når hannen får svar fra hunnen, kan han avslutte sangen og dra ut på jakt, eller han kan fortsette å syng videre utover natta. En ensom hann, og sjeldnere en ensom hunn, synger gjerne konstant utover natta for å lokke til seg en partner. Det finnes også eksempler på at hann og hunn fortsetter å svare hverandre i lang tid utover kvelden, spesielt i forbindelse med paringsaktivitet (Hedenström 2003), og en undersøkelse i Sør-Tyskland viser at 84 % av ropene utføres av hannen og 16 % av hunnen (von Lossow 2010). Det er i all hovedsak enkelt å høre forskjell på hann og hunn ettersom hunnen, på tross av at den er større, synger med høyere frekvens. I tillegg til at sangaktiviteten hos hubro er størst ved solnedgang (Hedenström 2003; Delgado & Penteriani 2007), er det også en økning i sangaktivitet ved soloppgang (Delgado & Penteriani 2007). Fra Sør-Tyskland viser registreringer at hubroen synger en periode om kvelden, drar så til en ny plass og synger videre lenger og lenger vekk fra soveplassen (von Lossow 2010).

Videre er sangaktiviteten avhengig av hubrobestandens tetthet, ettersom hannen i områder med stor tetthet starter sangen tidligere på kvelden og holder på lengre enn hanner i områder med lav tetthet (Penteriani, Gallardo & Cazassus 2002; Penteriani 2003). Vi har ikke funnet publikasjoner som forteller

hvordan sangmønsteret er hos par som ikke hekker, eller hos par som vanligvis hekker, men står over hekking. Slik kunnskap er viktig for å si noe om sannsynligheten for å oppdage hubroer som har tilhold i et område, for eksempel i vår undersøkelse av hubroens forekomst på og ved Sørmarkfjellet. Erfaringene fra Hitra og Frøya tilsier at det er større lydaktivitet på hanner som ikke hekker, trolig enten fordi de er enslige og vil lokke til seg en hunn, eller for å styrke parforholdet. På høsten synes voksne par som ikke fører unger å være mer lydaktive enn par som fører unger (MP).

Hanner i etablerte par er dominante overfor flytere som farter rundt uten fast hekketerritorium, og de velger mer eksponerte sangplasser enn flyterne (Campioni, Delgado & Penteriani 2010). Den hvite strupeflekken vises når hannen synger, og det er ekstra attraktivt for hubroen å synge når det er måneskinn da strupeflekken på en eksponert hann vil vises bedre (Penteriani & Delgado 2009; Penteriani *et al.* 2010).

De fleste hubroene i Norge la tidligere egg i midten av april, men det varierer fra slutten av mars til i mai (Hagen 1952). Lengst sør i landet er nå eggleggingen vanligst i overgangen mars-april (Fylkesmannen i Aust- og Vest-Agder 2017) og likeledes på Trøndelagskysten (MP). Dette kan igjen påvirke hvor intensivt de synger til ulike tidspunkt utover våren. I det svenske overvåkingsprogrammet for fugl er det liten forskjell mellom antall syngende hubroer i mars og april når de samme områdene ble besøkt begge månedene, og det var heller ingen forskjeller i ulike deler av landet (Green, Haas & Lindström 2020). Hubroer med spesielt god næringstilgang, for eksempel hvis de tilføres ekstra mat, kan legge egg allerede i slutten av februar i Midt-Norge (Pearson 2018). I juni-juli når ungene er store og trenger mye mat, kan man høre ungenes tiggende hvis man er nært (Hagen 1952). Hannen leverer maten som små unger skal ha til hunnen. I forbindelse med dette ritualet gis det ofte lydtryk fra begge i paret. Disse lydene er også mye svakere enn selve sangen.

Hubrounger i Spania forlater territoriet når de er rundt 170 dager gamle (Penteriani & Delgado 2011). Utover sommeren og høsten kan man høre ungenes tiggelyder og kontaktlyder mellom foreldrene. Når ungene blir uavhengige av foreldrene og forlater oppvekstområdet, vil hubroen som har produsert unger markere territoriet med sang (del Hoyo, Elliott & Sargatal 1999). Lydopptak fra Hitra og Frøya viser at ungene er i reiområdet helt til september-desember, det vil si noe lengre enn sine spanske slektninger. Dette synes også å være uavhengig av næringstilgangen i territoriet (Pearson 2019).

1.9. Generelt om bruk av lydopptakere

Vi brukte Wildlife Acoustic Song Meters (SM2, SM4 og SM Mini). Disse lydopptakerne er langt mer effektive sammenlignet med manuell lytting i felt fordi hubroen ikke blir forstyrret av vår fysiske tilstedeværelse. Samtidig kan man ta opp lyd over mange døgn. Sjansen for å påvise hubro er derfor langt større med bruk av lydopptakere (Andreychev, Lapshin & Kuznetsov 2017). Med slikt lytteutstyr kan man definere lokaliteten som ikke aktiv hvis det ved gunstige værforhold ikke har vært lydaktivitet over flere dager (Fylkesmannen i Aust- og Vest-Agder 2017).

Hubroen er sårbar for forstyrrelser. Dette gjelder også når den synger i hekkeområdet, og den kan avbryte sangen hvis den oppdager at mennesker nærmer seg. I så måte er bruk av lydopptakere en langt mer skånsom måte å registrere hubro på enn å bevege seg ut i terrenget når hubroen er sangaktiv.

2. Metodikk

2.1. Undersøkelser sommer og høst 2019

Undersøkelsene gjennomført våren 2019 er publisert (Husby & Eriksen 2019a; Husby & Eriksen 2019b). TrønderEnergi ga klarsignal til ytterligere undersøkelser sommer og høst 2019, etter at vi anbefalte det ut fra de resultater vi fant i undersøkelser som ble gjennomført på vår og tidlig sommer. Disse nye undersøkelsene er gjennomført etter publikasjonene for våren 2019, og er tidligere ikke publisert.

Kraftlinjetraseen fra Hestdalen og opp på fjellet ble undersøkt i siste halvdel av juni og begynnelsen av juli, både langs traseen og oppe på fjellet. Dette var for å avklare så godt som mulig om det var hubro langs traseen hvor det var planlagt helikopterflyging fra 15. juli 2019. I tillegg ble det lyttet manuelt etter tiggende unger i andre deler av området i juli. Etter tips fra publikum om en sannsynlig hekkeplass for 15-20 år siden, ble dette området undersøkt. Det ble satt ut tre nye lydopptakere i områder hvor vi hadde mest tro på at det kunne være hekking i håp om å høre tiggende unger (i tillegg til de 19 brukt tidligere i 2019). Disse ble satt ut i august-september. Hubro ble funnet på to ulike plasser oppe på fjellet, og disse ble innlevert for DNA-analyser.

Lydopptakerne ble både i 2019 og 2020 programmert til å starte opptak fra en time før solnedgang og kontinuerlig til en time etter soloppgang.

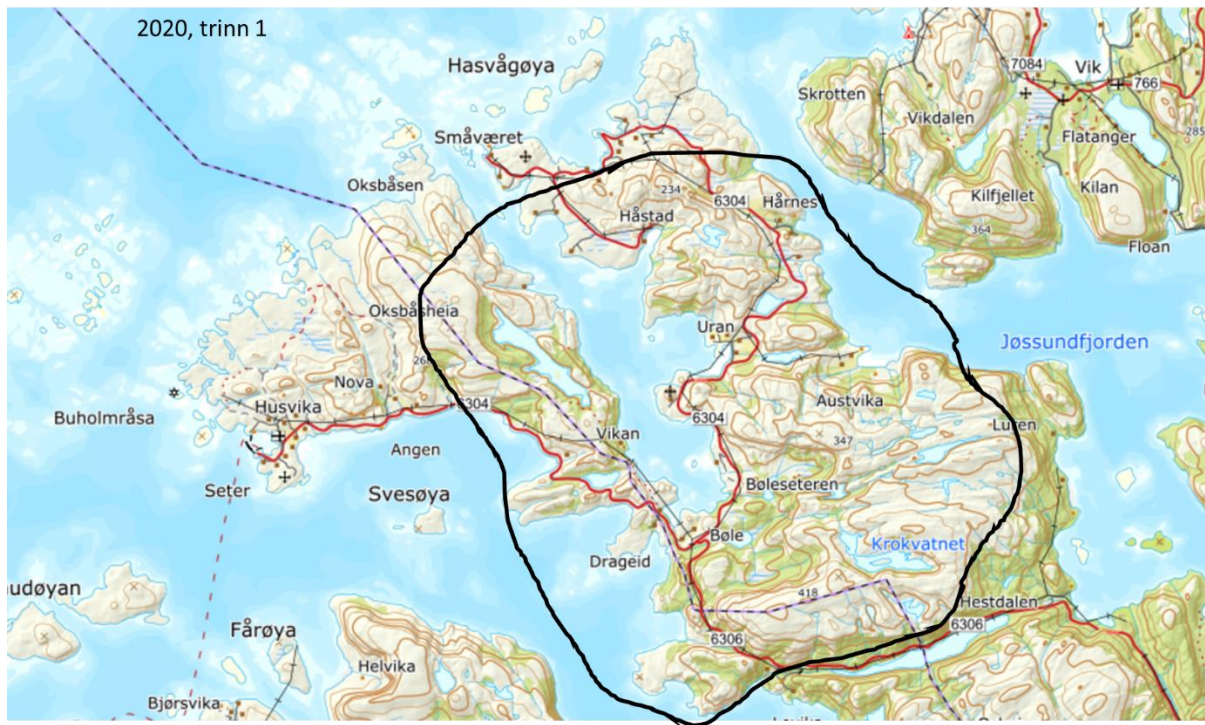
2.2. Undersøkelser i 2020

Ut fra lydobservasjoner, feltbefaringer, tips og kartstudier ble det satt ut 17 lydopptakere spredt utover Sørmarkfjellet, lavereliggende områder rundt fjellet, og på begge halvøyene vestenfor på bestemte steder (Figur 2.1). Opptakerne stod ute i ca. 14 dager i siste halvdel av februar, og ga ca. 135 timer med opptak på hver opptaker. En av de sju lydopptakerne oppe på fjellplatået Sørmarkfjellet virket ikke, og to andre opptakere tok ikke opp lyder i hele 14-dagers perioden. Selv om vi hadde lydopptakere i områder rundt disse tre opptakerne, ble det satt ut tre nye lydopptakere i siste halvdel av mars for å sikre best mulig informasjon også fra disse områdene. To lydopptakere var i tillegg satt ut i mars 2020 av en annen person ikke tilknyttet dette prosjektet i det området hvor forundersøkelsene for vindkraftutbyggingen på Fosen påviste hubro i 2014 (Husby *et al.* 2014). Vedkommende hadde også i 2019 satt ut to opptakere i samme område (både lydopptak og detaljert informasjon om sted og tid er lagt inn i Rovbasen).

Det ble i slutten av mars satt ut til sammen ni nye lydopptakere i dette prosjektet, som stod ute til midten av april, pluss de to opptakerne satt ut av den andre personen i mars (Rovbasen). Området i vår undersøkelse var nå snevret inn på bakgrunn av den informasjonen vi fikk fra opptakerne i februar. Hensikten var nå å ha en større tetthet av opptakere for om mulig å snevre inn et eventuelt kjerneområde. Videre satte vi ut sju nye opptakere i april for å forsøke å finne hekkeområdet. Totalt var det derfor 32 aktive lydopptakere på og rundt Sørmarkfjellet senvinter og vår i 2020.

Lydopptakene fra både 2019 og 2020 ble analysert med dataprogrammene Kaleidoscope Pro Analysis Software (Wildlife acoustics) og Raven Pro (Cornell Lab of Ornithology).

I midten av juni ble det søkt etter en eventuell hekkeplass basert på funnene fra lydopptakerne (Bilde 2.1). To fjær funnet i kjerneområdet ble levert til DNA-analyse. I slutten av september ble det samlet inn gulpeboller og byttedyrrester fra reir, reirhulle og sitteplasser i nærområdet. (Bilde 2.2).



Figur 2.1. Sørmarkfjellet og nærområder, med omtrentlig innramming av det området som ble undersøkt for hubro i februar 2020. Kartet er hentet fra Norgeskart.



Bilde 2.1. Når potensielle hekkeplasser er saumfart med kikkert og teleskop uten resultat, starter klatringa i ur og bergvegger. Her er Martin Pearson ved Sørmarkfjellet. Foto: Magne Husby.



Bilde 2.2. Georg Bangjord undersøker hubroiret for rester av byttedyr og eggeskall i september 2020. Foto: Magne Husby.



Bilde 2.3. Sørmarkfjellet i slutten av april 2020, i et område hvor hubro ble registrert i 2019 men ikke i 2020. Åpent landskap med vann og vassdrag er normalt attraktive jaktområder. Ny veg i vindparken skimtes i bakgrunnen. Foto: Anita Husby.

2.3. Lydanalyser

Kaleidoscope Pro Analysis Software v. 5.1.9g (Wildlife acoustics) ble brukt for å grovt lokalisere potensielle hubrorop i alt opptaksmaterialet vi samlet inn. I tillegg ble Raven Pro v. 1.6 (Cornell Lab of Ornithology) brukt for å lete etter hubrorop i detalj. Krysskorrelasjon i Raven Pro ble videre brukt for å vurdere om det er samme hann eller ulike hanner vi hører i de ulike lydopptakene. Krysskorrelasjon kan angi hvor like de ulike ropene er, og metoden innebærer å skyve to spektrogram av hubrorop over hverandre, både i tidsaksen og frekvensaksen. Det kalkuleres en korrelasjonsverdi mellom 0 og 1 mellom to rop, og en verdi som forteller tidsforskyvningen mellom de to signalene som produserer den høyeste korrelasjonsverdien. Den mest optimale plasseringen av de to lydopptakene gir den høyeste korrelasjonsverdien og representerer hvor like hubroropene er. Det er denne verdien vi bruker videre i analysene. En korrelasjonsverdi på 0 indikerer ingen likhet, og en verdi på 1 indikerer identiske lydopptak. Sammenligner man forskjellige rop fra samme hubrohann vil verdien kunne ligge tett oppimot 1, men bakgrunnsstøy, harmoni og klangegenskaper i området hubroen synger i gjør at man aldri får maks verdi lik 1 med mindre man krysskorrelerer to identiske lydfiler. Hubro liker ofte å synge ved bergvegger, noe som kan gi ekko. Ekko er vanskelig å fjerne fra lydopptaket, da det ofte ligger innenfor samme frekvensområde, og tett oppimot originalropet i tid. Sammenligner man et rop med ekko med et rop uten, vil man kunne få lav korrelasjonsverdi til tross for at det er samme fugl som synger.

Alle rop som er brukt i korrelasjonsanalysene er manuelt klipt ut fra hovedopptakene, og et frekvensområdefilter er satt på mellom 200 og 450 Hz. Hannhubroens rop faller innenfor dette frekvensområdet, og lyd over og under disse bølgelengdene blir ikke med i krysskorrelasjonen. Denne metodikken kalles Spectrographic cross-correlation (SPCC), og er også brukt i andre lignende undersøkelser (McDonald & Wright 2011).

Fra hver lydopptaker ble det plukket ut 20 rop som etter vår vurdering var tydelige med lite forstyrrelser fra omgivelsene (vind, nedbør, bekker, bølgeskulp, insekter, biltrafikk, anleggsarbeid etc.) eller ekko. Disse 20 ropene ble krysskorrelert med hverandre og produserte 100 unike korrelasjonsverdier i en 10x10 matrise. De ti høyeste korrelasjonsverdiene fra matrisen ble plukket ut, og gjennomsnittsverdien av disse er ment å vise likhet mellom ropene innad for en og samme hann.

Videre ble de 10 ropene som ga høyest korrelasjonsverdi innad i en lydopptaker brukt til å sammenligne rop mellom ulike lydopptakere. Ti rop med høyeste korrelasjonsverdier fra hver lydopptaker ble krysskorrelert med hverandre (SPCC), som igjen ga 100 korrelasjonsverdier i en 10x10 matrise for de to opptakerne som ble sammenlignet. De 10 høyeste verdiene ble plukket ut, og gjennomsnittlig korrelasjonsverdi ble beregnet mellom to og to opptakere.

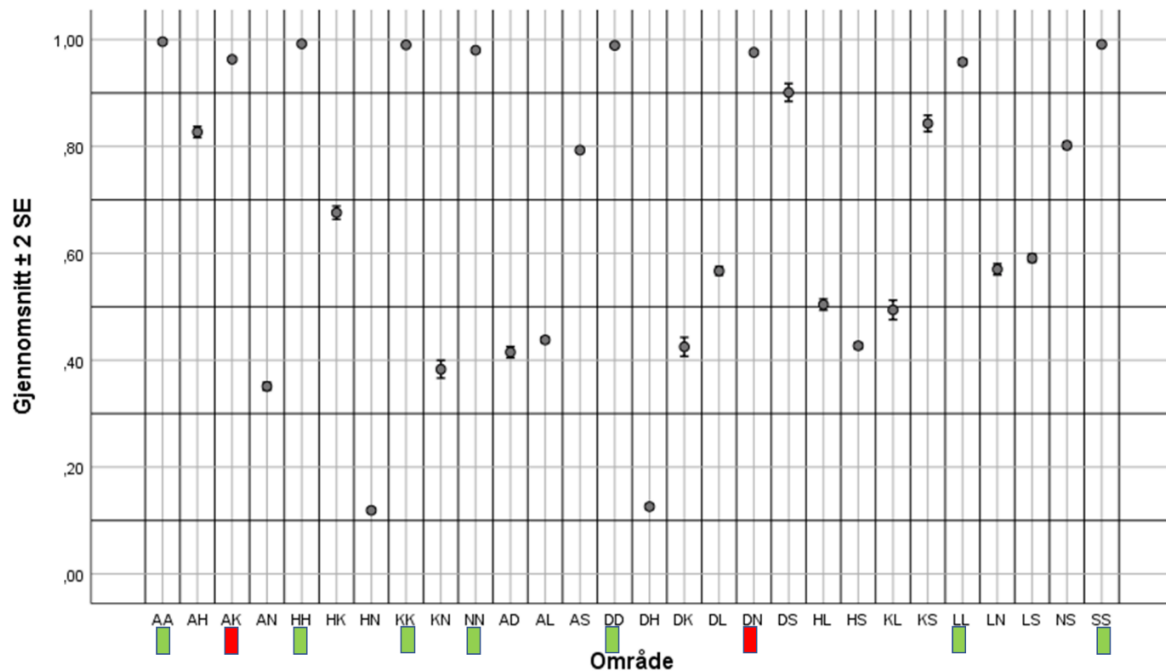
Vi forventer høye korrelasjonsverdier mellom to ulike lydopptakere der det er samme individ og opptaksforholdene er gode. Men hvor lav eller høy skal korrelasjonsverdien være for at vi konkluderer med at det er ulike hanner? Og er det mulig at ulike hanner ligner så mye på hverandre at korrelasjonsverdiene blir omtrent like høye som der vi vet at det er opptak av samme hann? Dette er sentrale spørsmål som vi trenger svar på for å tolke om de ulike lydopptakene fra Sørmarkfjellet kan være fra samme hann eller fra flere ulike hanner.

For å teste ut dette brukte vi lydopptak fra Hitra og Frøya der vi kjente identiteten til hannene vi hadde opptak fra. Dette er mulig gjennom kjent DNA-profil fra hannene, som årlig blir verifisert gjennom

DNA fra ungene. Territoriestrukturen er her godt kjent gjennom mange års undersøkelser av MP. Vi brukte samme metode som beskrevet over, og resultatet er presentert i Figur 2.2.

Figur 2.2 viser at det er meget høye korrelasjoner mellom ropene fra samme hann, som er angitt med to like bokstaver på x-aksen. Det er naturlig så lenge signalene ikke er svake eller forstyrret av andre lydkilder på noe vis. Lydopptakene på Hitra og Frøya som er presentert i Figur 2.2 er fra godt kjente territorier og dermed kunnskap om hvor lydopptakerne burde plasseres. Dette er ikke utgangspunktet på Sørmarkfjellet der det ikke var noe kjent kjerneområde i 2019. Derfor er det stor sjanse for at lydopptakerne ble satt opp lengre unna den syngende hubroen, og at opptakene ble svakere og dermed gir lavere korrelasjoner.

AK og DN (merket rødt i Figur 2.2) har meget høye korrelasjoner selv om det er sang fra to ulike hanner. Dette er like høyt eller høyere enn den hannen som har svakest korrelasjon (område LL) selv om LL representerer rop fra samme hann. Det er likevel signifikante forskjeller i korrelasjonsverdiene mellom AA og AK (Mann-Whitney U-test: $Z=-3,94$, $p<0,001$) og mellom KK og AK ($Z=-4,15$, $p<0,001$), noe som kan tyde på at A og K er to ulike hanner slik vi vet de er. Tilsvarende var forskjellen mellom DD og DN signifikant ($Z=-3,53$, $p<0,001$) og nesten signifikant mellom NN og DN ($Z=-1,70$, $p=0,09$). Det betyr at vi kanskje også ville vurdert N og D til å være to ulike hanner, noe vi vet de er. Det arbeides med å videreutvikle analyseverktøyet i Raven, og det kan kanskje bli noen små justeringer på metodikken videre framover uten at det vil ha noen avgjørende betydninger for analyseverdiene og konklusjonene i denne rapporten.



Figur 2.2. Gjennomsnittsverdi ($\pm 2SE$) for de 10 høyeste korrelasjonene av 100 innen et territorium (like bokstaver, merket grønn) eller mellom territorium (ulike bokstaver). To tilfeller av høy korrelasjon mellom ulike hanner er angitt med rødt markering. Opptakene er fra Hitra og Frøya (MP).

Hubroer på Hitra og Frøya er ikke registrert å ha fløyet mellom de to øyene (MP). Innad på Hitra eller innad på Frøya er det mye høyere korrelasjon mellom ropene fra samme hann enn det er mellom to ulike hanner, og de to tilfellene med meget høye korrelasjoner fra to hanner er i begge tilfeller en hann fra Hitra og en hann fra Frøya. Selv om Hitra og Frøya har to ulike populasjoner, indikerer de to høye korrelasjonsverdiene mellom to ulike hanner at en tolkning basert bare på korrelasjonsverdiene må gjøres med forsiktighet. Figur 2.2 viser meget høye korrelasjoner mellom A og K, og mellom D og N, på tross av at vi vet at A og K, og D og N er ulike hanner fordi de hekker på ulike øyer og det er stor avstand mellom dem. DNA analyser av tre av disse viser at de er ulike hanner, og den fjerde hannen har vi ikke fått DNA fra (MP). Det er derfor viktig å ta hensyn til avstanden mellom lydopptakerne, opptakenes kvalitet og styrke, og om det er overlapp i tidspunkt når hannene er registrert.

De statistiske analysene av korrelasjonene er utført i SPSS v. 27, med ikke-parametrisk Mann-Whitney U-test, og signifikansnivå på 5 % ($p < 0,05$).

3. Resultater

3.1. Registreringer sommer og høst 2019

Det ble ikke registrert hubro i området langs planlagt trasé for helikopterflyging, eller i det potensielle hekkeområdet tipset av publikum. Det ble registrert tårnfalk nært det siste området og nært anleggsområdet i Hestdalen. Det ble registrert voksen hubro hann på lydopptakerne som ble satt ut på høsten, men verken lydopptakerne eller manuelt feltarbeid påviste da tiggende unger. Fjærene som ble funnet på to ulike steder ble gjennom DNA-analyser påvist å være fra samme hann. For registreringer tidligere i 2019 henvises til publikasjonene våren 2019 (Husby & Eriksen 2019a; Husby & Eriksen 2019b).

3.2. Registreringer i 2020

I omtalen av delområdene under refereres det til ikke overlappende delområder. Disse er omtrentlig angitt i Figur 3.1, men er utvidet og overlapper hverandre for at kunnskap om nøyaktig reirplassering skal være utilgjengelig for andre.

Februar

Det ble registrert sang av hubro hann i område B og C på lydopptakerne som stod ute i siste halvdel av februar 2020, og en hunn i område B (Figur 3.1). Det var ikke overlapp i tid mellom registreringene. Det var mest aktivitet i område B. Det var ingen lydopptakere i område A i februar.

Mars-april

Lydopptakere satt ut i mars fanget opp hubro hann i alle tre områder (A, B og C, Figur 3.1), og syngende hann ble hørt samtidig i område A og B. Både i slutten av mars og begynnelsen av april var det stor aktivitet i område C. Det var forholdsvis nært det pågående anleggsarbeidet i vindparken, og anleggsarbeidene ble derfor stoppet. Det var også litt aktivitet av hubro i område B i slutten av mars, men spesielt mye i begynnelsen av april. Hunnen ble hørt både i område B og C, og med kurtiselyder begge steder. Det var heller ikke nå overlapp i tid mellom lydene i de to områdene. Hubroene var i

område C 23.-26.3., i område B 28.3.-11.4., og i område C også 4.-5.4. men altså ikke til samme klokkeslett slik at vi ikke kan utelukke at det er samme fugl som har forflyttet seg mellom områdene.

April-mai

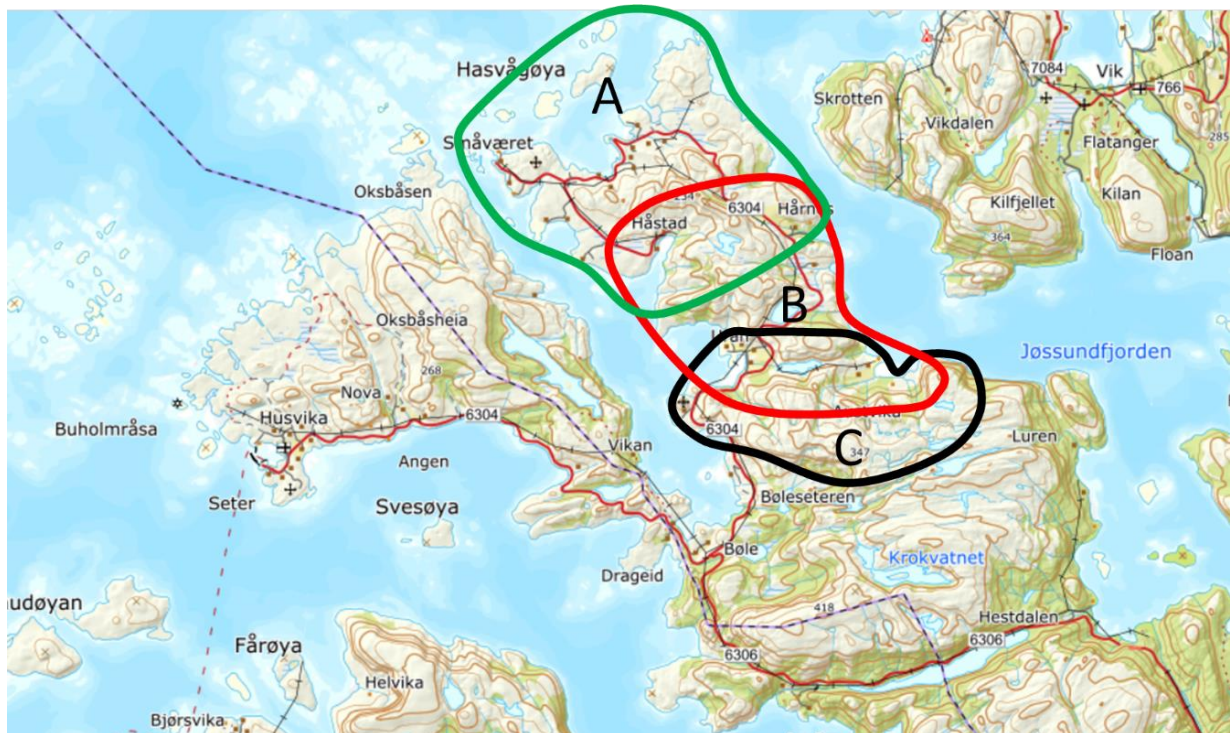
Opptakerne som sto ute i områdene B og C fra slutten av april til begynnelsen av mai fanget opp mye aktivitet både fra hann og hunn i område B, mens de fire opptakerne i område C ikke fanget opp noen lyder av hubro. Anleggsaktiviteten i området ble da gjenopptatt. Det var derimot mye lirype i område C. Det var meget gode værforhold for hubrosang og lydopptak i denne perioden, i motsetning til lange perioder tidligere i 2020.

Juni

Reirsøk rundt midten av juni førte til funn av en nylig brukt hekkeplass i 2020, og i tillegg tre oppskrapte reirgroper i nærheten av den brukte reirgropa hvor det ikke var forsøkt hekking. Dessuten var det flere sitteplasser og minst ti steder med ekskrementer. Vi fant også mange gulpeboller i ulik forfatning (Bilde 3.1). Vi sendte inn to fjær fra hekkeområdet for DNA-analyser i forsøk på å identifisere både hann og hunn. Dessverre var ikke disse av god nok kvalitet for å kunne ekstrahere en tilstrekkelig DNA-profil for individbestemmelse. Vi hørte også en syngende hann i området den første kvelden vi søkte etter reiret. Det var noen fjær av byttedyr i reiret. Slike fjær kan forholdsvis raskt blåse bort eller nedbrytes, og var borte da reiret ble undersøkt i slutten av september.

September

Det ble samlet inn materiale fra reirhylla og ellers i territoriet i område B, og en oversikt over funnene er presentert i kapittel 3.3. Ellers ble det i september funnet små fragmenter av eggeskall fra hubro i reiret.



Figur 3.1. Grov oversikt over hvor det ble registrert hubro ved undersøkelsene i 2020. De markerte områdene er store og lite detaljert i forhold til funnområdene som er innen de respektive markeringene i figuren. Kartet er hentet fra Norgeskart. Oppdragsgiver er informert om detaljene.



Bilde 3.1. Beinrester fra gulpeboller som har gått i oppløsning og en gulpebolle delvis i oppløsning funnet ved reirplassen i område B i slutten av september 2020. De aller fleste bein på bildet er av buttsnutefrosk. Foto: Georg Bangjord.



Bilde 3.2. Buttsnutefrosk er et vanlig byttedyr for hubro i enkelte områder, men de er små og utgjør vanligvis ikke en vesentlig del av næringsbiomassen til hubro. Foto: Magne Husby.

3.3. Byttedyr

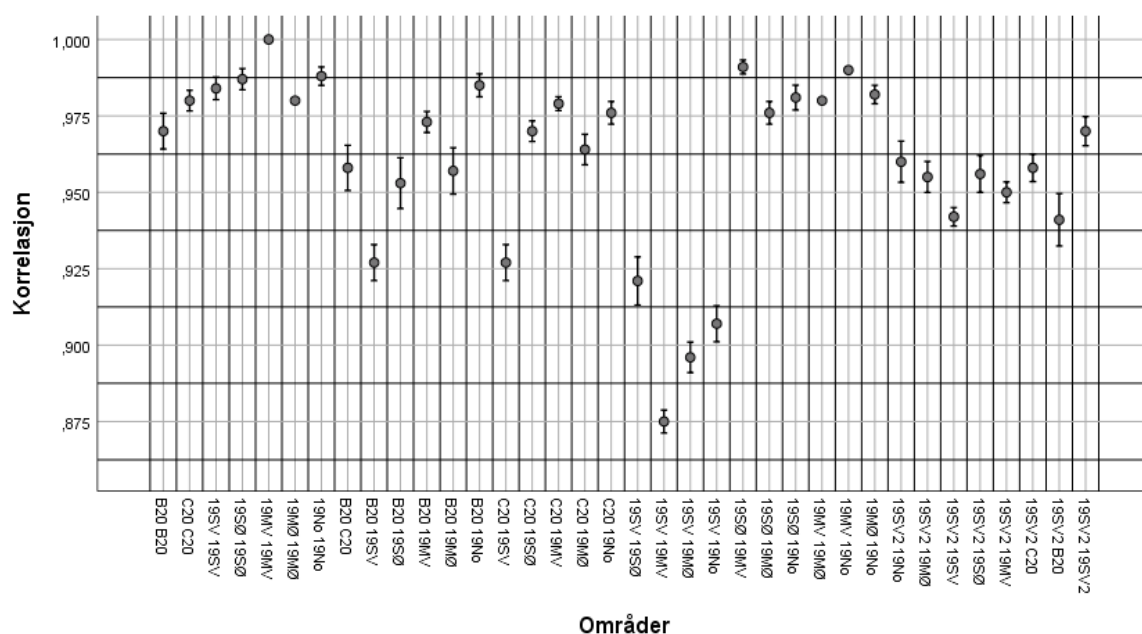
Byttedyrene funnet i gulpeboller og byttedyrrester fra reirhylla og sitteplasser i terrenget rundt reirhylla i 2020 er vist i Tabell 3.1. Buttsnutfrosk var det hyppigst påviste byttedyret med 121 av totalt 155 individ (Bilde 3.1 og 3.2). Ellers ble det funnet flere fugler enn pattedyr med lirype som mest tallrik. I biomasse utgjør fugl større betydning enn pattedyr og frosk når vi antar at bare en liten del av det påviste lammet er spist. Aller viktigste byttedyr var lirype vurdert ut fra individuell vekt og antall. Som omtalt sist i kapittel 1.5 kan eventuelle store byttedyr bli noe underrepresentert ved analyser av gulpeboller.

Tabell 3.1. Antall og andel av de ulike arter som ble funnet i gulpebollene fra territoriet utenom reirhylla i midten av juni og slutten av september, og materiale fra reirhylla i slutten av september. Alt er innsamlet fra område B i 2020.

Art	Territoriet	Reirhylle	SUM	%-andel av antall
Pattedyr				
Krattspissmus	1		1	0,6
Hare		1	1	0,6
Klatremus	2	3	5	3,2
Gråsidemus		1	1	0,6
Markmus	1	2	3	1,9
Snømus		1	1	0,6
Lam (underkjeve)		1	1	0,6
SUM Pattedyr	4	9	13	8,4
Fugl				
Stokkand	1	1	2	1,3
Kvinand		1	1	0,6
Havelle		1	1	0,6
Orrhane		1	1	0,6
Lirype	1	6	7	4,5
Rødstilk	1		1	0,6
Enkeltbekkasin	1		1	0,6
Perleugle	1		1	0,6
Steinskvett	1		1	0,6
Gråtrost	1	1	2	1,3
Rødvingetrost		1	1	0,6
Måltrost	1		1	0,6
Trost ubestemt		1	1	0,6
Sum Fugl	8	13	21	13,5
Frosk				
Buttsnutfrosk	45	76	121	78,1
Sum amphibia, reptilia, pisces	45	76	121	78,1
SUM alle byttedyr	57	98	155	100,0

3.4. Lydanalyser

Figur 3.2 viser høye korrelasjonsverdier mellom hannens rop på de ulike lydopptakerne i 2019 og 2020 (se forklaring i figurteksten). Mellom alle områder på Sørmarkfjellet i 2019 og mellom disse områdene og de to områdene i 2020 var korrelasjoner høyere enn 0,96, med unntak av en av lydopptakerne i sørvest i 2019 (19SV i Figur 3.2). Disse opptakene fra sørvest hadde korrelasjoner på 0,925 eller litt lavere mot alle andre områder, mens det innad i området (19SV mot 19SV) var meget høy korrelasjon (0,98). Den høye korrelasjonen internt tyder på gode lydopptak eller samme type forstyrrelse av lyden, mens de andre korrelasjonsverdiene mot andre områder kan indikere at vi har med en annen hann å gjøre i dette området, eller at det var dårligere kvalitet på en lydopptaker. En korrelasjon på 0,925 er ikke spesielt lavt (se Figur 2.2), men det utpregede mønsteret med at det var lavere verdier her sammenlignet med alle andre områder gjorde at vi ville undersøke dette nærmere med detaljanalyser av spektrogrammene. De viste at det var ekko på opptaker SV som høyst sannsynlig forårsaket litt lavere korrelasjon i sammenligning med andre områder. Opptakene på opptaker SV2, som ligger enda lengre i sørvest enn SV, viser at ropene her er lik resten av Sørmarkfjellet (Figur 3.2). Konklusjonen er derfor at det er samme hann som er registrert på alle lydopptakerne i 2019 (Figur 1.2) og i 2020 (område B og C, Figur 3.1).



Figur 3.2. Gjennomsnittlig korrelasjonsverdier (med 95 % CI) mellom ulike områder på og ved Sørmarkfjellet i 2019 og 2020. Områdene B og C henviser til Figur 3.1 og er fra 2020. Områdene med 19 først er alle fra ulike områder på og ved Sørmarkfjellet i 2019. Forkortelsene etter 19 er SV(2) = sørvest (to opptakere presentert her), SØ = sørøst, MV = midtre vest, MØ = midtre øst, og No = Nord. Det er alltid to og to områder som er sammenlignet med 10 rop fra hvert område (matrise på 10x10 rop), og to like stedsangivelser er sammenligning av 10x10 rop innad i samme område, f.eks. B20 B20 er korrelasjoner innen område B i 2020. Legg merke til at y-aksen starter på 0,875.

4. Diskusjon

4.1. Tolkning av registreringene i 2019 og 2020

I 2019 påviste vi hubro på nesten hele Sørmarkfjellet og de lavereliggende områder rundt fjellet. Det var ikke noe system i hvor hannen startet å synge om kvelden, noe som er uvanlig hvis den har et bestemt kjerneområde knyttet til hekkeplass. Vi har påvist at det var samme individ på alle lydopptakene. De to analyserte fjærfunnene var også fra samme hann. Trolig har all bygging av fundamenter for vindturbiner med infrastruktur og kraftlinjer medført så mye forstyrrelse at hubroparet har trukket seg mot nordvest, etter hvert som anleggsarbeidene foregikk i stadig større del av Sørmarkfjellet. Våren 2020 var det anleggsarbeid også helt nord på fjellet. At hubroparet utover våren 2020 vekslet mellom halvøya i nordvest (område B) og Sørmarkfjellet (område C), tyder på at den fortsatt var knyttet til Sørmarkfjellet. Mye lirype på lydopptakerne viste at det var mat å finne her, og lirype utgjorde en betydelig andel av byttedyrrestene vi fant på og ved reiret i område B. Avstanden fra hekkeområdet samt fortsatte forstyrrelser utover våren 2020 vurderes som årsaken til den påviste reduserte bruken av Sørmarkfjellet.

Funn av små fragmenter av eggeskall viste hekkforsøk i 2020, men forholdsvis få rester av byttedyr på reiret kan tyde på at hekkinga ble mislykket mest sannsynlig kort tid etter klekking. At eggeskallbitene var svært små indikerer klekking fordi unger og hunnen tramper sund bitene etter klekking. Eggeskallbitene ble funnet blandet med jord, gulpeboller etc. nede i reiret. Eggeskallbitene hadde trolig vært større og annerledes plassert hvis reiret var predatert.

Det var dessuten mindre materiale å finne i reirgropa og på reirhylla enn vi forventer hvis reiret har vært i bruk i flere år. Derfor tror vi at denne hekkeplassen er nyetablert og kun brukt i 2020 (i nyere tid). Denne hekkeplassen ligger lengre unna vindparken enn de 1 km som er anbefalt hensynssone for hubro (LAG 2014; Multiconsult 2018), og som i noen områder er brukt som nær-grense for tiltak for å redusere forstyrrelsene på hubro (Husby, Pearson & Dørum 2020).

Oppsummert kan vi ha hatt følgende historikk om hubro på og ved Sørmarkfjellet fra og med 2014:

- Det ble ikke påvist hubro ved Sørmarkfjellet i 2014 (Husby *et al.* 2014), på tross av at en lydopptaker ble satt opp i akkurat samme tre hvor det i 2019 ble registrert mye hubroaktivitet.
- Hubroen kan ha hekket i andre områder av Sørmarkfjellet allerede i 2014, men for langt unna opptaker til å bli registrert. Det foreligger imidlertid ikke observasjoner fra publikum som tyder på det.
- Både meldinger fra publikum og registreringer på lydopptakere viste hubroaktivitet på Sørmarkfjellet og lavlandet rundt i 2019, og trolig ble den også hørt nord på Sørmarkfjellet i 2016 og 2017.
- Både hann og hunn ble registrert på opptakere i 2019, men verken reir eller unger ble påvist på tross av søk i store deler av det området som syntes mest aktuelt da. Normalt er sangaktiviteten mest intens i kjerneområdet i tiden rundt egglegging, slik det var i 2020. Dette er likevel ikke et sikkert bevis på at hubroparet ikke hekket i 2019.
- Hekkeforsøk ble påvist i 2020, men var mislykket. Det kan være flere grunner til at hekkinga i område B ble mislykket i 2020, men vi har ikke datagrunnlag for å vurdere potensielle hypoteser.

4.2. Antatt videre utvikling for hubroen som nabo til et vindkraftanlegg

Et vindkraftanlegg kan ha direkte negativ effekt på hubro ved at den har problemer med å finne byttedyr på grunn av støy, at den kan bli drept av rotorbladene som ytterst har en maksimal hastighet på 270-290 km/t uavhengig av rotorbladenes lengde (Kurt Benonisen, Multiconsult, pers. med.), eller at den forulykker ved nærkontakt med kraftlinjer. Nye kraftlinjer som settes opp i forbindelse med vindparker er vanligvis 132 kV. Her er lineavstanden større enn på 22 kV nettet i tillegg til at isolatorene ofte er hengende under traversen. Dette gir liten risiko for elektrokusjon, men reduserer ikke faren for kollisjon. Det er publisert en oversikt over størrelse og utforming av stolpene i ulike typer linjenett (Husby 2020).

Hvis hubroen trekker seg unna området med vindturbiner, kan den få et redusert jaktområde. Den negative effekten kan også være indirekte hvis vindkraftverket fører til færre byttedyr gjennom økt forstyrrelse og kollisjoner. Næringsmangel er i nyere vurderinger sannsynliggjort å være en av hovedårsakene til hubroens tilbakegang mange steder i Norge (Heggøy & Schimmings 2020).

Støy

Detaljer i fjærenes utforming og overflate gjør at hubro og andre ugler flyr lydløst mot et byttedyr. Dessuten har hubroen et stort vingeeareal i forhold til kroppsvekt, noe som også gjør det lettere å fly lydløst (del Hoyo, Elliott & Sargatal 1999). Denne lydløse flukten er en forutsetning for at flygende ugler skal kunne høre byttedyrene, og for at byttedyrene ikke skal høre uglene.

De fleste uglearter, inklusiv hubro, har ekstremt god hørsel. Inngangen til ørene og den diskosformede fjærkransen i ansiktet fungerer som en parabol som leder lyd inn i øret, noe som kan gi 10 ganger forsterking av lyden (del Hoyo, Elliott & Sargatal 1999). Det er små tidsforskjeller og styrkeforskjeller når lyden treffer høyre eller venstre øre som utnyttes av hubroen og de andre nattaktive uglene til å finne horisontal og vertikal plassering av lydilden.

Disse tilpasningene gjør at hubroen er i stand til å registrere nøyaktig hvor byttedyret befinner seg ut ifra dets lyder, uten at lyd fra egen fjærdrakt forstyrrer selv om den slår med vingene (Chen *et al.* 2012). Vindturbiner lager ganske mye støy (Cao *et al.* 2020), og vi tror at denne støyen vil påvirke jaktsuksessen hos hubro ettersom hørselen er så viktig under jakt.

Kollisjoner med vindturbiner

I Norge er hubro en art som regnes som sårbar for vindkraftutbygginger (Miljødirektoratet 2018a). Det er tidligere antatt at hubroen har en flyhøyde lavere enn turbinbladene, noe som ikke stemmer. Vitenskapelige publikasjoner forteller at hubroen kan fly ganske høyt. Nyere telemetriundersøkelser viser at 25 % av hubroens flyving er mer enn 20 m over bakken (Grünkorn & Welcker 2018b; Grünkorn & Welcker 2018a; Bioconsult 2019). Både MH og MP har sett hubro i flukt flere ti-talls meter over bakken under forflytning over større avstander. Den kan også la seg drive opp i høyden på oppadstigende luftstrømmer og ha sveveflukt på samme måte som våker (Cramp & Simmons 1980; Penteriani & Delgado 2019).

Det er ingen indikasjoner på at hubroen prøver å unngå vindturbinene, noe som gjør den spesielt utsatt for kollisjoner (Grünkorn & Welcker 2018b; Grünkorn & Welcker 2018a). Det er påvist at hubro drepes av vindturbiner i Spania, Tyskland, Bulgaria, Frankrike, Sverige og USA (Jacobsen & Røv 2007; Miljødirektoratet 2018a). I EU vurderes derfor hubro å være svært utsatt for kollisjoner med vindturbiner og plassert i samme kategori som havørn (Illner 2011). Hubro er meget sjelden i Norge

sammenlignet med havørn, så det er derfor naturlig at det er funnet mange havørner drept av vindturbiner og ingen hubro enda. Dette kan også ha sammenheng med at det ikke har vært gjort systematiske søk etter fallvilt i andre norske vindparker enn på Smøla, hvor hubro ikke finnes.

Kraftlinjer og målemaster

Radiomerkede hubro i Norge bruker i gjennomsnitt 120 timer årlig sittende på elektriske stolper, og mer en halvparten av radiomerkede hubro døde på grunn av elektrokusjon (Penteriani & Delgado 2019). En tilsvarende høy mortalitetsandel forårsaket av elektrokusjon eller kollisjon med kraftlinjer bekreftes når ringmerkede hubro en kjenner dødsårsaken til blir funnet (Penteriani & Delgado 2019). Men elektrokusjon anses altså ikke som noe stort problem i linjenettet som er bygd i forbindelse med denne vindparken. Kraftlinjer vil derimot fortsatt utgjøre en risiko for kollisjon.

Metereologimaster er normalt montert på en forholdsvis svak målemast med samme høyde som navet i vindturbinene, og med et 20 talls barduner over et stadig økende areal nærmere bakken. Dette nettverket av metallvaiere på skrå ut fra mastene kan være vanskelig å se for fugl. Trolig er slike installasjoner svært dødelige for mange arter fugl, inklusive hubro. På Sørmarkfjellet er de ytre bardunene fra hvert bakkefeste påmontert «selvlysende», bevegelige fugleskremmere for å redusere kollisjonsrisikoen for bl.a. hubro (pers. med. Ørjan W. Jenssen, Multiconsult).

Færre byttedyr

Fugler er utsatt for kollisjoner med vindturbiner. Særlig gjelder dette for lirype som i 2020 var et viktig byttedyr til hubroparet nært Sørmarkfjellet (Tabell 3.1). Lirype har vist seg særlig utsatt for kollisjoner med vindturbiner på Smøla (May *et al.* 2020; Stokke *et al.* 2020), men det er ikke påvist noen nedgang i bestandsstørrelsen (Miljødirektoratet 2018a; Stokke *et al.* 2020). Hare synes ikke å endre atferd og habitatbruk på grunn av vindturbiner (Miljødirektoratet 2018b).

Anbefalte videre undersøkelser

Hubroparet trakk seg som forventet vekk fra vindkraftverket på Sørmarkfjellet i anleggsfasen (Husby & Eriksen 2019b). De hekket i 2020 mellom vindparkområdet og et etablert hubropar som ble registrert både i 2014 (Husby *et al.* 2014), 2019 og 2020. Potensielt mindre mattilgang og mulig konkurranse fra naboparet kan medføre at det blir vanskelig å gjennomføre vellykkede hekkinger i årene som kommer. Vindkraftanlegget er ferdig utbygd høsten 2021, noe som gir mindre anleggsaktivitet i driftsfasen. Kanskje vil det da være mulig for hubroen å jakte og/eller hekke i den nordlige delen av Sørmarkfjellet nord for vindturbinene? Det er derfor vanskelig å anslå med stor sannsynlighet hva som skjer videre med hubroparet på og ved Sørmarkfjellet. Skjebnen til begge de to parene som vi nå kjenner til, vil bli fulgt videre med undersøkelser både ett og fem år etter at vindparken er ferdigstilt (2022 og 2026) i henhold til overvåkingsprogrammet på fugl i forbindelse med vindkraftutbyggingen på Fosen (Husby *et al.* 2014). For Sørmarkfjellet sin del kan verdifull informasjon om hvordan hubro responderer på en vindkraftutbygging gå tapt om det ikke gjennomføres årlige undersøkelser minst fem år frem i tid.

5. Litteratur

- Andreychev, A.V., Lapshin, A.S. & Kuznetsov, V.A. (2017) Techniques for recording the eagle owl (*Bubo bubo*) based on vocal activity. *Zoologicheskyy Zhurnal*, **96**, 601-605.
- Bangjord, G. & Obuch, J. (2019) Diett hos hubro i Trøndelag 2019. *NOF-notat 23-2019*, pp. 20.

- Bioconsult, S. (2019) Telemetric monitoring of eagle owls. <https://bioconsult-sh.de/en/projects/telemetric-monitoring-of-eagle-owls/>.
- Budka, M., Wojas, L. & Osiejuk, T.S. (2015) Is it possible to acoustically identify individuals within a population? *Journal of Ornithology*, **156**, 481-488.
- Campioni, L., Delgado, M.M., Lourenco, R., Bastianelli, G., Fernandez, N. & Penteriani, V. (2013) Individual and spatio-temporal variations in the home range behaviour of a long-lived, territorial species. *Oecologia*, **172**, 371-385.
- Campioni, L., Delgado, M.M. & Penteriani, V. (2010) Social status influences microhabitat selection: breeder and floater Eagle Owls *Bubo bubo* use different post sites. *Ibis*, **152**, 569-579.
- Cao, J.F., Zhu, W.J., Shen, W.Z., Sorensen, J.N. & Sun, Z.Y. (2020) Optimizing wind energy conversion efficiency with respect to noise: a study on multi-criteria wind farm layout design. *Renewable Energy*, **159**, 468-485.
- Chen, K., Liu, Q.P., Liao, G.H., Yang, Y., Ren, L.Q., Yang, H.X. & Chen, X. (2012) The Sound Suppression Characteristics of Wing Feather of Owl (*Bubo bubo*). *Journal of Bionic Engineering*, **9**, 192-199.
- Cramp, S. (1985) *The birds of the Western Palearctic. Vol. 4: Terns to woodpeckers*. Oxford University Press, Oxford.
- Cramp, S. & Simmons, K.E.L. (1980) *The birds of the Western Palearctic. Vol. 2: Hawks to Bustards*. Oxford University Press, Oxford.
- Dalbeck, L., Bergerhausen, W. & Krischer, O. (1998) Telemetriestudie zur Orts- und Partnertreue beim Uhu *Bubo bubo*. *Vogelwelt*, **119**, 337-344.
- del Hoyo, J., Elliott, A. & Sargatal, J. (1999) *Handbook of the birds of the World. Vol. 5. Barn-owls to hummingbirds*. Lynx Edicions, Barcelona.
- Delgado, M.M. & Penteriani, V. (2007) Vocal behaviour and neighbour spatial arrangement during vocal displays in eagle owls (*Bubo bubo*). *Journal of Zoology*, **271**, 3-10.
- DN (2008) Handlingsplan for hubro *Bubo bubo*. *Rapport 2009-1*, pp. 26. Direktoratet for naturforvaltning.
- Fylkesmannen i Aust- og Vest-Agder (2017) Hubrotiltak på Agder. *Rapport 3-2017*.
- Grava, T., Mathevon, N., Place, E. & Balluet, P. (2008) Individual acoustic monitoring of the European Eagle Owl *Bubo bubo*. *Ibis*, **150**, 279-287.
- Green, M., Haas, F. & Lindström, Å. (2020) Övervakning av fåglarnas populationsutveckling. Årsrapport för 2019. pp. 1-96. Lunds universitet.
- Grünkorn, T. & Welcker, J. (2018a) Erhebung von Grundlagendaten zur Abschätzung des Kollisionsrisikos von Uhus an Windenergieanlagen im Landesteil Schleswig - Zwischenbericht. *BioConsult SH*.
- Grünkorn, T. & Welcker, J. (2018b) Raumnutzung und Flugverhalten von Uhus im Umfeld von Windenergieanlagen im Landesteil Schleswig. *Eulenwelt*, 39-42.
- Hagen, Y. (1952) *Rovfuglene og viltpleien*. Oslo.
- Hedenström, L. (2003) När "vaknar" berguven efter dagslummern under våren? *Vingspegeln*, **22**, 2-5.
- Heggøy, O., Gunleifsen, L., Husebø, H., Kleven, O., Steen, O.F., Steinsvåg, M.J., Undheim, O. & Øien, I.J. (2020) Overvåking av hubro i Sør-Norge 2012–2019. *NOF-Rapport 2020-1*, pp. 1-24.
- Heggøy, O. & Schimmings, P. (2020) Status og trusler for hubro i Norge. Faggrunnlag for revidering av nasjonal handlingsplan. *NOF-Rapport 2020-4*, pp. 1-65.
- Husby, M. (1986) On the adaptive value of brood reduction in birds: Experiments with the magpie *Pica pica*. *Journal of Animal Ecology*, **55**, 75-83.
- Husby, M. (2020) Fosen vindkraft 3. Etterundersøkelser på fugl i 2019 ett år etter at Statnett's 420 kV kraftlinje Namsos – Hofstad ble ferdigstilt. pp. 18. Nord universitet. FoU-rapport nr. 49.
- Husby, M. & Dørum, H. (In prep) Hubroundersøkelser på og ved Svarthammaren, Orkland kommune, i 2020. NTNU Vitenskapsmuseet.
- Husby, M. & Eriksen, A. (2019a) Registreringer av hubro på og ved Sørmarkfjellet, Flatanger og Osen kommuner, i april 2019. *Notat, Nord universitet, nr. 1 - 2019*, pp. 1-7.

- Husby, M. & Eriksen, A. (2019b) Registreringer av hubro på og ved Sørmarkfjellet, Flatanger og Osen kommuner, i mai og juni 2019. *Nord universitet, Notat nr. 3 - 2019*, pp. 1-21.
- Husby, M., Eriksen, A., Kroglund, R.T., Østerås, T.R. & Østnes, J.E. (2014) Fosen vindkraft 1. Status for svartand, storlom, smålom, hønsehauk og hubro før bygging av vindkraftverk og kraftledninger. *HiNT Utredning nr 167*, pp. 1-46. Steinkjer.
- Husby, M., Pearson, M. & Dørum, H. (2020) Vindkraftverk og hubro på Innvordfjellet, Flatanger kommune: sannsynlige jaktområder, mulige effekter av et vindkraftverk, og en vurdering av avbøtende tiltak. *Nord universitet. FoU-rapport nr. 66*, pp. 1-23. Bodø.
- Illner, H. (2011) Comments on the report "Wind Energy Developments and Natura 2000", edited by the European Commission in October 2010. http://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/management/docs/Wind_farms.pdf.
- Jacobsen, K.-O. & Gjershaug, J.O. (2014) Oppdatering av faggrunnlaget til handlingsplanen for hubro. *NINA Minirapport 491*, pp. 1-42.
- Jacobsen, K.-O. & Røv, N. (2007) Hubro på Slenest og vindkraft. *NINA Rapport 264*, pp. 1-33.
- Kålås, J.A., Lislevand, T., Gjershaug, J.O., Strann, K.B., Husby, M., Dale, S. & Strøm, H. (2015) Norsk rødliste for fugl 2015 (Norge og Svalbard). (eds S. Henriksen & O. Hilmo), pp. 67-70. Artsdatabanken, Trondheim.
- LAG, V.S.W. (2014) Recommendations for distances of wind turbines to important areas for birds as well as breeding sites of selected bird species. *Vogelschutz*, 15-52.
- Leditznig, C., Leditznig, W. & Gossow, H. (2001) 15 Jahre Untersuchungen am Uhu (*Bubo bubo*) im Mostviertel Niederösterreichs - Stand und Entwicklungstendenzen. *Egretta*, **44**, 45-73.
- Leon-Ortega, M., Delgado, M.M., Martinez, J.E., Penteriani, V. & Calvo, J.F. (2016) Factors affecting survival in Mediterranean populations of the Eurasian eagle owl. *European Journal of Wildlife Research*, **62**, 643-651.
- Linhart, P. & Salek, M. (2017) The assessment of biases in the acoustic discrimination of individuals. *Plos One*, **12**, 1-16.
- Marchesi, L., Sergio, F. & Pedrini, P. (2002) Costs and benefits of breeding in human-altered landscapes for the Eagle Owl *Bubo bubo*. *Ibis*, **144**, E164-E177.
- May, R., Nygård, T., Falkdalen, U., Åström, J., Hamre, Ø. & Stokke, B.G. (2020) Paint it black: Efficacy of increased wind turbine rotor blade visibility to reduce avian fatalities. *Ecology and Evolution*, **9**.
- McDonald, P.G. & Wright, J. (2011) Bell miner provisioning calls are more similar among relatives and are used by helpers at the nest to bias their effort towards kin. *Proceedings of the Royal Society B-Biological Sciences*, **278**, 3403-3411.
- Miljødirektoratet (2018a) Nasjonal ramme for vindkraft 2017–2018. Faggrunnlag fugl. *Notat fra Miljødirektoratet til NVE*.
- Miljødirektoratet (2018b) Nasjonal ramme for vindkraft 2017–2018. Faggrunnlag pattedyr. *Notat fra Miljødirektoratet til NVE*.
- Multiconsult (2018) Anbefalte hensynssoner for sårbare arter av fugl. pp. 11.
- Obuch, J. & Bangjord, G. (2016) The Eurasian eagle-owl (*Bubo bubo*) diet in the Trøndelag region (Central Norway). *Slovak Raptor Journal*, **10**, 51-64.
- Pearson, M. (2018) Tiltak for å øke reproduksjon hos hubro i Hitra og Frøya kommuner i Trøndelag. Årsrapport 2018. pp. 1-15.
- Pearson, M. (2019) Kartlegging og overvåking av hubro i Hitra og Frøya kommuner i Trøndelag. Årsrapport 2019. pp. 1-23.
- Pearson, M. & Husby, M. (In prep.) Supplementary feeding improves breeding performance in Eurasian Eagle Owl *Bubo bubo*.
- Penteriani, V. (2003) Breeding density affects the honesty of bird vocal displays as possible indicators of male/territory quality. *Ibis*, **145**, E127-E135.
- Penteriani, V. & Delgado, D.M.M. (2019) *The eagle owl*. T & AD Poyser, London.

- Penteriani, V. & Delgado, M.M. (2009) The dusk chorus from an owl perspective: Eagle owls vocalize when their white throat badge contrasts most. *Plos One*, **4**, 1-4.
- Penteriani, V. & Delgado, M.M. (2011) Birthplace-dependent dispersal: are directions of natal dispersal determined a priori? *Ecography*, **34**, 729-737.
- Penteriani, V., Delgado, M.M., Campioni, L. & Lourenco, R. (2010) Moonlight Makes Owls More Chatty. *Plos One*, **5**, 1-5.
- Penteriani, V., Gallardo, M. & Cazassus, H. (2002) Conspecific density biases passive auditory surveys. *Journal of Field Ornithology*, **73**, 387-391.
- Penteriani, V., Gallardo, M. & Roche, P. (2002) Landscape structure and food supply affect eagle owl (*Bubo bubo*) density and breeding performance: a case of intra-population heterogeneity. *Journal of Zoology*, **257**, 365-372.
- Penteriani, V., Lourenço, R. & Delgado, M.M. (2012) Eagle Owls in Doñana: a conservation dilemma or not? *British birds*, **105**, 88-95.
- Solonen, T. (2011) Impact of dominant predators on territory occupancy and reproduction of subdominant ones within a guild of birds of prey. *The Open Ornithology Journal*, **4**, 23-29.
- Stenberg, I. (2014) Kartlegging av hubro i Møre og Romsdal. Status per 2012. *OUM rapportserie, rapport nr. 1-2014*, pp. 1-6.
- Stokke, B.G., Nygård, T., Falkdalen, U., Pedersen, H.C. & May, R. (2020) Effect of tower base painting on willow ptarmigan collision rates with wind turbines. *Ecology and Evolution*, **10**.
- Strand, E. (1901) *Norske fuglar I. Sitjefuglarne*. Det Norske Samlaget, Kristiania.
- von Frey, H. (1973) Zur Ökologie niederösterreichischer Uhupopulationen. *Egretta*, **16**, 1-68.
- von Lossow, G. (2010) Der Uhu *Bubo bubo* am Mittleren Lech 2003 bis 2009. *Ornitologischer Anzeiger*, **49**, 1-24.
- Øien, I.J., Heggøy, O., Schimmings, P., Aarvak, T., Jacobsen, K.-O., Oddane, B., Ranke, P.S. & Steen, O.F. (2014) Status for hubro i Norge. *NOF-rapport 2014-8*, pp. 1-71.
- Øien, I.J. & Aarvak, T. (2012) Hubroens territoriebruk i ulike habitater i 2011. *NOF-notat 2012-5*, pp. 1-10.