

1585

NINA Rapport

Kartlegging av fugletrekket over Bremangerlandet

Undersøkelser ved det planlagte Bremangerlandet vindkraftverk

Bård G. Stokke, Roel May, Øyvind Hamre, Jens Åström, Jan Ove Gjershaug og Arne Follestad



NINAs publikasjoner

NINA Rapport

Dette er NINAs ordinære rapportering til oppdragsgiver etter gjennomført forsknings-, overvåkings- eller utredningsarbeid. I tillegg vil serien favne mye av instituttets øvrige rapportering, for eksempel fra seminarer og konferanser, resultater av eget forsknings- og utredningsarbeid og litteraturstudier. NINA Rapport kan også utgis på annet språk når det er hensiktsmessig..

NINA Temahefte

Som navnet angir behandler temaheftene spesielle emner. Heftene utarbeides etter behov og serien favner svært vidt; fra systematiske bestemmelsesnøkler til informasjon om viktige problemstillinger i samfunnet. NINA Temahefte gis vanligvis en populærvitenskapelig form med mer vekt på illustrasjoner enn NINA Rapport.

NINA Fakta

Faktaarkene har som mål å gjøre NINAs forskningsresultater raskt og enkelt tilgjengelig for et større publikum. Faktaarkene gir en kort framstilling av noen av våre viktigste forskningstema.

Annen publisering

I tillegg til rapporteringen i NINAs egne serier publiserer instituttets ansatte en stor del av sine vitenskapelige resultater i internasjonale journaler, populærfaglige bøker og tidsskrifter.

Kartlegging av fugletrekket over Bremangerlandet

Undersøkelser ved det planlagte Bremangerlandet
vindkraftverk

Bård G. Stokke
Roel May
Øyvind Hamre
Jens Åström
Jan Ove Gjershaug
Arne Follestad

Stokke, B.G., May, R., Hamre, Ø., Åström, J., Gjershaug, J.O. & Follestad, A. 2018. Kartlegging av fugletrekket over Bremangerlandet. Undersøkelser ved det planlagte Bremangerlandet vindkraftverk. NINA Rapport 1585. Norsk institutt for naturforskning.

Trondheim, november 2018

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-3324-8

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

Åpen

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

KVALITETSSIKRET AV

Børge Moe

ANSVARLIG SIGNATUR

Forskningsjef Svein-Håkon Lorentsen (sign.)

OPPDRAUGSGIVER

Bremangerlandet Vindpark AS

OPPDRAUGSGIVERS REFERANSE

-

KONTAKTPERSONER HOS OPPDRAGSGIVER

Arnar Kvernevik og Stig Svalheim

FORSIDEBILDE

Steinfjellet, Bremanger med utsikt innover Nordfjorden © Bård G. Stokke

NØKKEWORD

- Sogn og Fjordane, Bremanger
- Vindkraftverk
- Fugletrekk
- Radarovervåking
- Fugleradar

KEY WORDS

- Sogn og Fjordane County, Bremanger municipality
- Wind power plant
- Bird migration
- Radar surveillance
- Avian radar

KONTAKTOPPLYSNINGER

NINA hovedkontor

Postboks 5685 Torgarden
7485 Trondheim
Tlf: 73 80 14 00

NINA Oslo

Gaustadalléen 21
0349 Oslo
Tlf: 73 80 14 00

NINA Tromsø

Postboks 6606 Langnes
9296 Tromsø
Tlf: 77 75 04 00

NINA Lillehammer

Vormstuguvegen 40
2624 Lillehammer
Tlf: 73 80 14 00

NINA Bergen

Thormøhlensgate 55
5006 Bergen
Tlf: 73 80 14 00

www.nina.no

Sammendrag

Stokke, B.G., May, R., Hamre, Ø., Åström, J., Gjershaug, J.O. & Follestad, A. 2018. Kartlegging av fugletrekket over Bremangerlandet. Undersøkelser ved det planlagte Bremangerlandet vindkraftverk. NINA Rapport 1585. Norsk institutt for naturforskning.

Vindkraft er på nåværende tidspunkt en av de aller viktigste fornybare energikildene (etter vannkraft), og bruken har økt kraftig i de seneste årene. Fornybare energikilder blir ofte betraktet som mer miljøvennlige enn konvensjonelle fossile energikilder som olje og gass. Det er imidlertid slik at også fornybare energikilder kan ha negative miljøkonsekvenser.

Formålet med prosjektet som omhandles i denne rapporten var å undersøke potensialet for større konflikter mellom det planlagte vindkraftverket på Bremangerlandet og trekkende fugl. I tilfelle større konflikt skal prosjektet identifisere hvilke turbiner i planområdet som bør flyttes og hvilke endringer/tilpasninger som for øvrig kan gjøres i planområdet for å redusere konfliktnivået mht. trekkende fugl.

Fugleaktiviteten i området ble overvåket vha. fugleradar fra april til september 2018. I tillegg ble det utført ornitologiske feltregistreringer, relevante uttrekk fra *Artsobservasjoner* samt bruk av loggerdata fra gjess.

Radardataene viser at det er betydelig aktivitet av fugl i planområdets luftrom i perioder, og at dette har sammenheng med lokale værforhold. Feltregistreringene, som pågikk over kortere tidsperioder og kun dagtid, viste en relativt sparsom forekomst av trekkende fugler over det undersøkte området. Siden trekkets forløp i stor grad kan avhenge av lokale værforhold kan antallet trekkende fugler i området variere fra år til år. Radardataene skiller ikke mellom trekkende fugler eller forflytning hos lokale fugler. Sannsynligvis utgjør aktivitet hos lokale fugler en ikke ubetydelig andel av fuglesporene, men spesielt stor aktivitet i mai kan tyde på et betydelig innslag av trekkende fugler. Værdata i kombinasjon med radardata viser at flygeaktivitet og -høyde ble påvirket av vindhastighet. Økende vindhastighet medførte både lavere antall fuglespor og høyere flygehøyde.

Loggerdata fra grågjess og hvitkinngjess viser at disse artene benytter kystlinja ved Bremangerlandet som trekkled, men det uklart hvor stor andel av bestandene som trekker over planområdet.

De viktigste trekkledene i området synes å være Svarstaddalen over Fåvatnet og Klungresetdalen over Blandevatnet. Her bør man unngå å plassere vindturbiner. Det foreslås også andre mulige virkemidler for å redusere risikoen for fuglekollisjoner med vindturbiner og relevant infrastruktur.

Bård G. Stokke (Bard.Stokke@nina.no), Roel May (Roel.May@nina.no), Øyvind Hamre (Oyvind.Hamre@nina.no), Jens Åström (Jens.Astrom@nina.no), Jan Ove Gjershaug (Jan.Gjershaug@nina.no) og Arne Follestad (Arne.Follestad@nina.no), NINA Terrestrisk avdeling, Postboks 5685 Torgarden, 7485 Trondheim

Abstract

Stokke, B.G., May, R., Hamre, Ø., Åström, J., Gjershaug, J.O. & Follestad, A. 2018. Investigations of bird migration at the proposed wind power plant at Bremangerlandet. NINA Report 1585. Norwegian Institute for Nature Research.

Wind energy is one of the most important renewable energy sources at present, and the development of new wind power plants has increased significantly in recent years. Green energy is often regarded as more environmentally friendly than conventional energy sources based on e.g. oil and gas. However, also renewable energy can lead to negative impacts on the environment.

The aim of the present project was to investigate the potential for conflict between the planned wind power plant at Bremangerlandet, Sogn & Fjordane, Norway and migrating birds, and to suggest mitigation measures.

Bird flight activity in the area was surveyed by use of an avian radar in the period April to September 2018. In addition, ornithological field surveys, an online bird observation database and results from geese logger data were deployed.

The radar data revealed that bird activity in the survey area is significant at times (especially in May), and that the frequency is depending on local weather conditions. The field observations, that were carried out in just a few shorter periods, resulted in a relatively infrequent occurrence of migrating birds. Since bird migration routes may heavily depend on local weather conditions, the number of migrating birds in the area may vary significantly between years. Radar data in combination with local weather data showed that flight activity and flight height were influenced by wind speed. Increasing wind led to lower number of bird tracks and also increased flight height.

Greylag and barnacle goose logger data showed that both these species migrate through the area of the planned power plant, but it is not clear to which extent they cross the mountain plateau where the power plant is to be built.

Several potential mitigation measures are proposed to reduce the risk that migrating birds are negatively influenced by the wind power plant and associated infrastructure.

Bård G. Stokke (Bard.Stokke@nina.no), Roel May (Roel.May@nina.no), Øyvind Hamre (Oyvind.Hamre@nina.no), Jens Åström (Jens.Astrom@nina.no), Jan Ove Gjershaug (Jan.Gjershaug@nina.no) and Arne Follestad (Arne.Follestad@nina.no), NINA Terrestrial Division, P.O. Box 5685 Torgarden, NO-7485 Trondheim, Norway

Innhold

Sammendrag	3
Abstract	4
Innhold	5
Forord	6
1 Formål	7
2 Innledning	8
3 Metode	13
3.1 Fugleradar	13
3.2 Feltregistreringer	15
3.3 Trekkende gjess og svaner	16
3.4 Radardatabehandling og analyser	17
4 Resultater	19
4.1 Værforhold	19
4.2 Fugleradar: fugleaktivitet i høyde og måned, samt retning og avstand fra radar	20
4.3 Feltregistreringer	25
4.4 Trekkende gjess og svaner	27
5 Diskusjon	33
6 Konklusjon	39
7 Referanser	40
8 Vedlegg	44

Forord

For å redusere de potensielle negative effektene av vindkraftanlegg for fugl er det viktig å kartlegge fuglenes aktivitetsmønster i områdene der slike anlegg er tenkt plassert, slik at tiltak kan iverksettes for at utbygging skal foregå mest mulig skånsomt for fuglefaunaen. I så måte er bruk av fugleradar supplert med feltobservasjoner en nyttig framgangsmåte. I dette prosjektet ble disse hjelpemidlene benyttet til å studere fuglenes bruk av luftrommet på Steinfjellet og omkringliggende områder på Bremangerlandet i 2018. I dette området er det planlagt utbygging av en større vindpark. Størst fokus ble lagt på vår- og høsttrekk, men med tilleggsobservasjoner fra hekkeperioden. Radardata og feltobservasjoner ble supplert med loggerdata for trekkende gjess.

Vi ønsker å takke Arnar Kvernevik og Stig Svalheim (Bremangerlandet Vindpark AS) for godt samarbeid gjennom prosjektperioden. Takk til Gisle Skjølberg (SFE Nett AS), Magnhild Myklebust (Bremanger kommune), Vidar Vågen, Thomas Skarpås og Kåre Olav Svarstad (Norkring AS) for assistanse ifm. strømtilkobling og logistikk. Stig Clausen (NINA) bidro med hjelp ifm. IT-tjenester. Ingar Støyle Bringsvor deltok på deler av feltarbeidet ifm. fugleregistreringer.

Prosjektet ble i sin helhet finansiert av Bremangerlandet Vindpark AS.

Trondheim, november 2018

Bård G. Stokke
Prosjektleder

1 Formål

Formålet med prosjektet er å undersøke om det er potensielle større konflikter mellom det planlagte vindkraftverket på Bremangerlandet og trekkende fugl. I tilfelle større konflikt skal prosjektet identifisere hvilke turbiner i planområdet som bør flyttes og hvilke endringer/tilpasninger som for øvrig kan gjøres i planområdet for å redusere konfliktnivået mht. trekkende fugl.

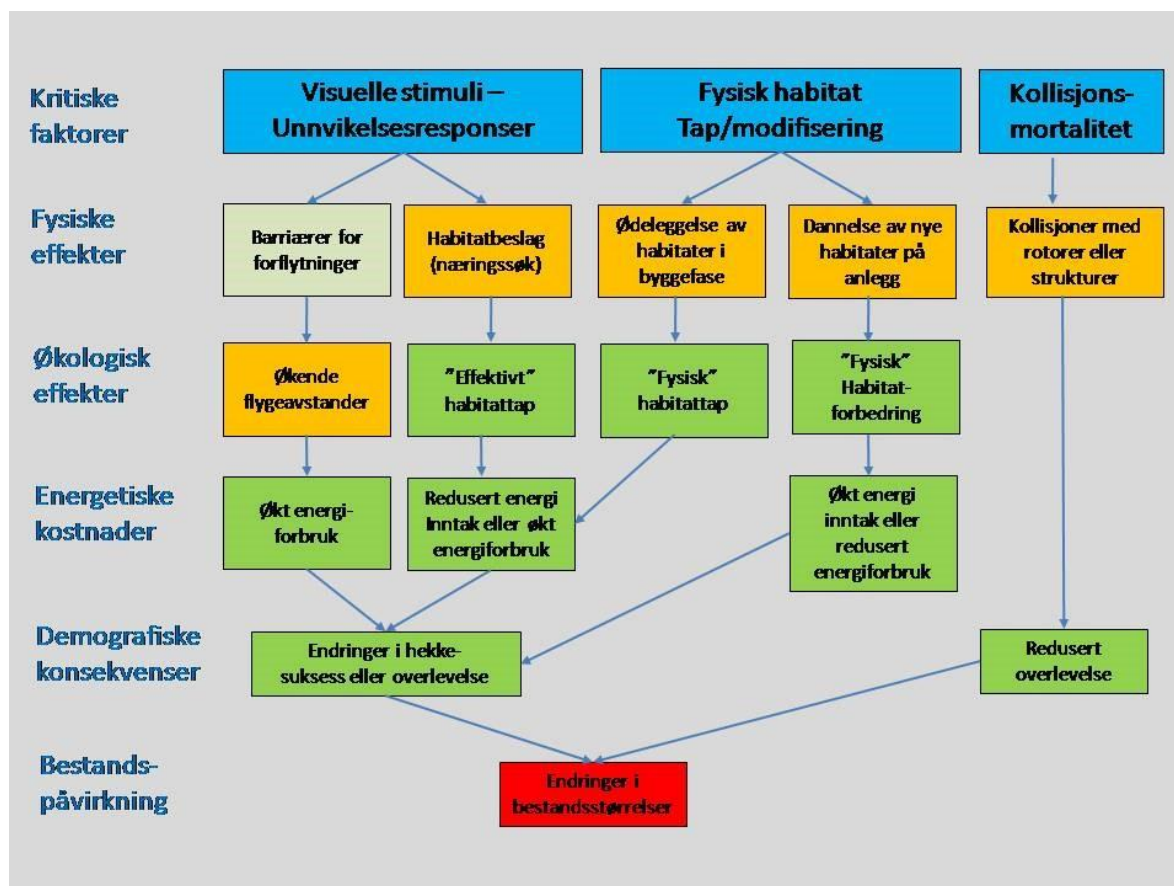
Prosjektet skal kartlegge fugletrekk over Bremangerlandet ved hjelp av fugleradar. Det er relativt lite kvantitativ kunnskap om dette fra før. Prosjektet skal fokusere på vår- og høsttrekk. Både horisontale og vertikale trekkruiter skal kartlegges i forhold til planlagt kraftverk. Kartleggingen skal resultere i en vurdering om det er potensielle større konflikter mellom det planlagte vindkraftverket på Bremangerlandet og trekkende fugl.

Fugletrekket kan ikke vurderes uten en betraktning rundt det lokale fuglelivet, og derfor er dette også innlemmet i rapporten uten at det blir spesielt vektlagt.

2 Innledning

Med et klima i endring (IPCC 2007) er det i stadig økende grad rettet fokus på mer energiproduksjon fra fornybare kilder på bekostning av fossilt brensel. Samtidig øker samfunnets energiforbruk i takt med behov relatert til den teknologiske utviklingen (Aman et al. 2015). Dette har medført en storstilt aktivitet i forbindelse med planlegging og etablering av fornybar energiproduksjon, så også i Norge. Vindkraft er på nåværende tidspunkt en av de aller viktigste fornybare energikildene (etter vannkraft), og bruken har økt kraftig i de seneste årene (Baños et al. 2011, Dai et al. 2015). Fornybare energikilder blir ofte betraktet som mer miljøvennlige enn konvensjonelle fossile energikilder som olje og gass. Det er imidlertid slik at også fornybare energikilder kan ha negative miljøkonsekvenser (Abbasi & Abbasi 2000, May et al. 2012, Aman et al. 2015, Bevanger et al. 2016a).

I forbindelse med en vindkraftutbygging legges det gjerne beslag på store arealer for utplassering av turbiner, anlegning av veger og kraftledninger. Det kreves opparbeiding av areal og installering av infrastruktur, noe som innebærer menneskelig aktivitet og endringer i arealbruk. Dette gjelder for eksempel gravearbeider for konstruksjon av bygninger, veier, turbiner, kraftledningsmaster, osv. Utfordringer for fugl og pattedyr i sammenheng med landbasert vindkraft er oppsummert i en populærvitenskapelig form i Bevanger et al. (2016a). For fugl er det i hovedsak fire hovedutfordringer knyttet til vindkraftanlegg som kan føre til ulike effekter på dyrelivet, og som hver for seg eller samlet kan bidra til at artenes bestandsstørrelser blir påvirket (**Figur 1**, Drewitt & Langston 2006, Langston et al. 2006, Lorentsen et al. 2012, Smith & Dwyer 2016, Perrow 2017).



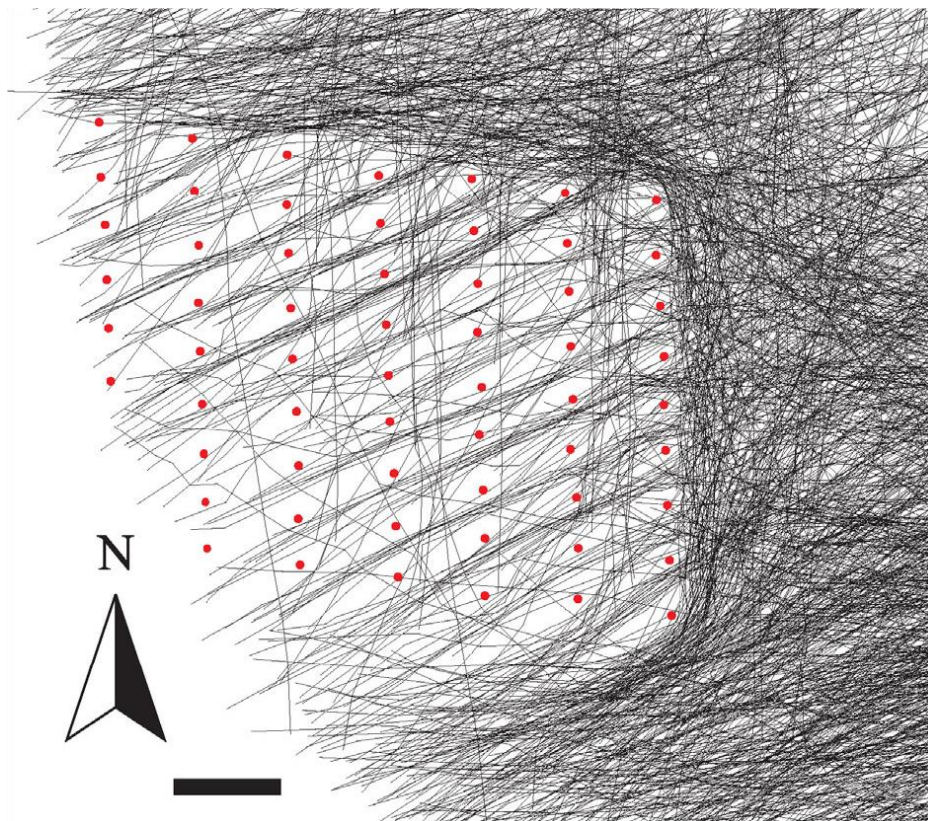
Figur 1. Hovedrisikofaktorer og potensielle effekter på fugler ved vindkraftutbygging (fra Lorentsen et al. 2012, etter Langston et al. 2006).

1) Det har lenge vært kjent at fugler **kolliderer** med vindturbiner (Kuvlesky Jr. et al. 2007, Marques et al. 2014, Wang et al. 2015), og at antall fugl som drepes på denne måten kan være betydelig (Loss et al. 2013, 2015). En rekke faktorer kan påvirke kollisjonsrisikoen, og disse kan grovt deles inn i arts-, steds- og turbin-spesifikke faktorer (Marques et al. 2014, May et al. 2015). Direkte dødelighet som følge av kollisjon med vindkraftverk kan skje enten ved at fuglene blir rammet av turbinenes rotorblad eller at de kolliderer med tårn eller andre konstruksjoner i tilknytning til vindkraftverket. På Smøla er en rekke arter funnet kollisjonsdrept, med lirype og havørn som de klart vanligste kollisjonssofrene. Rypene ser ut til å kolliderer mest med selve turbintårnene, mens ørnene utelukkende kolliderer med rotorbladene (Bevanger et al. 2016a). Risikoen for kollisjoner mellom fugl og turbiner i et vindkraftverk avhenger av en rekke faktorer knyttet til de forskjellige artenes representasjon i området, antall, fuglenes bruk av området, deres adferd samt værforhold (Drewitt & Langston 2006). Den største risikoen vil trolig være i områder som brukes av store antall fugler, for eksempel i tilknytning til hekkeplasser, beiteområder, rasteplasser og trekkruiter. Fugler med dårlig synsskarphet (Bevanger 1994) og manøvreringsevne har generelt større sannsynlighet for å kolliderer med strukturer (Bevanger 1998). Når man skal vurdere effektene på fuglelivet av vindkraftutbygginger er det også viktig å ta i betraktning tilhørende infrastruktur. Distribusjon av elektrisitet fra energikilden via kraftledninger vil medføre kollisjonsrisiko samt elektroklusjonsfare (Bevanger et al. 2014, 2016b).

2) En del fuglearter er sårbare overfor forstyrrelser i hekkesesongen og kan lett **fortrenges** fra disse områdene (Langston & Pullan 2003, Dahl et al. 2012). Det er for eksempel vist at noen arter, som hubro og havørn, kan være svært sensitive overfor forstyrrelser i hekketiden. Menneskelig aktivitet kan medføre at lokalitetene oppgis som hekkeplass (Pearce-Higgins et al. 2009, Dahl et al. 2012). Dette kan skyldes den fysiske tilstedeværelsen av vindturbinene i seg selv (visuelt, lyd eller vibrasjoner), eller som resultat av menneskelig tilstedeværelse under ulike faser av konstruksjons- eller driftsfasen.

3) Noen fuglearter kan oppleve vindkraftanlegg og tilhørende infrastruktur som fysiske **barrierer**, og kan endre sitt bevegelsesmønster slik at de unngår disse områdene (**Figur 2**, Christensen et al. 2004). Fugler som vanligvis forflytter seg gjennom et område vil derfor måtte fly rundt i stedet og bruke ekstra energi på forflytningen. Barriereeffekter kan forekomme dersom vindkraftanlegget er plassert slik at trekkende fugler må avvike fra trekkruiten for å unngå anlegget (Hüppop et al. 2006) eller hvis det er plassert slik at det ligger mellom næringsområder (beiteområder) og hekkekolonier eller rastekområder (Drewitt & Langston 2006). For langdistansetrekere vil ikke dette nødvendigvis medføre noen påvirkning utover en liten økning i trekkets lengde (Speakman et al. 2009), men der barriereeffekten oppleves daglig over lengre perioder (for eksempel mellom rasteplasser, hekkeplasser og næringsområder), kan effektene bli betydelig (Fox et al. 2006, Speakman et al. 2009). Barriereeffekt er vist for trekkende fugler. Ved Horns Rev i Danmark fant man ved bruk av radarstudier at trekkende fugler i hovedsak bøyde av fra 300 m til 2 km før vindkraftverket, og fortsatte trekket utenom anlegget (Christensen & Hounisen 2005). Funnene fra bl.a. Danmark og Sverige viser at flere fuglearter synes å oppdage vindkraftverk på langt hold og fly utenom disse, dels også passere gjennom dem, uten påviselig kollisjonsrisiko (Lorentsen et al. 2012).

4) Vindturbinene og all infrastrukturen som er knyttet til disse vil nødvendigvis medføre **forringelse eller tap av habitater** (Langston & Pullan 2003). Dette kan igjen medføre et lavere antall individer hos arter som lever i habitatene enn i intakte systemer (Kuvlesky Jr. et al. 2007).



Figur 2. Radarspor av ærfuglflokker med vestlig trekkretning forbi vindkraftverket ved Nysted, Danmark. Posisjonene til turbinene er gitt ved røde prikker. De fleste ærfuglene synes å oppdage vindturbinene på langt hold og styrer utenom hele vindkraftverket, mens noen krysser gjennom det. Målestokk: strek er 1000 m (fra Lorentsen et al. 2012, etter Desholm & Kahlert 2005).

Før vindkraftanlegg bygges er det viktig å tilegne seg kunnskap som omhandler fuglenes bruk, fordeling og tetthet i planområdet, både i tid og rom. Slik kan man velge områder for å redusere konfliktpotensialet i forhold til fugl, både i stor (unngå større områder) og liten (unngå bestemte områder innen et planområde) skala. Ikke minst er slike forundersøkelser viktig for å kunne si noe om konsekvensen/effekten av utbyggingen i ettertid.

En lang rekke arter benytter norskekysten under vår- og høsttrekk til og fra hekkeområdene i Skandinavia og Arktis til og fra overvintringsområder i Storbritannia, Europa og Afrika. Mange individer stopper og søker etter føde eller raster på mer eller mindre tradisjonelle steder langs trekkrutene, men trekkforløpet varierer betydelig mellom ulike arter (Newton 2008). Ny teknologi i form av bl.a. satellittsendere, lysloggere og radarsystemer gir verdifull, ny kunnskap om når, hvor og hvordan fugler beveger seg i trekkperiodene (Clausen & Bustnes 1998, Nilsson et al. 2018). Generelt er det slik at trekkets forløp vil avhenge av flere ulike faktorer som bl.a. værforhold, landskapets topografi og tidspunkt på døgnet. Dersom man skal kartlegge fuglers bruk av luftrommet i bestemte områder bør man derfor fange opp variasjoner mellom år og sesonger samt gjennom døgnet. Enkelte arter har også utpregede næringstrekk eller mer eller mindre regelmessige forflytninger i løpet av døgnet eller innen sesonger.

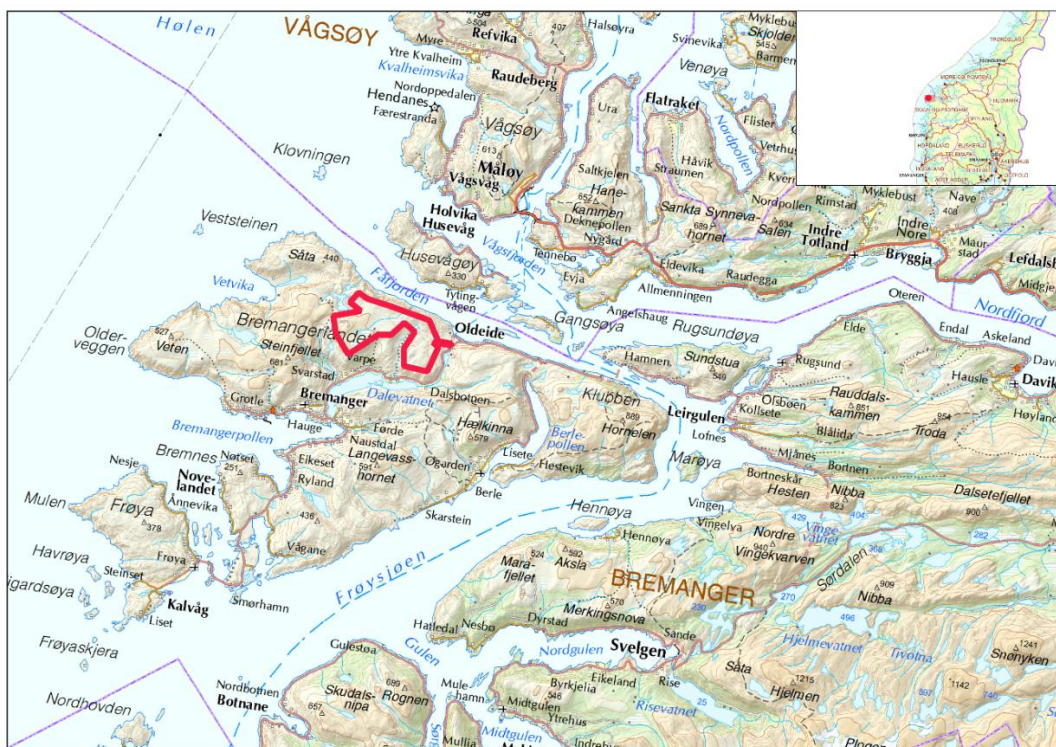
Som oppsummert i teksten over og **Figur 1**, kan fugler påvirkes av vindkraftanlegg på flere ulike måter. For trekkende fugler er problematikken i hovedsak forankret til kollisjonsrisiko med turbiner, barriereeffekter som medfører endring av trekkruiter, og mulig tap eller endring av tradisjonelle rasteplasser (Langston et al. 2006). De to sistnevnte faktorene vil ikke medføre noen direkte effekter på overlevelse, men kan påvirke fuglenes kondisjon og dermed framtidig overlevelse (Masden et al. 2009, 2010). Effektens omfang vil avhenge av områdets betydning som

trekkpassasje, vindkraftanleggets størrelse, og ikke minst kumulative påvirkninger fra det totale antallet av slike anlegg i et større område.

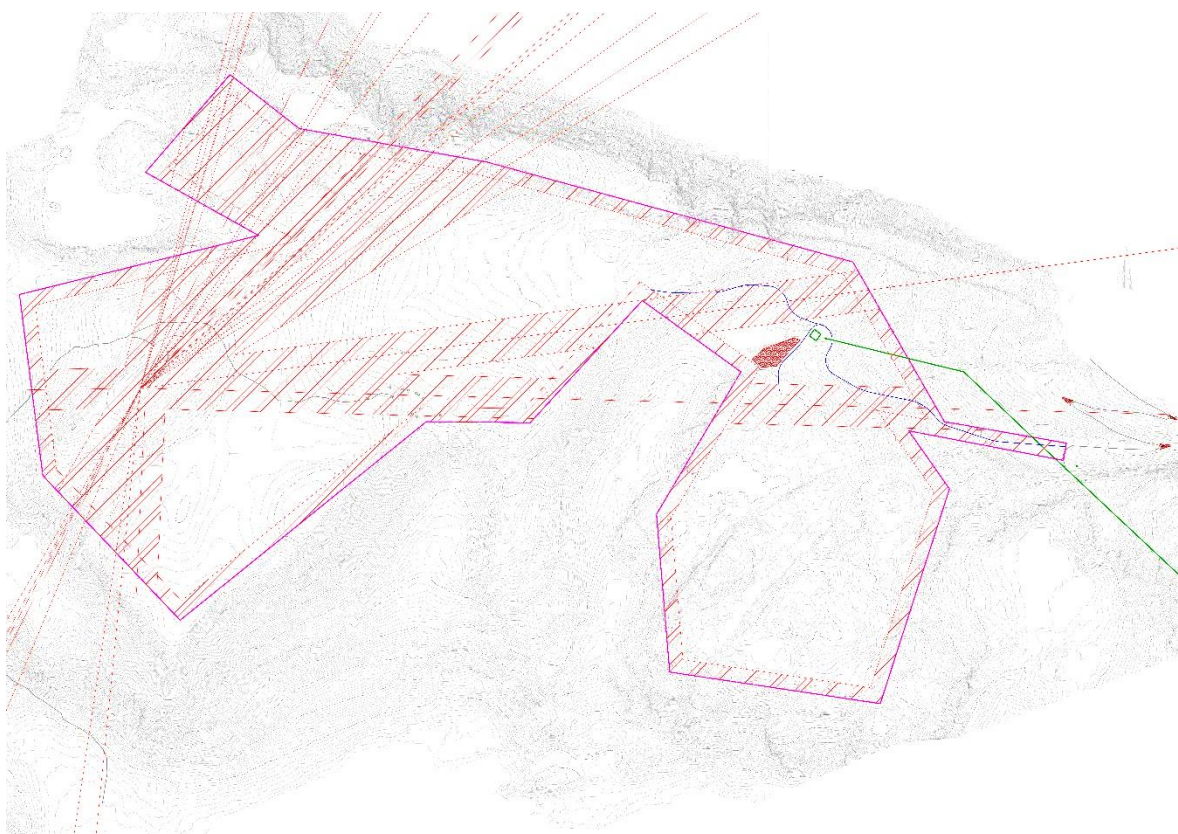
For mange arter kjenner man trekkrutene på stor romlig og tidsmessig skala, som for eksempel hekke- og overvintringsområde samt generelle trekkruiter (Elphick 2011). Eksakt kunnskap om trekkets forløp i tid og rom mangler i mange tilfeller helt eller delvis, og det samme gjelder eventuell variasjon i trekkets forløp med eksempelvis varierende værforhold, hvor stedsspesifikke bestemte individer er mht. trekkroute fra år til år, og hvor mye av dette som avhenger av alder og kjønn.

Hovedfokus i dette prosjektet var å kartlegge fugletrekket vår og høst over planområdet for det planlagte vindkraftanlegget «Bremangerlandet Vindpark». Det innsamlede materialet kan også bidra til å si noe om den generelle fugleaktiviteten i området, og eventuell påvirkning på hekkefuglfaunaen, men uten at dette er vektlagt. For betraktninger rundt hekkefugler refererer vi til tidligere rapporter som har fokusert på dette i det aktuelle området (Isdahl 2011, Norconsult 2013).

Bremangerlandet vindkraftverk er tenkt plassert i området Steinfjellet-Blåfjellet på Bremangerlandet i Bremanger kommune, Sogn og Fjordane (**Figur 3**). I følge konsesjonssøknaden skal det planlagte anlegget bestå av 20-32 vindturbiner med en samlet effekt på ca. 80 MW. Tårnhøyden for hver turbin blir 60-90 m, med rotordiameter på 70-110 m (Ask Rådgivning 2011). Senere detaljplanlegging hentyder 18-20 turbiner med samlet effekt på 80-90 MW, hvor turbinene har en maksimal høyde på 85 m og rotordiameter på 133 m, dvs. en samlet høyde på 150 m (Arnar Kvernevik, pers. med.). I tilknytning til utbyggingen er det planlagt utbygd ca. 17 km med veger, et driftsbygg, og det totale planområdet er på 7 km² (**Figur 4**). Vest i området er terrenget relativt småkupert med innslag av heier, myr og mindre innsjøer. Områdene rundt Blåfjellet i øst er mer kupert, og nord i området er det svært brattlendt med stup rett ned i Fåfjorden. Helt vest i området strekker Svarstaddalen seg fra Dalevatnet i sør til Fåvatnet i nord. Klungresetdalen strekker seg fra Dalevatnet i sør til Blandevatnet i nord, og danner et naturlig skille mellom Steinfjellet og Blåfjellet.



Figur 3. Kart over planområdet (innrammet i rødt) i Bremanger kommune, Sogn og Fjordane.



Figur 4. Detaljkart over planområdet. Tilgjengelig areal er innrammet i rosa. Restriksjoner i forbindelse med plassering av turbiner er markert med røde linjer/skravur. Felt med tett rød skravur er planlagt massetak, grønn firkant og linje er henholdsvis transformatorstasjon og 132 kV kraftlinje (kart og informasjon fra Arnar Kvernevik).

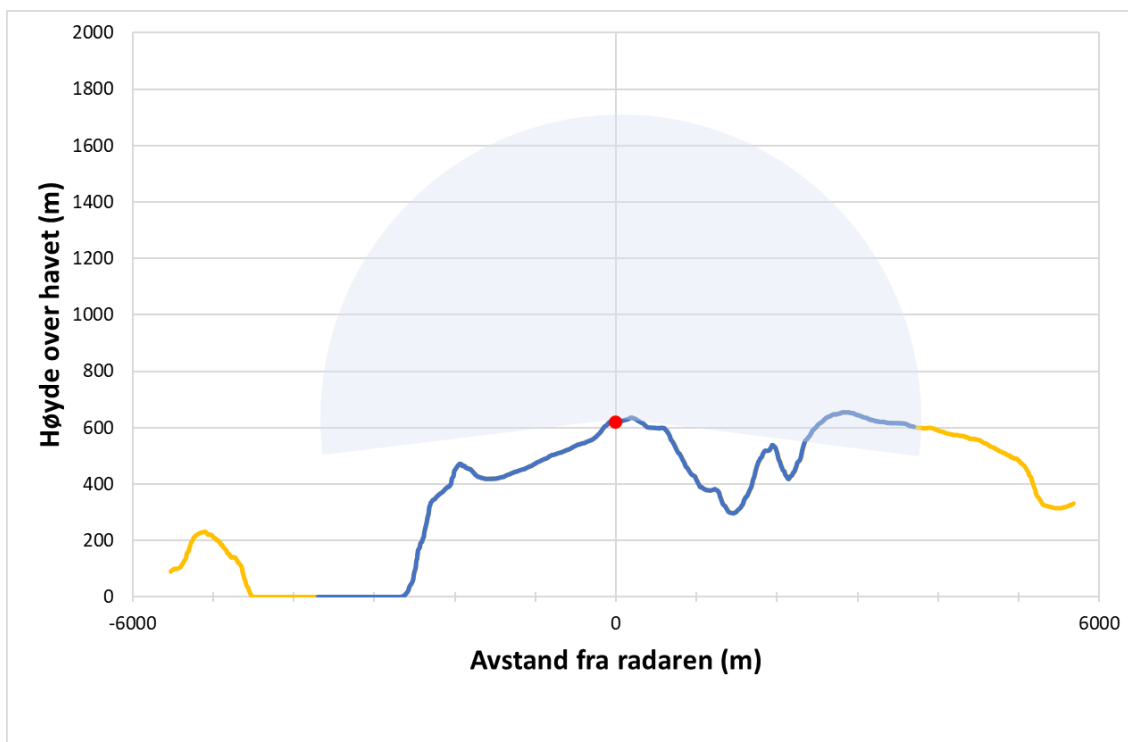
3 Metode

3.1 Fugleradar

Fugletrekket ble overvåket ved hjelp av den vertikale modulen til en Merlin fugleradar (modell: XS2530; DeTect, Inc.). Modulen er basert på en standard maritim X-bånd navigasjonsradar (modell: JMA-5320; Japan Radio Co.). Hele systemet er mobilt og montert på en 2,5 m høy metall-sokkel. Det kan dermed flyttes rundt til ønsket posisjon for innsamling av data, og brukes til overvåkning av flygehøyde til fugler i en forhåndsbestemt sektor. Systemet ble utplassert på Steinfjellet (61,8762' N 4,9933' Ø; **Figur 5**), hvor den vertikale radaren ble posisjonert for å dekke sektoren i østnordøst-vestsørvest retning (68 grader). Utsettingen ble noe forsinket grunnet mye snø, noe som skapte problemer med transport av radaren opp på fjellet. Systemet ble startet opp 11. april 2018, og etter utskifting av en defekt del og noen tilpasninger ifm. innstillinger i programvaren registrerte radaren fugletrekk i perioden fra og med 29. april til og med 12. september 2018. I løpet av denne perioden var det flere kortere og lengre avbrudd, hovedsakelig på grunn av strømbrudd etter uvær og problemer med programvare. Dette medførte bl.a. at det ikke ble innsamlet radardata i store deler av august. Fugleradaren var tilkoblet strømmettet ved hjelp av et byggeskap for strømtilførsel i Norkring sitt anlegg på Steinfjellet. Terrenget rundt radaren var preget av blokkstein med et tynt vegetasjonsdekke, og plasseringen var ved ca. 600 moh. Radaren var innstilt med en rekkevidde på ca. 3,7 km (2 nautiske mil) i begge retninger (**Figur 6**). Synsfeltet til radaren ble justert for å dekke mest mulig av planområdet (**Figur 7**). Plasseringspunktet på Steinfjellet ble nøye valgt ut på bakgrunn av siktanalyser utført før utplassering (**Figur 8**).



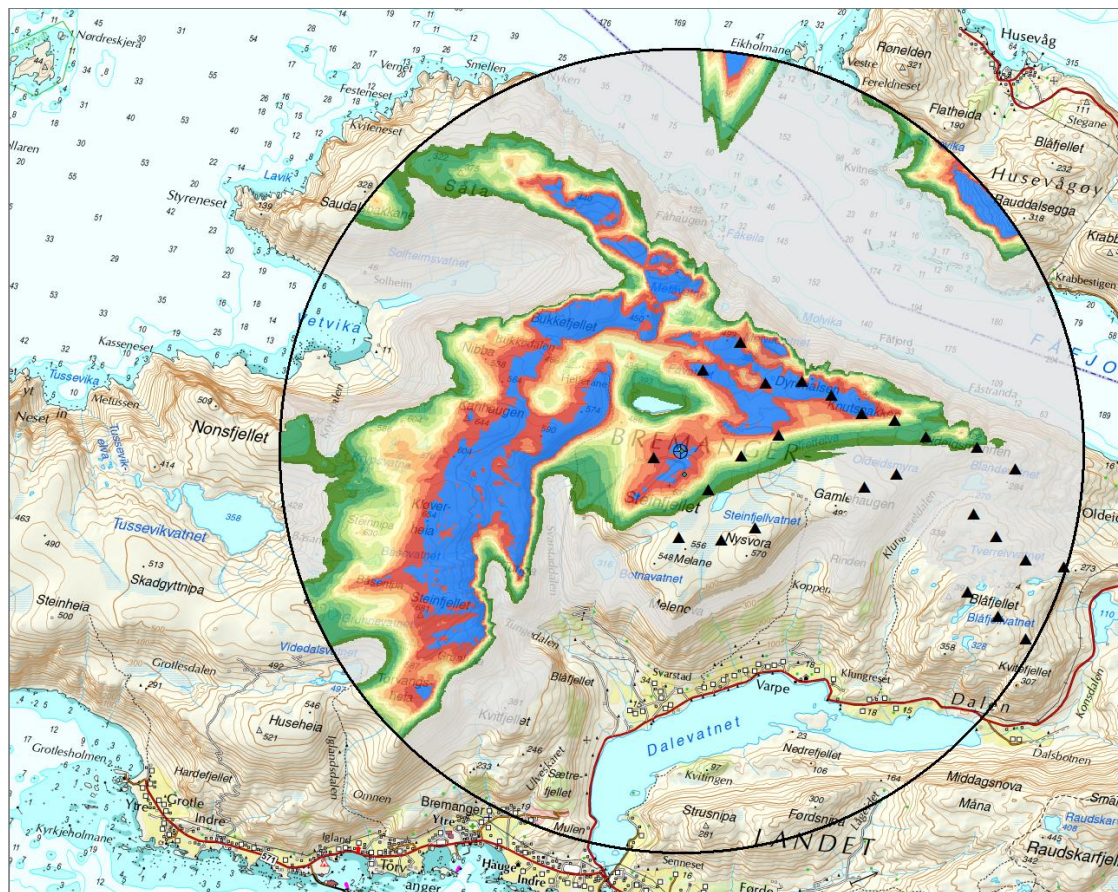
Figur 5. Merlin fugleradar på Steinfjellet, Bremanger kommune for å overvåke fugleaktivitet i perioden april til september 2018.



Figur 6. Rekkevidde for radaren på Steinfjellet (blå linje) i forhold til plassering (rød sirkel). Høydeprofilen radaren dekker i henhold til bakkenivå er angitt med lyseblå halvsirkel.



Figur 7. Siktsektor (blå vifte) for Merlin fugleradar (rød sirkel) på Steinfjellet, Bremanger kommune.

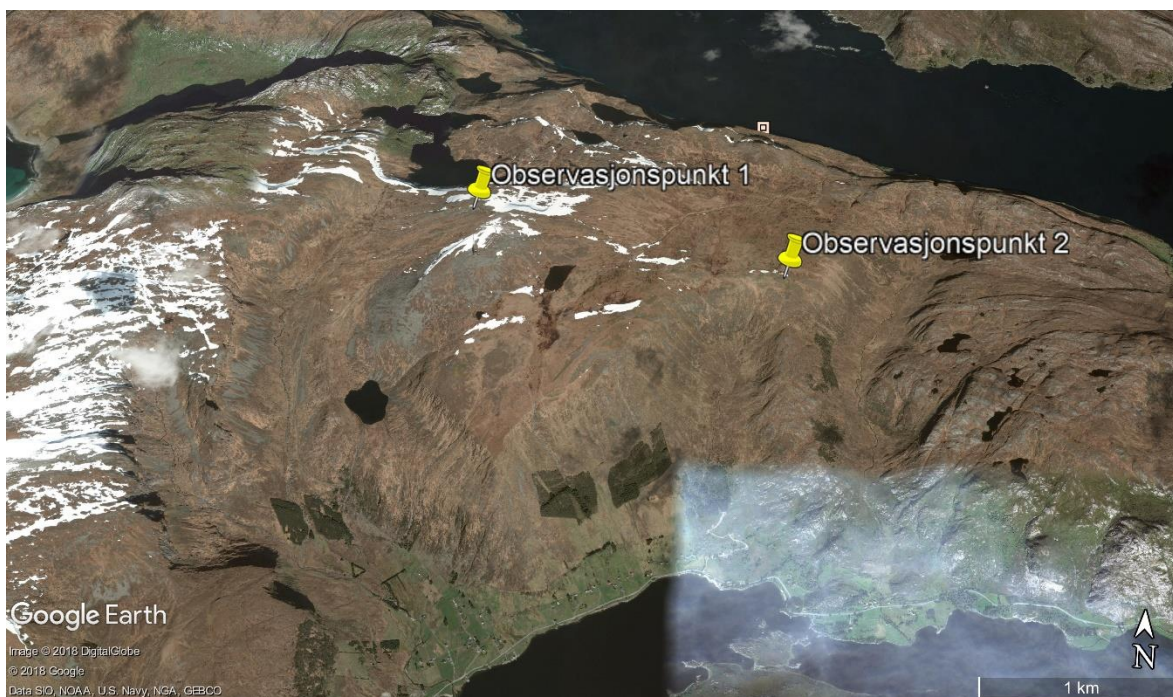


Figur 8. Dekningskart for Merlin-fugleradaren på Steinfjellet i 2018. Fargelagte områder viser generelt dekning i ulike høyder over bakken, men i områder farget blått vil ikke radaren samle inn data på grunn av såkalt «clutter» (støy). De svarte triangelene viser potensielle plasseringer av vindturbiner. Det gjøres oppmerksom på at disse plasseringene kun er veiledende (Arnar Kvernevik, pers. med.).

3.2 Feltregistreringer

Som et supplement til fugleradaren, ble det foretatt registrering av fugl i felt av to ornitologer i periodene 13-15. mai, 19-21. august og 18-19. september.

Det ble valgt ut to observasjonspunkter, med det formål å dekke så mye av planområdet som mulig, hvor to observatører registrerte alle flygende fugler gjennom hele dagen (07.00–18.00) fra hvert sitt punkt (**Figur 9**).



Figur 9. Observasjonspunkter for registrering av flygende fugler på Steinfjellet i 2018.

For hver flygende fugl som ble observert registrerte observatørene klokkeslett, art, antall, kjønn, alder, atferd, flygehøyde og flygeretning. I tillegg ble værforholdene (temperatur, skydekke, nedbør, vindstyrke og -retning) notert. Et søk i *Artsobservasjoner* (<https://www.artsobservasjoner.no>) (tidsperiode 1980-2018) den 20. november 2018 resulterte i svært få fugleregistreringer i planområdet, hvorav langt de fleste var lagt inn i forbindelse med feltarbeid i forbindelse med det pågående prosjektet.

3.3 Trekkende gjess og svaner

Flere arter av gjess og svaner opptrer i til dels store antall langs norskekysten på vår- og høsttrekket. Grågås og sangsvanen hekker oppover langs norskekysten, mens hvitkinngås og ringgås opptrer regelmessig på veg til og fra hekkeområdene i Arktis. I studieområdet kan andre gjess opptre i mindre antall, som for eksempel kortnebbgås. I tillegg kan tundragås og sædgås også forekomme langs kysten under trekket. For sangsvanene er det lite kjent hvilke ruter de følger langs kysten, ettersom de om våren ofte trekker inn i ferskvann når isen går på disse for å beite der, før de trekker mot hekkeplassene, som i stor grad ligger i det nordlige Skandinavia.

I et norsk/fransk samarbeidsprosjekt om kartlegging og bruk av vinteroppholdssteder i Frankrike for norske gjess, ble det i 2012 og 2013 merket grågjess med GPS/GSM-loggere i Midt-Norge (Arne Follestad, upubl. data). Vi bruker deler av resultatene fra dette prosjektet for å belyse trekkrutene for norske grågjess om høsten, og i hvilken grad de da kan komme i konflikt med vindkraftverket på Bremangerlandet.

Loggerne var satt opp til å lagre posisjoner med ulike tidsintervaller, med opp mot 12 timers mellomrom. Etter at gjessene hadde startet trekket, ble intervallet satt ned til maksimum seks timer. Denne variasjonen i tidsintervallene har betydning for hvor detaljerte data vi har på trekkrutene. Ved lange intervaller vil trekkruta framstå som en lang strek mellom to punkter, men denne streken er neppe den reelle trekkruta. Data fra totalt 12 gjess er inkludert i materialet som belyses i denne rapporten. Dette representerer alle individene i logger-datasettet hvor vi har data i 6-timersintervaller eller kortere på trekket langs norskekysten. Disse tidsintervallene bidrar til relativt god og nøyaktig oppløsning og estimering av reell trekkroute. Det må allikevel påpekes at trekkruta i området rundt Bremanger trolig ikke er helt eksakt for de fleste individene.

Vi inkluderer også en oppsummering av undersøkelser hvor man har merket hvitkinngjess med satellittsendere for å studere trekket fra Skottland til Arktis. Dette prosjektet ledes av WWT- Wildfowl and Wetlands Trust (upubl. data).

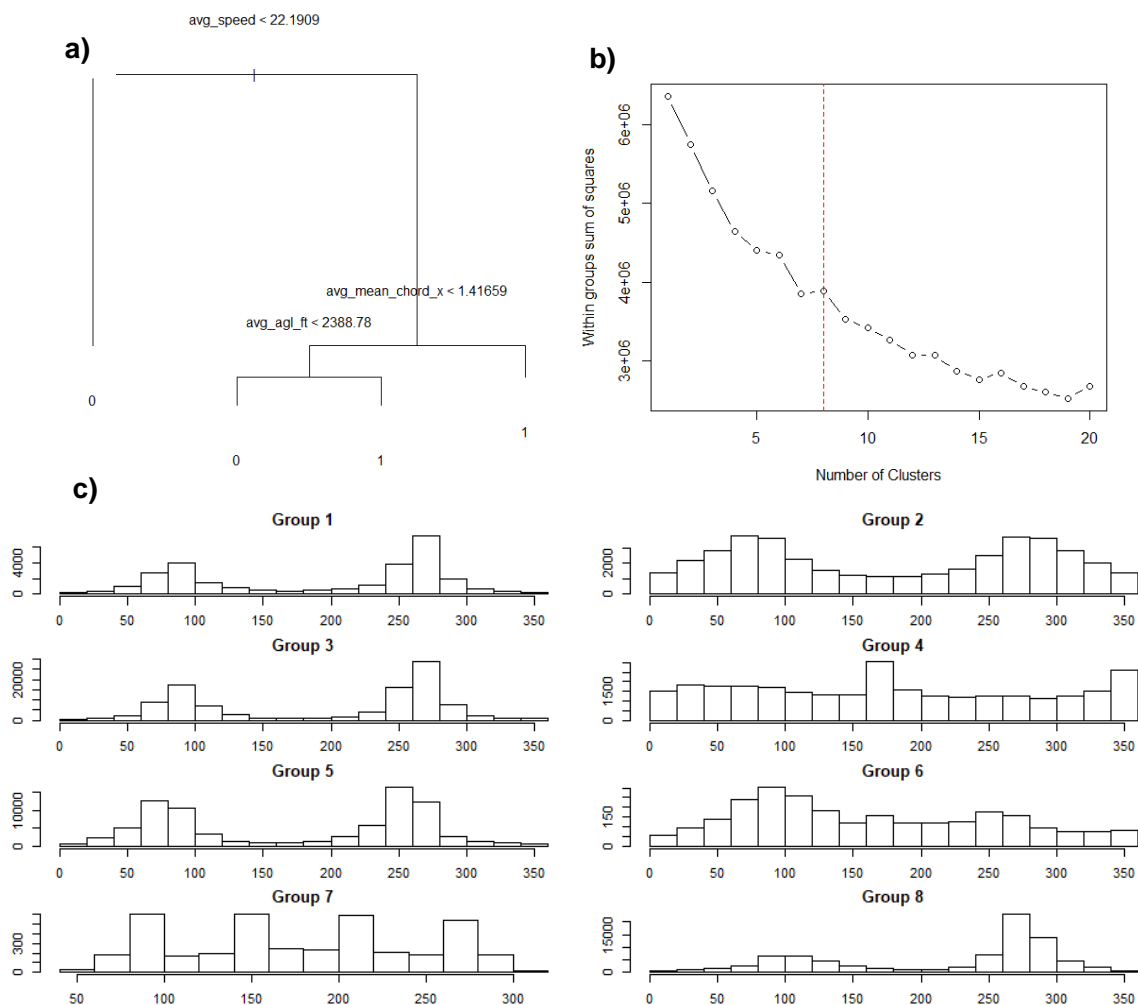
For å supplere loggerdataene ble det søkt etter funn av gjess og sangsvane i Bremanger og Vågsøy kommuner (1980-2018) i *Artsobservasjoner* (<https://www.artsobservasjoner.no>) den 25. november 2018. Funn i trekktidene (mars-mai og august-oktober) er vektlagt. En betydelig feilkilde i dette materialet vil være at det som regel er svært få ornitologer i disse områdene som vil utføre registreringer av fugletrekket og registrere dette på *Artsobservasjoner*.

3.4 Radardatabehandling og analyser

Værdata (timefordelt vindhastighet og vindretning, nedbør, temperatur og barometertrykk) fra Meteorologisk institutt ble hentet inn for hele overvåkingsperioden (www.eklima.no) for den nærmeste værstasjonen Kråkenes, Vågsøy kommune (stasjonsnr. 59910; 62,0340° N 4,9860° Ø). Daglig nedbørsmengde ble hentet fra værstasjonen Refvik, Vågsøy kommune (stasjonsnr. 59250; 61,9985° N 5,0880° Ø).

I Merlin-systemet blir alle registrerte (fugle-) bevegelser automatisk registrert i daglige Access databaser. Alle Access-filer ble lastet inn i en sentral MySQL-database hos NINA. De vertikale datasettene ble behandlet ved at man først opprettet et spordatasett av hele databasen som basis for videre filtrering. For hvert radarspor, ble gjennomsnitt og varians av parametere som ble ansett å være biologisk eller radarteknisk relevante beregnet (sporlengde, hastighet, bevegelsesretning, høyde, refleksivitet, størrelse og form av objektet m.m.). Korte radarspor (fire eller mindre punkter) ble utelatt fra analysene da de ikke gir nok informasjon om de representerer fugler eller støy. Det er kjent at regn kan utløse radarspor basert på regndråper som reflekteres av radarsignalet. Derfor ble alle radarspor først klassifisert basert på dager med eller uten nedbør. Karakteristikkene av alle radarspor i disse to grupper ble deretter klassifisert ved hjelp av et såkalt «classification tree» (funksjon «tree» i R-pakken «cluster»; Maechler et al. 2017). Alle radarspor som hadde kjennetegn som indikerte «regnspor» ble utelatt fra videre analyser. Hastighet («avg_speed» < 22,2), utforming av objektet («avg_mean_chord»_x < 1,417) og høyde over bakken («avg_agl_ft» < 2389) karakteriserte «ikke-regnspor» («misclassification error»: 0,254; **Figur 10**). Resterende radarspor ble gruppert ved hjelp av funksjonen «kmeans» i R-pakken «stats» (R Core Team 2018). «Kmeans» er en segmenteringsalgoritme som grupperer dataene i et datasett i klynger basert på like egenskaper. Først identifiserer man hvor mange klynger dataene sannsynligvis har basert på «within-group sum-of-squares». Fra radarspor-datasettet ble det definert åtte klynger (**Figur 10**). Hver klynge ble deretter klassifisert som enten fugl (horisontal bevegelse) eller falske alarmer (for eksempel nedbør) i en semikvantitativ vurdering ved å sammenligne hver klynges sporkarakteristikk. Fem klynger (nr. 1, 2, 3, 5, 8) representerte fugl, basert på deres karakteristikk, blant annet relatert til flygeretning (**Figur 10**), og prosentandel av spor på dager med og uten nedbør (**Tabell 1**). Basert på alle data i disse klyngene (totalt antall fuglespor: 338 588) ble det beregnet antall fuglespor per døgn, samt gjennomsnittlig flygehøyde over bakken lokalt i terrenget og andel fuglespor < 200m over bakken. I tillegg ble det beregnet månedlig antall observasjoner relatert til avstand fra radaren og høyde over bakken. Basert på den dagvise tidsserien ble effektene av værforholdene på fugleaktivitet modellert. For å forklare hvorvidt den observerte variasjonen i fugleaktivitet gjennom registreringsperioden er påvirket av værforholdene, ble det gjennomført en regresjonsanalyse hvor det ble kontrollert for eventuelle forskjeller mellom måneder (såkalte «mixed-effects models»; funksjon «glmer» og «lmer» i R-pakken «lme4»; Bates et al. 2015). Fugleaktivitet ble analysert basert på følgende responsvariabler: antall daglige fuglespor (negativ-binomisk fordeling), flygehøyde over bakken (log-transformert lineær fordeling), og andel fuglespor < 200 m (binomisk fordeling). De univariate effektene av døgngjennomsnitts vindhastighet og -retning, daglig nedbørsmengde, gjennomsnitts døgntemperatur og døgngjennomsnitts trykk (samt en «intercept-model») mot de tre responsvariablene ble sammenlignet gjennom en «Information Theoretic Approach» basert på

«Akaike Information Criterion corrected for small sample sizes» (AICc)-verdiene av modellene. Modellen med lavest AICc-verdi forklarer mest av variansen.



Figur 10. Klassifisering av radarspor på Bremangerlandet i 2018: a) klassifisering basert på dager med (=1) og uten (=0) nedbør; b) segmentering av radar-spor i åtte klynger; c) karakteristikk iht. flygeretning (horisontal (90° eller 270°), stigende/dalende, eller vertikal (0° eller 360°)).

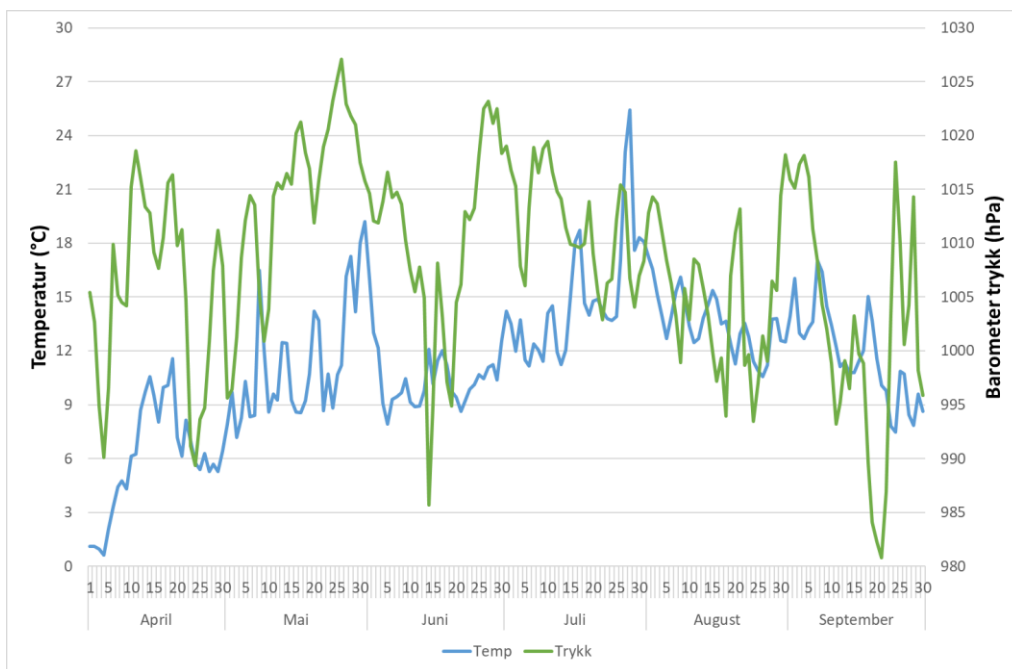
Tabell 1. Antall radarspor på Bremangerlandet i 2018, segmentert innenfor åtte klynger basert på deres karakteristikk. Sporene er fordelt prosentvis etter dager med eller uten nedbør.

Klynge	Uten nedbør	Med nedbør
1	0,563	0,437
2	0,668	0,332
3	0,826	0,174
4	0,279	0,721
5	0,805	0,195
6	0,277	0,723
7	0,621	0,379
8	0,795	0,205

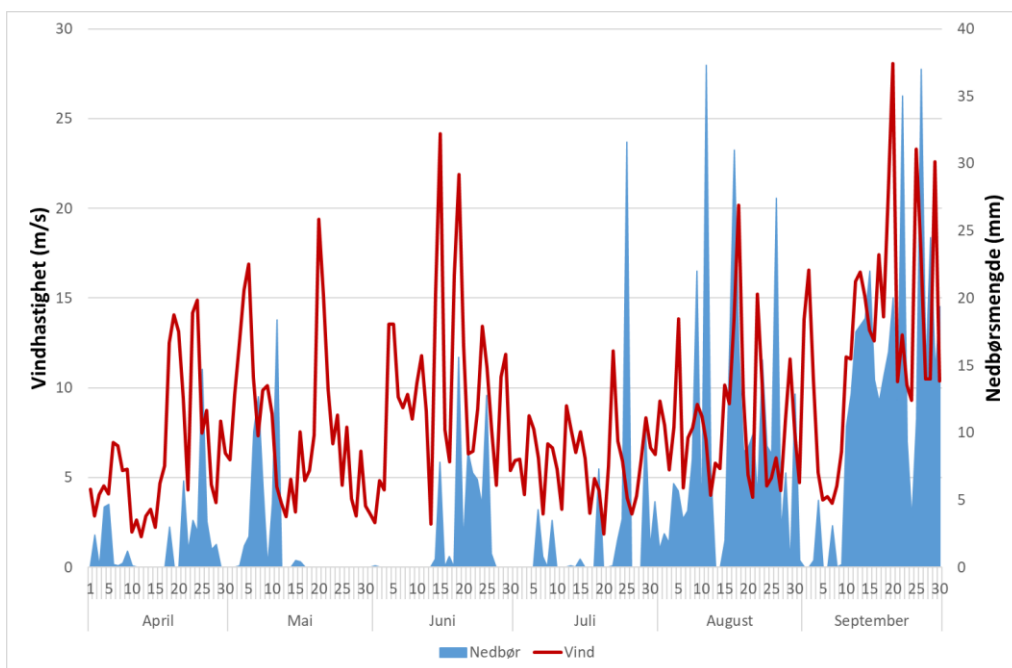
4 Resultater

4.1 Værforhold

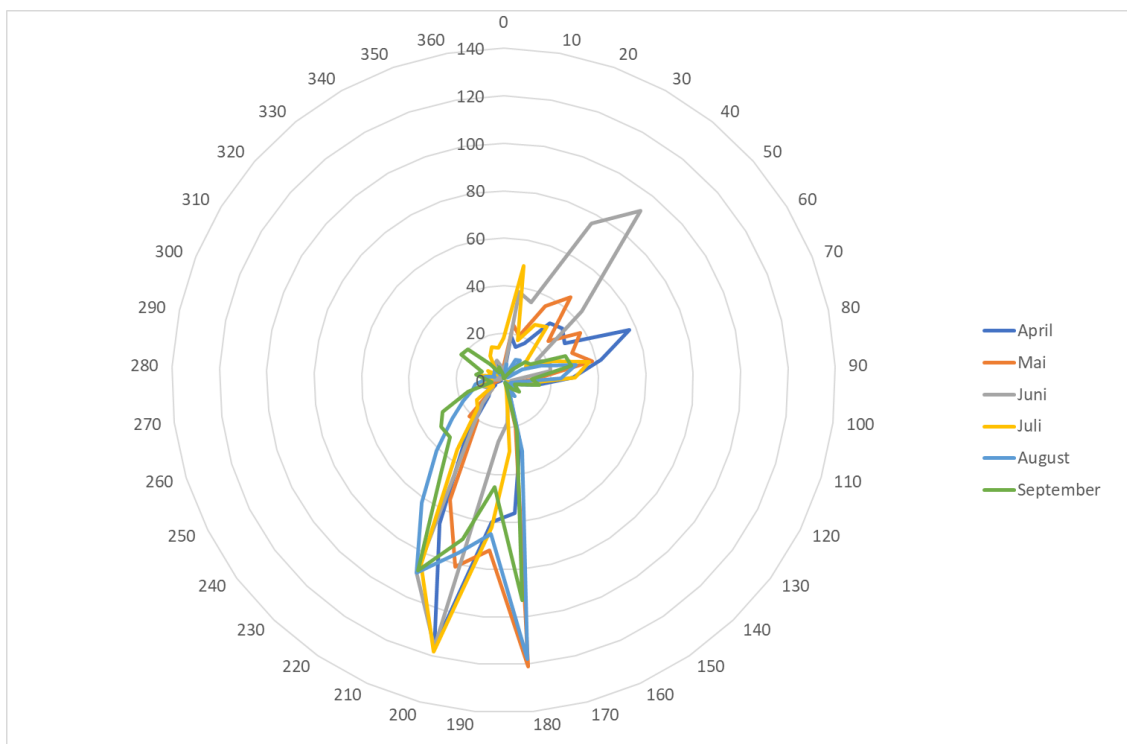
Figure 11-13 viser værforholdene i perioden april til og med september 2018 ved Bremangerlandet. Studieperioden var preget av flere uværsperioder med perioder med stiv til sterk kuling og mye nedbør. På flere tidspunkter er det registrert vindkast opp til orkan styrke. Det var kun få oppholdsperioder med lite vind og ingen til liten nedbør; for eksempel 10.-15. april, 15. mai-15. juni, 30. juni-15. juli og 5.-10. september. Vindretningen var hovedsakelig fra sør til sør-vest med liten variasjon mellom månedene.



Figur 11. Daglig gjennomsnitt temperatur og barometertrykk ved Bremangerlandet i 2018.



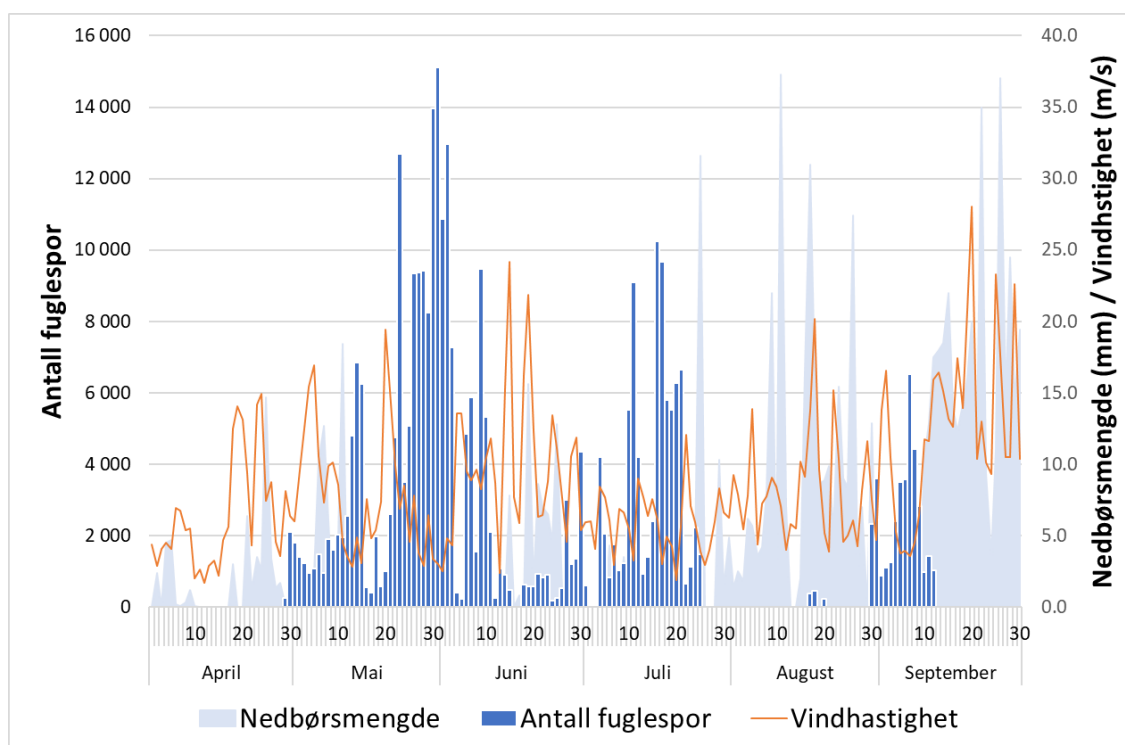
Figur 12. Daglig gjennomsnittlig vindhastighet og nedbørsmengde ved Bremangerlandet i 2018.



Figur 13. Vindretningsfordeling per måned ved Bremangerlandet i 2018, angitt i antall timer.

4.2 Fugleradar: fugleaktivitet i høyde og måned, samt retning og avstand fra radar

I løpet av perioden radaren var aktiv ble det registrert 338 588 fuglespor. Når fugl trekker i tette flokker kan ikke radaren skille enkeltindivider i flokkene. Det observerte antallet fuglespor representerer derfor trolig et langt større antall fugl enn det antallet spor indikerer. Mens aktivitetsnivået gjennom studieperioden fluktuerte mellom cirka 1000-2000 registrerte fuglespor per døgn, var det 7 perioder med et større antall registrerte fuglespor per døgn (> 4000, **Figur 14, Tabell 2**). Disse periodene var fordelt på mai (12 døgn), juni (8 døgn), juli (10 døgn) og september (2 døgn). Når det gjelder tidspunkt på døgnet, var det spesielt mye aktivitet like før midnatt (**Figur 15**). Størst antall fuglespor ble registrert like rundt radaren i en avstand inntil 1 km på begge sider (**Figur 7 og 16**). Det er registrert en del fuglespor på høyder under 200 m over bakken, men de fleste fuglene fløy høyere, fra ca. 200 m opp til 1000 m over bakken (**Figur 17**). På dager med mest registrerte fuglespor lå gjennomsnittshøyde på 474 m (variasjon: 378-541 m) over bakken lokalt i terrenget (**Tabell 2**). I gjennomsnitt fløy fuglene i 8,7 % under 200 m over bakken (variasjon: 5,3-22,0 %).

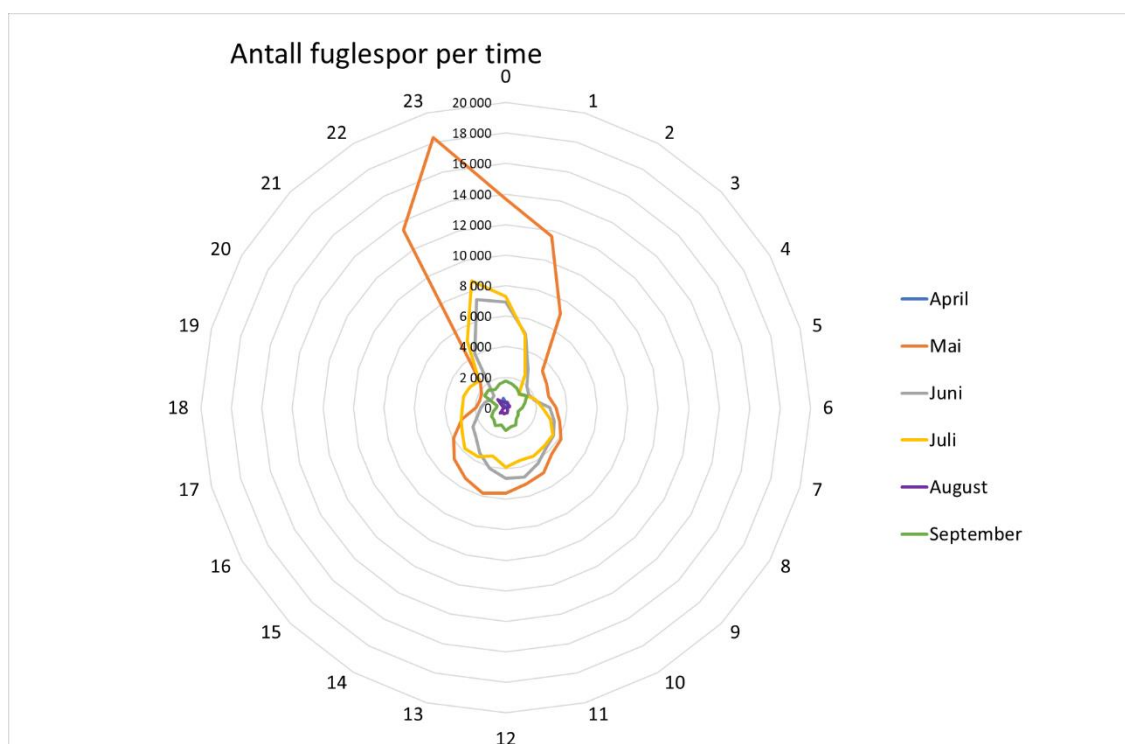


Figur 14. Temporale trender i fugleaktivitet (blå områder) registrert ved hjelp av fugleradar ved Bremangerlandet i 2018. Den oransje linja og de lysblå områdene viser henholdsvis daglig gjennomsnitts vindhastighet og daglig nedbørsmengde. Det gjøres oppmerksom på at det ikke ble samlet inn data i store deler av august (se kap. 3.1).

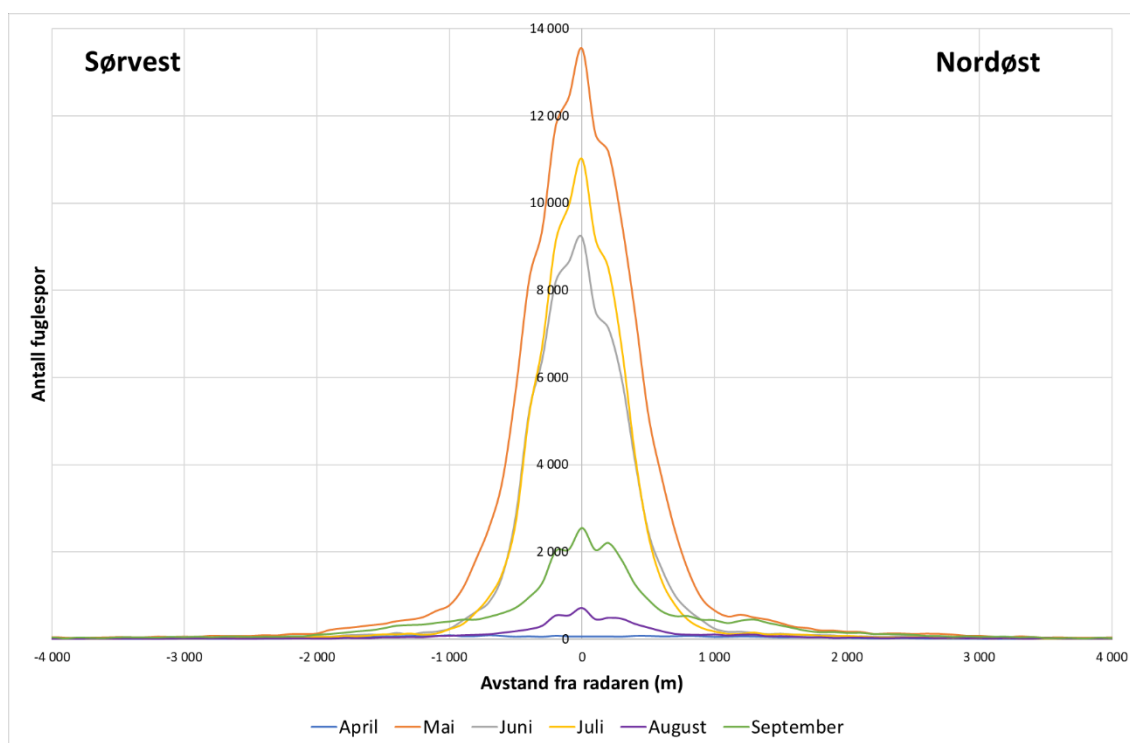
Tabell 2. Oversikt over dager med høyest antall registrerte fuglespor (> 4000) og høyde over bakken lokalt i terrenget, inklusive standardavvik og prosentandel < 200 m over bakken. Data ble innsamlet i perioden fra og med 29. april til og med 12. september 2018. Det gjøres oppmerksom på at det ikke ble samlet inn data i store deler av august (se kap. 3.1).

Dato	Antall fuglespor	Gjennomsnitt høyde over bakken (+ SD)	Prosentandel < 200 m over bakken
13/05/2018	4810	434 m + 258	11,6
14/05/2018	6843	490 m + 290	10,3
15/05/2018	6256	443 m + 202	9,5
22/05/2018	4753	509 m + 244	7,8
23/05/2018	12 684	521 m + 241	6,9
25/05/2018	5076	432 m + 228	10,7
26/05/2018	9338	446 m + 219	9,7
27/05/2018	9360	495 m + 269	8,6
28/05/2018	9408	493 m + 253	7,9
29/05/2018	8242	459 m + 232	8,7
30/05/2018	13 951	541 m + 274	6,4
31/05/2018	15 101	527 m + 238	5,3
01/06/2018	10 859	490 m + 235	6,9
02/06/2018	12 973	472 m + 224	8,3
03/06/2018	7277	446 m + 211	8,2
06/06/2018	4850	425 m + 200	8,5
07/06/2018	5864	428 m + 177	7,4

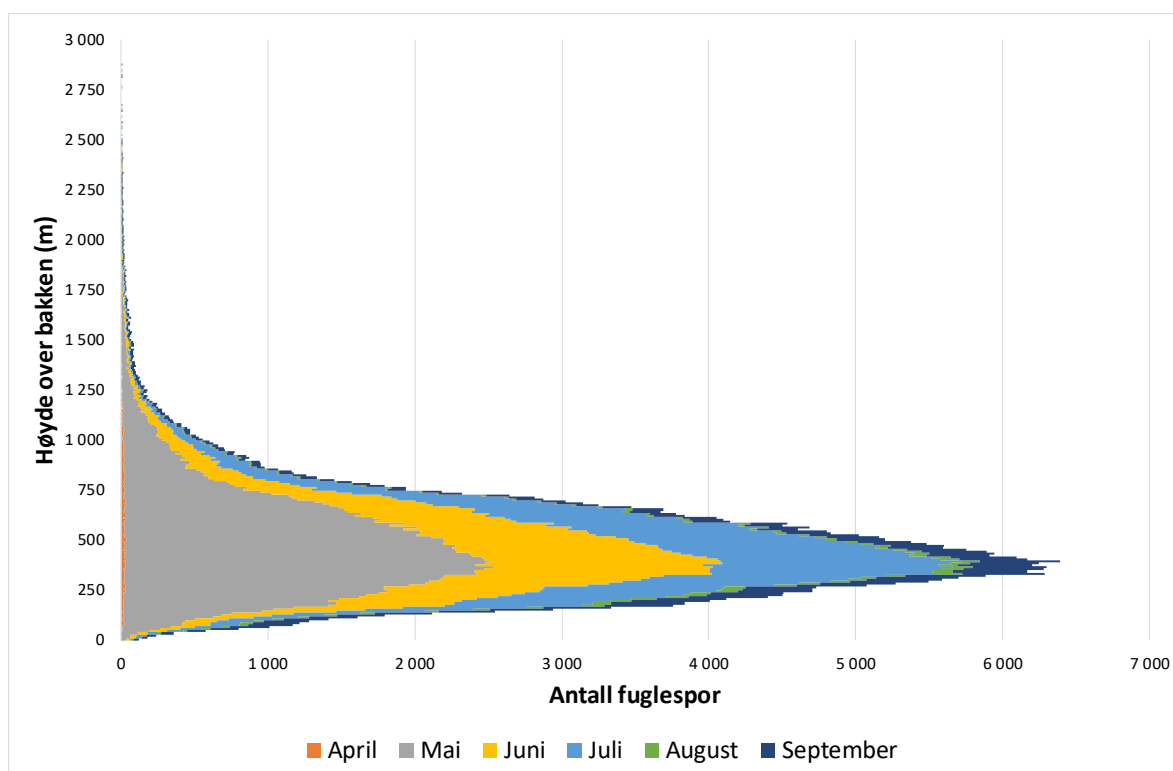
09/06/2018	9467	475 m + 234	8,6
10/06/2018	5312	478 m + 233	7,8
30/06/2018	4356	499 m + 229	7,1
04/07/2018	4212	479 m + 215	8,1
10/07/2018	5526	446 m + 196	9,0
11/07/2018	9085	432 m + 190	9,5
12/07/2018	4195	418 m + 184	7,9
16/07/2018	10 248	524 m + 231	5,7
17/07/2018	9664	522 m + 232	6,6
18/07/2018	5790	485 m + 235	7,7
19/07/2018	5533	436 m + 188	9,4
20/07/2018	6269	395 m + 197	14,8
21/07/2018	6655	442 m + 195	10,0
07/09/2018	6528	381 m + 241	19,9
08/09/2018	4428	378 m + 263	22,0
Totalt	244913	474 m + 235	8,7



Figur 15. Antall fuglespor over tid per døgn registrert per måned ved Bremangerlandet i perioden fra og med 29. april til og med 12. september 2018.



Figur 16. Antall fuglespor i forskjellige avstand fra radaren registrert per måned ved Bremangerlandet i perioden fra og med 29. april til og med 12. september 2018. Det gjøres oppmerksom på at det ikke ble samlet inn data i store deler av august (se kap. 3.1).

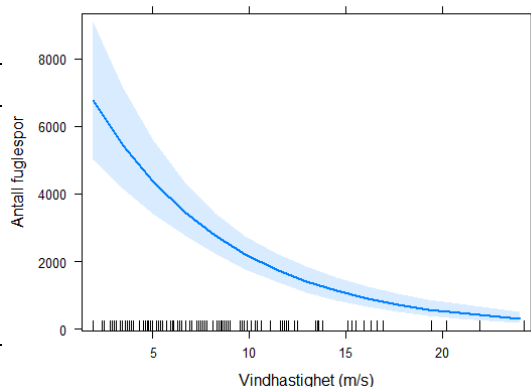


Figur 17. Summert antall fuglespor i forhold til høyde over bakken registrert per måned ved Bremangerlandet i perioden fra og med 29. april til og med 12. september 2018. Det gjøres oppmerksom på at det ikke ble samlet inn data i store deler av august (se kap. 3.1).

Modellene i **Figur 18** ble sammenlignet mht. hvilke værparametre som forklarer mest av fugleaktivitet basert på AICc-verdien. De tre fugleaktivitetsresponser som ble analysert var antall fuglespor (mål for fugleforekomst i området), flygehøyde over bakken, og andel fuglespor < 200 m (mål for risiko ifm. vindturbiner). Vindretning ble før analysen klassifisert som faktor i de fire hovedvindretninger. Vindhastighet forklarte mest av variasjonen i antall fuglespor (**Figur 18**), hvor fugleaktiviteten avtok med økende vindhastighet. I tillegg fløy fuglene høyere over bakken med økende vindhastighet. Andelen av fuglespor < 200 m avtok med høyere daglig temperatur.

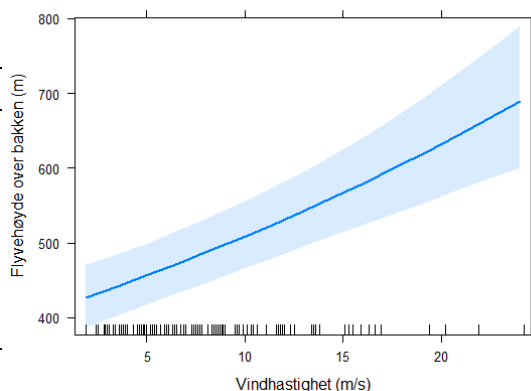
a)

# fuglespor	AICc	dAICc	F
Vindhastighet (–)	1802,3	0,0	64,18
Temperatur (+)	1817,1	14,9	35,67
Vindretning	1824,4	22,1	11,88
Nedbør (–)	1832,9	30,7	19,20
Trykk (+)	1835,1	32,8	20,30
<intercept>	1847,5	45,3	



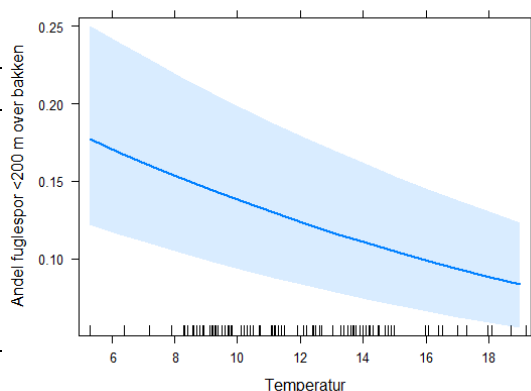
b)

Flyvehøyde	AICc	dAICc	F
Vindhastighet (+)	-65,9	0,0	39,51
Trykk (–)	-57,9	7,9	27,38
<intercept>	-47,5	18,4	
Vindretning	41,2	24,7	
Temperatur	38,0	27,9	
Nedbør	36,2	29,7	



c)

Andel < 200 m	AICc	dAICc	F
Temperatur (–)	3715,1	0,0	883,02
Vindretning	4311,8	596,7	106,55
Nedbør (+)	4348,8	633,7	297,68
Trykk (–)	4445,4	730,3	181,35
Vindhastighet (+)	4598,6	883,5	24,77
<intercept>	4621,0	905,9	



Figur 18. Sammenhengen mellom a) antall radarregistrerte fuglespor, b) flygehøyde og c) andel fuglespor < 200m og værparametere ved Bremangerlandet i 2018 basert på «mixed-effects modeller» hvor det ble kontrollert for måned. Modellen med lavest AICc-verdi forklarer mest av variasjonen. For modellene bedre enn «intercept-modellen» er retningen av effekten (i parentes) samt effekt-størrelsen (F) angitt.

4.3 Feltregistreringer

Totalt ble det gjort ca. 200 observasjoner av flygende fugl i de tre besøksperiodene. Disse registreringene omfattet 28 arter (**Tabell 3**). Observasjonene gjelder både fugl som antas å hekke i nærområdene og som trekker gjennom området. Sistnevnte kan enten være knyttet til langdistanse vår- og høsttrekk, eller mer eller mindre regelmessige døgntrekk over kortere avstander.

Det ble gjort mange registreringer av arter som antas å hekke i planområdet. Dette gjelder bergirisk, enkeltbekkasin, heilo, heiplerke, ravn og steinskvett. Gjennomsnittlig flygehøyde for disse artene var under 20 m, med unntak av ravn (**Tabell 3**). Enkeltbekkasin, heilo, steinskvett og heiplerke har alle sangflukt hvor de ofte stiger til stor høyde hvor de flyr i sirkler eller daler sakte ned mot bakken. I slike situasjoner øker risikoen for kollisjoner med vindturbiner.

Både havørn og kongeørn forekommer som hekkefugler nær planområdet (Isdahl 2011). Gjøk og kråke er andre arter som antas å hekke i nærområdet. Det ble bl.a. registrerte minst to syngende gjøker i Klungresetdalen og en i Svarstaddalen under feltregistreringene i mai. Kongeørn ble utelukkende observert vest i området, fra Fåvatnet og Svarstaddalen og vestover. Havørn ble også registrert hyppigst i disse områdene, men også rundt Steinfjellet, Gamlehaugen, Blåfjellet og de nordlige delene av planområdet (Knutsnakken, Dyrehalsen og Oldeidemannen). Det var imidlertid ingen indikasjoner på hekkforsøk i selve planområdet, da hverken havørn eller kongeørn ble observert under feltregistreringene i mai.

En rekke av de artene som ble antatt å være trekkende ble observert kun en eller to ganger. Flere enn to observasjoner ble gjort for grågås, låvesvale, storspove og svartbak. Spurvefuglene synes ut fra våre registreringer til å trekke over en bred front, og det samme gjelder trolig rovfugler som fjellvåk og tårnfalk. For andre antatt trekkende arter er det noen trekkleder som ser ut til å være mer attraktive enn andre. Dette gjelder i første rekke de nord-sørgående dalene Klungresetdalen og Svarstaddalen (**Tabell 3**).

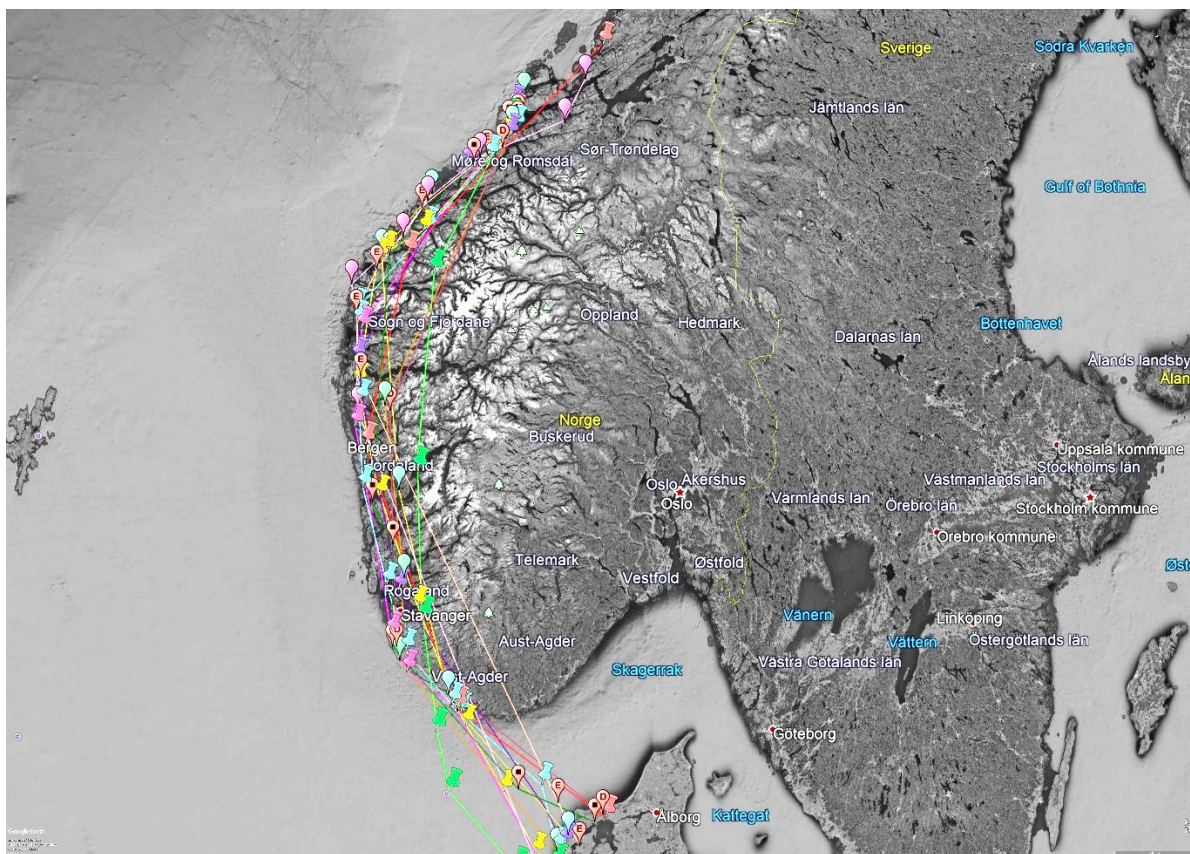
Tabell 3. Feltregistreringer av flygende fugler på Steinfjellet i 2018. Periode (M = mai, A = august, S = september), Aktivitet (H = hekkende/trolig hekkende), T = trekkende/døgntrekk/trolig trekkende). Artene er satt opp i alfabetisk rekkefølge (ikke systematisk).

Art	Antall	Observasjoner	Flygehøyde	Flygehøyde snitt	Periode	Observasjonspunkt 1	Observasjonspunkt 2	Aktivitet	Kommentar
Bergirisk	Min 20	> 20	1 til 50	14	M, A	Innen 200 m fra punktet	Innen 200 m fra punktet	H	
Bjørkefink	2	2	1 til 50	26	M, A	Innen 200 m fra punktet	Klungresetdalen	T	
Bokfink	1	1	25	25	M		Innen 200 m fra punktet	T	
Dvergalk	1	1	5	3	S	Innen 200 m fra punktet		T	
Enkeltebekkasin	Min 4	> 20	1 til 50	16	M, A	Steinfjellvatnet	Gamlehaugen-Oldeidsmyrene	H	
Fiskemåke	1	1	200	200	A		Klungresetdalen	T	
Fjelljo	1	1	20	20	M		Klungresetdalen	T	
Fjellvåk	2	2	10 til 150	55	A		Knutsnakken-Gamlehaugen, Klungresetdalen	T	
Gjøk	1	1	1 til 5	3	M	Innen 200 m fra punktet		H	
Grønnsisik	1	1	35	35	A		Innen 200 m fra punktet	T	
Grågås	125	5	40 til 500	234	A		Klungresetdalen (4 flokker) og Oldeide (1 flokk)	T	5 flokker, 16-30 ind
Gråmåke	2	2	60 til 100	83	A		Klungresetdalen, Blåfjellet	T	
Gråsisik	Ukjent	1	Ukjent	Ukjent	A	Innen 200 m fra punktet		T	
Havørn	Min 5	16	1 til 350	81	A	Karihaugen, Tunga, Svarstaddalen, Steinfjellet, Fåvatn-området	Knutsnakken, Dyrehalsen, Blåfjellet, Gamlehaugen, Oldeidemannen	H	Min 3 voksne og 2 unge
Heilo	Min 30	> 20	1 til 80	9	M, A, S	Innen 200 m fra punktet	Innen 200 m fra punktet	H	
Heipiplerke	Min 10	> 20	1 til 50	14	M, A, S	Innen 200 m fra punktet	Innen 200 m fra punktet	H	
Kongeørn	Min 2	5	1 til 200	60	A	Karihaugen, Tunga, Svarstaddalen, Fåvatnet		H	Min 1 voksen og 1 ung
Kråke	1	1	75	75	M		Nysvora-Gamlehaugen	H	
Linerle	1	1	15	15	A		Innen 200 m fra punktet	T	
Låvesvale	5	5	1 til 30	13	M, A		Innen 200 m fra punktet	T	
Ravn	Min 6	> 20	1 til 100	44	M, A	Innen 200 m fra punktet, Fåvatn-området	Innen 200 m fra punktet, Nysvora-Gamlehaugen, Klungresetdalen, Blåfjellet, Dyrehalsen	H	
Ringdue	1	1	10 til 15	13	A		Innen 200 m fra punktet	T	
Rødsteilk	1	1	30	30	M		Innen 200 m fra punktet	T	
Sildemåke	5	2	60 til 120	95	M, A		Innen 200 m fra punktet, Klungresetdalen	T	
Steinskvett	Min 10	> 20	1 til 5	2	M, S	Innen 200 m fra punktet	Innen 200 m fra punktet	H	
Storspove	Min 10	4	10 til 40	25	A	Svarstaddalen, Fåvatnet	Innen 200 m fra punktet, Oldeidsmyra	T	
Svartbak	96	21	20 til 150	73	M, A	Svarstaddalen, Fåvatnet	Innen 200 m fra punktet, Klungresetdalen, Nysvora-Gamlehaugen, Blåfjellet, Oldeide	T	
Tårnfalk	2	2	30 til 50	38	A		Innen 200 m fra punktet, Blåfjellet	T	

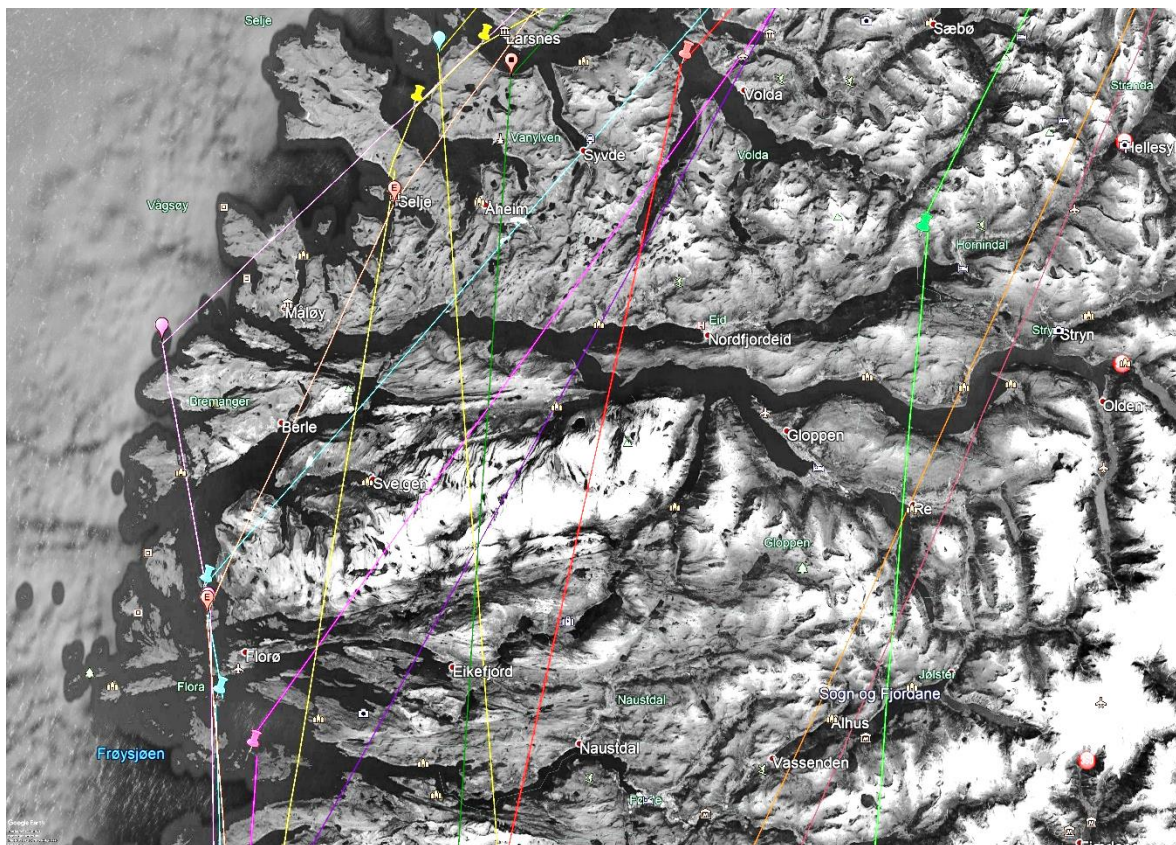
4.4 Trekkende gjess og svaner

De statelittmerkede grågjessene trakk tilsynelatende på en relativt bred front ned langs norskekysten under høsttrekket, men med hovedtyngden i de ytre kyststrøk (**Figur 19**). Ni av 12 gjess fløy trolig over Bremanger kommune (**Tabell 4, Figur 20**), og passeringene skjedde i perioden 12.-30. august (**Tabell 4**).

Inntil nylig har man ikke hatt muligheter til å vurdere når på døgnet gjessene starter trekket sør-over, så her gir loggerne ny innsikt. Det var stor spredning i når gjessene startet, men en god del startet sein ettermiddag og kveld og etter midnatt (**Tabell 4**). Dette betyr at gjess som trekker langt, i betydelig grad trekker mens det er mørkt en vesentlig del av tida. Dette er interessant ut fra når på døgnet faren for kollisjoner med turbiner kan være størst. Tidspunkt på døgnet for passering ved Bremanger var jevnt fordelt mellom morgen og kveld, og med kun en passering midt på dagen (**Tabell 4**). Våre feltobservasjoner påviste fem flokker grågås som passerte 20.-21. august i tidsrommet 9-10 (2), 11-12 (1), 13-14 (1) og 14-15 (1). Ingen av logbergjessene oppholdt seg ved Bremanger over lengre tid, og de aller fleste fløy tilsynelatende videre for typiske lengre opphold i Rogaland og Vest-Agder før turen gikk videre til Danmark.



Figur 19. Trekkrutene sørover langs norskekysten for 12 satellittmerkede grågjess under høsttrekket i 2012-2013.



Figur 20. En forstørret versjon av kartet i **Figur 19** som viser grågjessenes passering i forhold til Bremanger.

Tabell 4. Dato for trekkstart for grågås under høsttrekket i 2012 og 2013. «61,5N» refererer til når individet trakk på Bremanger sin breddegrad, og siste kolonne angir om gåsa sannsynligvis trakk over Bremanger eller ikke.

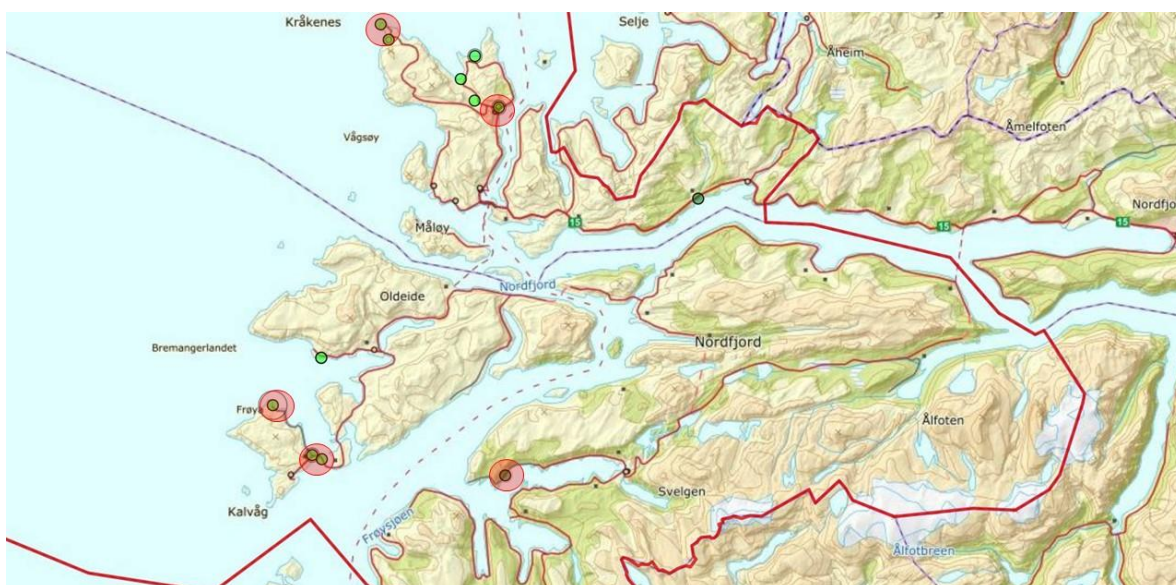
Gås	År	Sted	Dato	Tid	Dato 61,5N	Tid 61,5N	Over Bremanger kommune
1	2012	Smøla	22.08	16-18	23.08	16-18	Ja
2	2012	Smøla	12.08	12-15	12.08	15-18	Nei
3	2012	Smøla	14.08	15-18	14.08	20-22	Ja
4	2012	Smøla	12.08	18-00	12.08	18-00	Ja
5	2012	Åfjord	24.08	00-06	24.08	06-12	Ja
6	2012	Smøla	16.08	22-00	17.08	06-12	Ja
7	2012	Haram	12.08	00-06	12.08	06-12	Ja
8	2012	Hemne	28.08	12-00	30.08	18-00	Ja
9	2012	Hitra	12.08	06-12	12.08	12-18	Nei
10	2012	Smøla	22.08	00-06	22.08	06-12	Ja
11	2013	Smøla	22.08	12-18	22.08	18-00	Nei
12	2013	Smøla	29.08	12-18	30.08	06-12	Ja

I *Artsobservasjoner* er det sparsomt med data mht. registreringer av gjess i Bremanger og Vågsøy. Når det gjelder grågås synes funnene av trekkende individer (**Figur 21**) å stemme godt overens med data fra de satellittmerkede fuglene. Trekkende gjess er observert i en relativt bred front fra vest til øst. Trekkende kortnebbgås er også observert i området, men med langt lavere frekvens enn tilfellet er for grågåsa (**Figur 22**). Tundragås er observert noen få ganger i

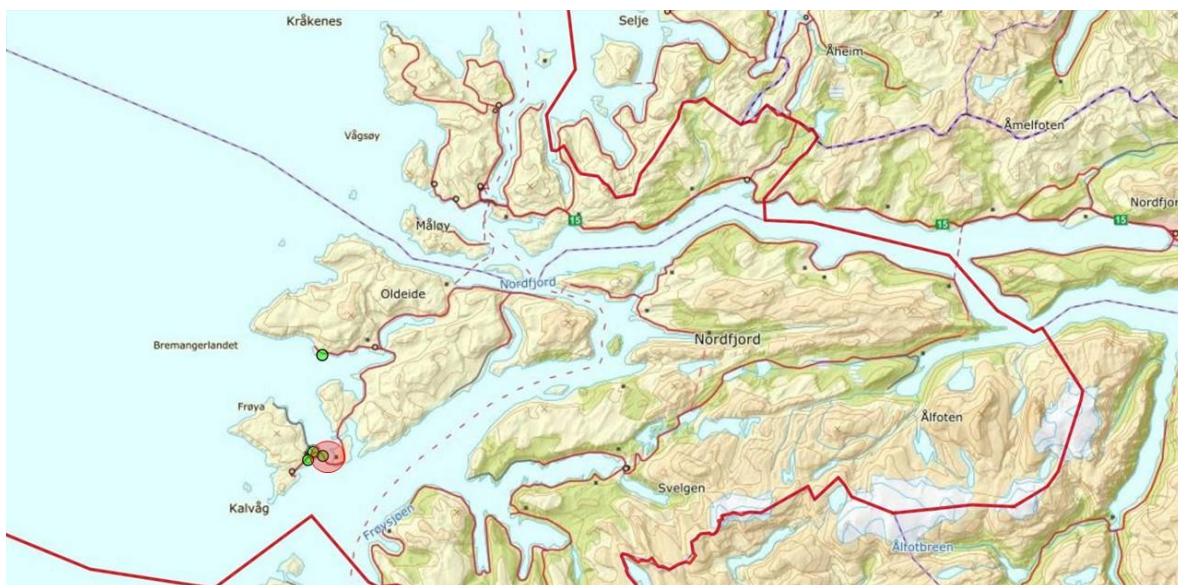
Bremanger, hvorav alle unntatt et (april) er vinterfunn (**Figur 23**). Sædgås er observert en gang i april og en gang i oktober (enkeltindivider) (**Figur 24**). Hvitkinngjess er kun registrert trekkende forbi Kråkeneset i Vågsøy (**Figur 25**), men da til dels i store antall i periodene april-mai og september-oktober. Opp mot 5000 individer er blitt registrert her enkelte dager under høsttrekket i oktober. Fravær av funn fra Bremanger kan skyldes at arten er sjeldent forekommende her, men en minst like sannsynlig forklaring er mangelfull registrering på grunn av få besøk av ornitologer. Det samme kan trolig forklare de fåtallige observasjonene av ringgjess, som er registrert både på vårtrekk (mai) og høsttrekk (september-oktober) (**Figur 26**). Sangsvanen er en relativt vanlig fugl i Bremanger og Vågsøy i vinterhalvåret, og det er også gjort hekkefunn i Vågsøy i de senere år. Individer på regulært høsttrekk (september-oktober) er kun påvist ved Kråkenes, Vågsøy (**Figur 27**).



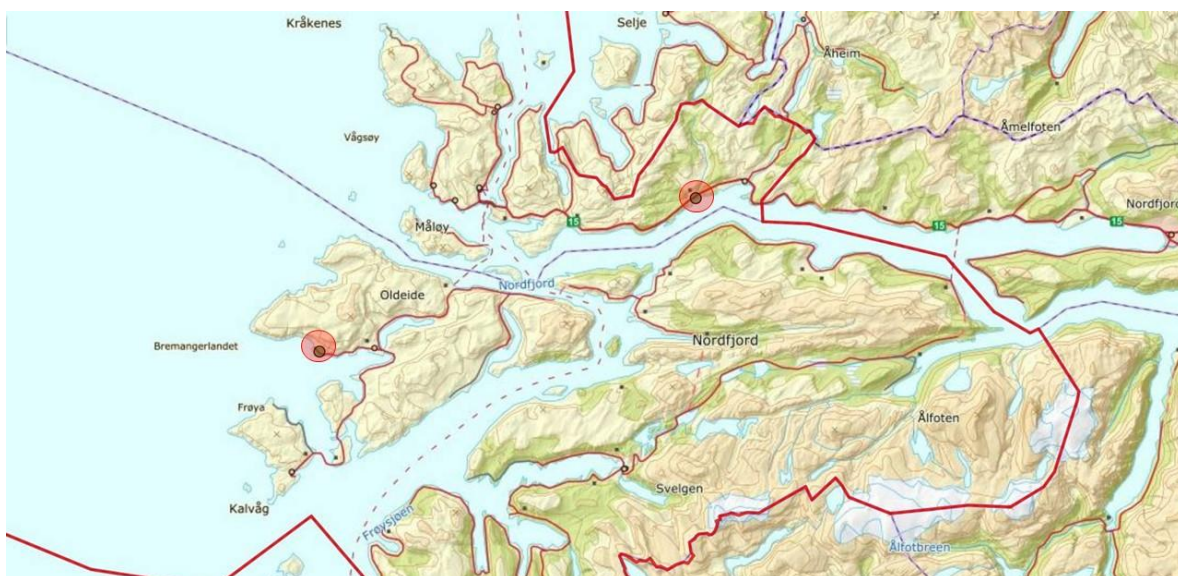
Figur 21. Funn av grågås i Artsobservasjoner for Bremanger og Vågsøy kommuner. Grønne sirkler indikerer funn vinter og sommer, mens røde sirkler indikerer funn i trekketidene.



Figur 22. Funn av kortnebbgås i Artsobservasjoner for Bremanger og Vågsøy kommuner. Grønne sirkler indikerer funn vinter og sommer, mens røde sirkler indikerer funn i trekketidene.



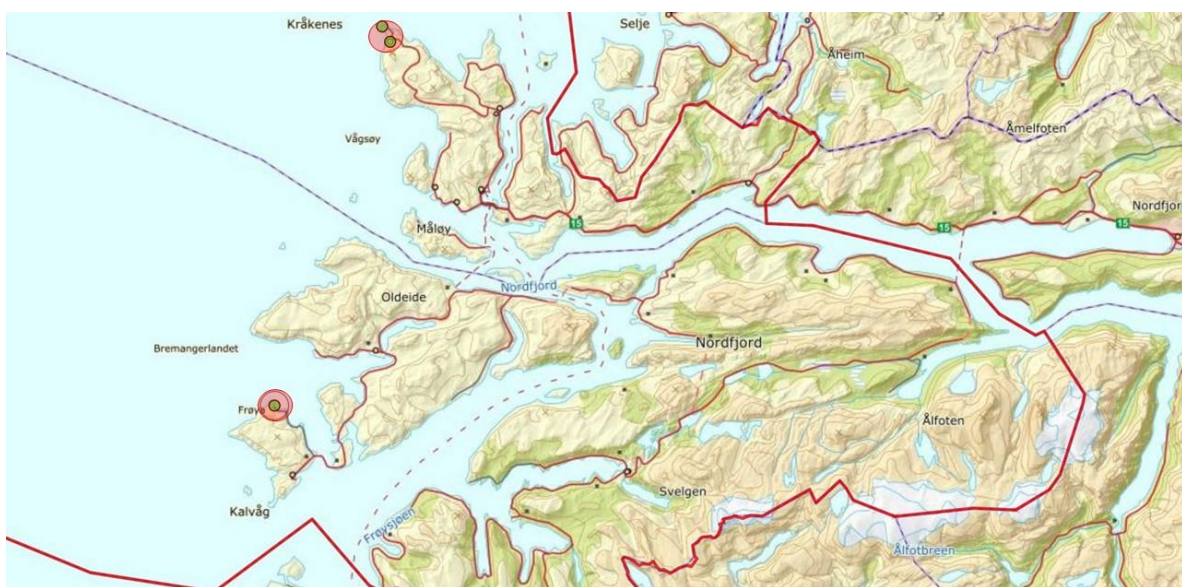
Figur 23. Funn av tundragås i Artsobservasjoner for Bremanger og Vågsøy kommuner. Grønne sirkler indikerer funn vinter og sommer, mens røde sirkler indikerer funn i trekketidene.



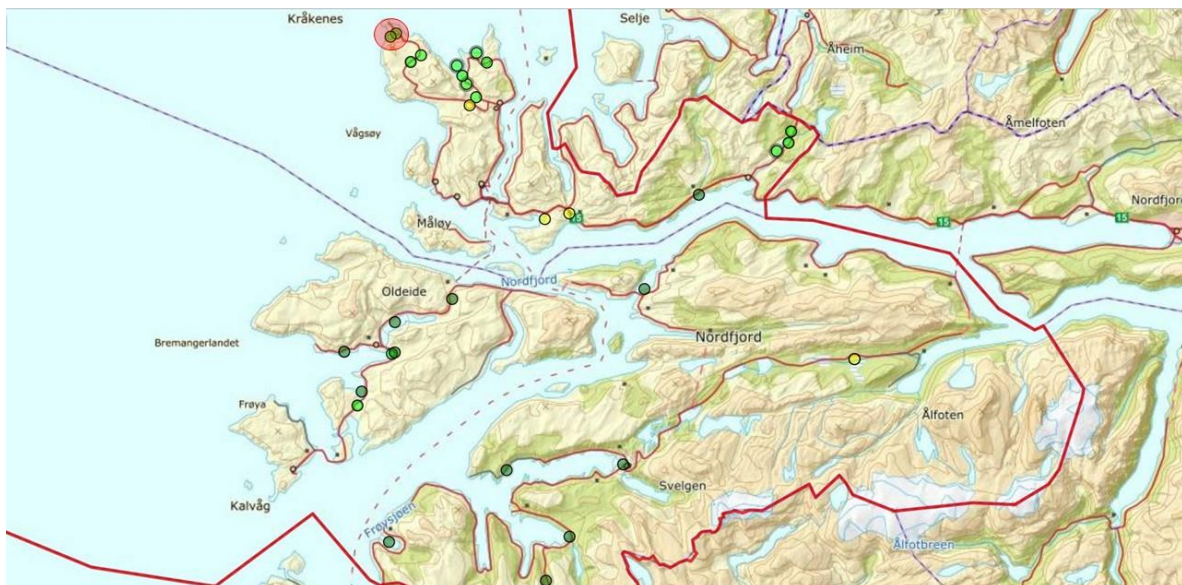
Figur 24. Funn av sædgås i Artsobservasjoner for Bremanger og Vågsøy kommuner. Røde sirkler indikerer funn i trekketidene.



Figur 25. Funn av hvitkinngås i Artsobservasjoner for Bremanger og Vågsøy kommuner. Grønne sirkler indikerer funn vinter og sommer, mens røde sirkler indikerer funn i trekketidene.

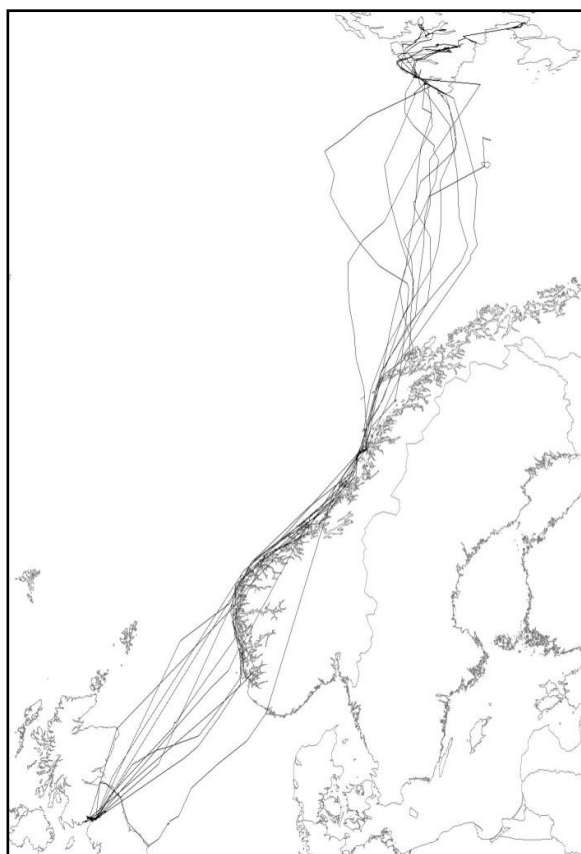


Figur 26. Funn av ringgås i Artsobservasjoner for Bremanger og Vågsøy kommuner. Grønne sirkler indikerer funn vinter og sommer, mens røde sirkler indikerer funn i trekketidene.



Figur 27. Funn av sangsvane i Artsobservasjoner for Bremanger og Vågsøy kommuner. Grønne og gule sirkler indikerer funn vinter og sommer, mens røde sirkler indikerer funn i trekketidene.

Data fra WWT - Wildfowl and Wetlands Trust viser hvitkinngjessene vårtrekk fra overvintrings-områdene i Skottland til hekkeplassene på Svalbard (**Figur 28**).



Figur 28. Trekkruiter om våren for hvitkinngjess er et eksempel på det omfattende trekket som kan foregå langs norskekysten og i norske havområder både vår og høst. Kartet viser resultater fra gjess som har fått påsatt radiosendere med GPS-enhet (2 ind. i 2006 og 7 ind. i 2007). Merk at hvis det er lenge mellom to sikre posisjoner, kan det se ut som om noen tar "snarveien" over Sør-Norge, mens det er høyst sannsynlig at de har gått rundt kysten som de andre (upubliserte data fra WWT- Wildfowl and Wetlands Trust).

5 Diskusjon

Konflikten fugl og vindkraft er sterkt arts-, sted- og årstidsspesifikk (Barrios & Rodríguez 2004, Bevanger et al. 2016a). Det er derfor viktig å kjenne fordeling og tetthet av fuglearter og bestander innenfor et område før et vindkraftverk bygges, og hvordan disse bruker området til ulik tid, både for å kunne velge et område med et lite konfliktpotensial for fugl, og for senere å kunne si noe om konsekvensene av vindkraftverk som eventuelt blir bygd. Gjennom undersøkelsene i Bremanger har vi vha. ulike verktøy avdekket karakteristikk ved fugletrekket vår og høst i området.

Trekkrutene til mange arter kan påvirkes av lokale værforhold, noe som for eksempel er vist hos kongeørn i Nord-Amerika (Johnston et al. 2014, Eisaguirre et al. 2018). I tillegg vil værforholdene (for eksempel vind og nedbør) påvirke individers beslutning om å trekke eller vente (Bozó et al. 2018). Registreringene av fugletrekket på Bremanger omfattet kun en sesong for både vår og høst. Det kan være store variasjoner i værforhold mellom år, noe som må tas i betraktning når man vurderer både frekvens og tidspunkt for trekkende fugl i området. Våre innsamlede værdata viser at 2018 var preget av mange uværsperioder med mye vind, noe som kan påvirke fuglenes bruk av luftrommet som beskrevet senere i teksten. Fugletrekkstudier fra Smøla vha. fugleradar viser tydelig at det kan være stor variasjon i trekkets forløp fra år til år; med høye «trekktopper» i 2008 og 2010 i forhold til i 2009 (May & Hamre 2012). Analysen basert på radardataene på Bremangerlandet viser at vindhastighet forklarte mest av variasjonen i antall fuglespor, hvor fugleaktiviteten avtok med økende vindhastighet. I tillegg viste analysene at flygehøyde over bakken økte med tiltagende vindhastighet. Andelen av fuglespor < 200 m avtok med høyere daglig temperatur.

Radardataene fra Bremangerlandet viser at de viktigste trekkperiodene i mai sammenfalt relativt bra med den (korte) perioden med lite vind og nedbør, men også at trekket foregikk over en lengre tidsperiode utover i måneden. Fuglene som passerte Bremangerlandet under vårtrekket har trolig avventet korte tidsvinduer med bedre værforhold for å trekke nordover. Mai til august er hekkeperiode for lokale fugler, og en del av fuglesporene er sannsynligvis lokale forflytninger og sangflukt knyttet til fugler som hekker i nærområdet, uten at dette er mulig å skille ut fra spor fra trekkende fugler. Tidligere undersøkelser av fugletrekk på Smøla (Bevanger et al. 2010) og ved Bremangerlandet (May & Hamre 2012) viste at høsttrekket (oktober-november) foregikk ganske konsentrert i én eller to tidsperioder. Våre data fra september indikerer også at høsttrekket foregår over en relativt begrenset periode, men det er viktig å påpeke at vi mangler data fra store deler av august grunnet nedetid på radaren (se under). Dessuten mangler data for fugl som trekker sent på høsten siden undersøkelsene ble avsluttet i midten av september.

Mange av fuglesporene ble registrert like før midnatt, noe som indikerer at en del av trekket foregår etter mørkets frambrudd selv om det utover våren er lyse netter på denne breddegraden. Også på Smøla ble det funnet at trekkaktiviteten var størst nattetid (Bevanger et al. 2010). Størst antall fuglespor ble registrert i en avstand inntil 1 km fra radaren. Dette skyldes mest sannsynlig deteksjonsevnen til radaren som avtar med avstand (May et al. 2017), noe som gjør det vanskelig å identifisere spesielt foretrukne trekkleder gjennom området. Mens det er registrert en del fuglespor på høyder under 200 m over bakken, fløy de fleste fugler høyere, fra ca. 200 m opp til 1000 m over bakken, dvs. over vindturbinenes rotorblad høyde. Dette samsvarer godt med data fra Smøla (Bevanger et al. 2010).

I radarundersøkelsen presentert i May & Hamre (2012) konkluderes det med at høsttrekket foregikk over Bremangerlandet. Trekket var konsentrert i en smal front tett mot kysten; fuglene så ut til å ta "snarveien" heller enn å trekke utenfor kysten. Selv om vi ikke vet om mønsteret fra høsten 2011 er allmenngyldig fra år til år og er likt med trekkforløp under vårtrekket, representerer det sannsynligvis en naturlig og kort rute for fuglene ved en av de ytterste og vestligste lokalitetene langs norskekysten. Ettersom flygeavstand fra kyst og flygehøyde blant annet avhenger av vindhastighet og nedbør, kan dette medføre at fugletrekket i andre år kan forløpe seg noe annerledes.

Radarovervåkingen ved Bremangerlandet i 2018 gir et øyeblikksbilde av når og hvor vår- og høsttrekket av fugl kan forventes å opptre. Samtidig er det viktig å være klar over at også fugle-radar, som alle overvåkingsmetoder, har begrensninger. På grunn av ekstremvær og problemer med programvaren var det flere perioder hvor det ikke ble samlet inn data. Hele august var for eksempel preget av programvareproblemer, og datainnsamlingen i april ble forhindret grunnet værforholdene. Radarundersøkelsen på Smøla viste at april var den måneden med størst trekk-aktivitet om våren (Bevanger et al. 2010).

Flere studier som har undersøkt kollisjonsrisiko for fugl med vindturbiner i Sør-Europa har vist at vindkraftanlegg kan ha en større effekt på lokale hekkefugler enn trekkende fugler. Effekten på lokale fugler kan være så store at de kan medføre negative effekter på populasjonsnivå (Barrios & Rodríguez 2004, Martín et al. 2018). Forskjellen i kollisjonsrisiko mellom trekkende og lokale fugler kan i noen tilfeller forklares ved at vindkraftverkene er plassert utenfor viktige trekkleder (Barrios & Rodríguez 2004). Mer lineære bevegelser gjennom området hos migranter i forhold til lokale fugler (som også passerer mange ganger versus én) kan også forklare større kollisjonsrisiko for lokale fugler (Krijgsveld et al. 2009). Danske undersøkelser har også vist at fugler på vandringer mellom næringsområder i større grad enn trekkende fugler flyr gjennom vindkraftverkene (Christensen & Hounisen 2005).

Andre studier har imidlertid funnet at trekkende fugler også kan løpe stor risiko for å kolliderer med vindturbiner. I Sveits beregnet Aschwanden et al. (2018), ved bruk av fugleradar og søk etter døde fugler under turbinene, antall kollisjoner per turbin til 20,7 individer i løpet av en 8,5 månedersperiode. Trekkende fugler nattestid (spesielt fuglekonger) var spesielt utsatt (55 % av kollisjonsofrene). Litt i overkant av 2 % av alle fugler som teoretisk var i fare for å kolliderer (fløy i rotorblad høyde) kolliderte. Det påpekes i denne studien at nedsatt sikt og ugunstige værforhold kan ha betydning for kollisjonsrisiko. På den annen side fant Krijgsveld et al. (2009) at en stor andel av kollisjonsofrene var dagaktive (73 %) og lokale fugler (55 %) som furasjerte i området sammenlignet med natttrekkere (27 %). Denne studien omfattet tre vindkraftanlegg i Nederland (høst og vinter). Kollisjonsraten her var 0,08 individer per turbin per dag. Selv om mange troster er natttrekkere, ble kun en rødvingetrost funnet kollisjonsdøpt. Trolig passerte de fleste individer godt over rotorhøyde, men mange ble også observert i rotorhøyde uten at de kolliderte. De ser derfor tilsynelatende ut til å være i stand til å manøvrere i luftrommet for å unngå turbinene. Interessant i denne sammenhengen er resultatene fra en langtidsstudie (40-årsperiode) med fokus på trekkende fugler ved bruk av radar i Sveits. Her ble det funnet at individene generelt trakk høyere over bakken om natta enn om dagen (Bruderer et al. 2018). Videre ble det funnet at 20–30 % av trekkende fugler nattestid flyr lavere enn 200 m over bakken, 50 % under 700 m, og 90 % under 2100 m. De resterende 10 % fløy på høyder opp til 4000 m over bakken. Welcker et al. (2017) benyttet fugleradar for å overvåke høsttrekket ved fire vindparker i Tyskland. Det ble funnet at flere individer passerte rotorhøyde om natta enn om dagen, men typiske natttrekkere (fuglekonge) utgjorde kun 8,6 % av kollisjonsofrene. De konkluderte derfor med at natttrekkende individer i stor grad ser ut til å unngå kollisjoner.

Undersøkelser før og etter utbygging (såkalte «Before-After-Control-Impact» (BACI)-studier) er svært verdifulle for å undersøke endringer i for eksempel atferd og antall passeringer i forbindelse med enhver menneskeskapt endring (vindkraftanlegg, kraftledninger, osv). Fra Norge bør spesielt nevnes studiene fra Smøla vindpark der slike undersøkelser viste at hekkesuksessen til havørn ble signifikant redusert etter utbyggingen (Dahl et al. 2012). Johnston et al. (2014) undersøkte, vha. visuelle observasjoner, detaljer rundt kongeørnens trekk før og etter utbygging av vindkraftanlegg i Nord-Amerika. Ørnenes bevegelser gjennom området avhenger i stor grad av vindhastighet og -retning. Fuglene beveget seg mer over rotorhøyde etter utbygging enn før, noe som indikerer at de ser og unngår turbinene. d'Entremont et al. (2017) fant, vha. radarovervåking av trekkende fugl nattestid før og etter utbygging av vindkraftanlegg, at trekkende fugler generelt fløy høyere etter utbyggingen. Antall individer i høyde 0-150 m var den samme, men antallet i høydelaget 151-300 m ble redusert etter utbygging. De fleste individer fløy godt over turbinhøyde. Cabrera-Cruz & Villegas-Patracá (2016) overvåket rovfugltrekk før og etter

vindkraftutbygging i Mexico vha. fugleradar. Det ble funnet at rovfuglene tilsynelatende justerte sin trekkroute og unngikk å fly gjennom områder med nye vindkraftanlegg. Vindkraftanleggene virket derfor som barrierer for trekkende rovfugler. Det er viktig å være oppmerksom på at en enkelt vindpark ikke nødvendigvis vil virke som store barrierer for trekkende fugl, men for fugler som trekker langt kan tilsynelatende flere små effekter mht. energibudsjett og tidsbruk akkumuleres og bli store. Relevant i denne sammenhengen er frekvensen av slike barrierer langs trekk-ruten (Perrow 2017). Dette kan bli viktig å vurdere når eller hvis det skal bygges flere vindparker langs kysten av Vestlandet.

Feltregistreringene ga et innblikk i generell aktivitet av flygende fugl i området. Det ble observert en rekke arter som med sikkerhet eller stor sannsynlighet hekker i området. Arter som heilo, enkeltbekkasin, heipiplerke og steinskvett er alle vanlige hekkefugler på Steinfjellet, og grunnet fluktspill i hekketiden kan disse artene være i risikozonen i forhold til å kollidere med turbinbladene, selv om mange av fluktregistreringene ble gjort på høyder under rotorblad høyde. Ved Smøla vindpark er enkeltbekkasin nummer tre på lista, etter lirype og havørn, over flest funn av kollisjonsdrepte fugler, mens heipiplerke, heilo og steinskvett er nummer fem, seks og åtte. På bakgrunn av dette forventes det at disse artene også vil være i risikozonen for kollisjoner med turbiner på Bremangerlandet. Lirype er for øvrig en art som også forekommer på Bremangerlandet, selv om bestanden betraktes som beskjeden (Isdahl 2011). I tillegg til kollisjonsrisiko vil utbygging av infrastruktur og vindturbiner trolig medføre at en del arter av både spurvefugl og vadere vil avta i antall som hekkefugler i området (Bevanger et al. 2016a).

Det hadde vært optimalt å foreta registreringer også i mars, april og tidligere i august for å dekke mer av for eksempel grågåstrekket og evt. trekk av vadere, men dette ble umuliggjort grunnet ugunstige værforhold. Radardataene viser også at en del fugler trekker sent på kvelden eller nattetid, men det sier seg selv at slike feltregistreringer ikke er egnet til å registrere dette. Ufordelaktige værforhold med dårlig sikt (tåke) og/eller kraftig nedbør reduserte observasjonstidene i første og siste periode.

Tidligere registreringer har vist at både havørn, kongeørn, vandrefalk og hubro hekker eller har hekket mindre enn 5 km fra planområdet, selv om ingen av disse ligger inne i selve området (Isdahl 2011), noe våre undersøkelser også indikerte. Disse artene er stasjonære og kan påtreffes hele året. I tillegg har de et relativt stort funksjonsområde som brukes i forbindelse med fødesøk. Studier fra Smøla viste at flygende havørn ikke viste noen form for unnvikelse av vindturbinene (Dahl et al. 2013). En undersøkelse som omfattet kongeørner som var merket med satellittsendere i Nord-Amerika viste at lokale fugler brukte luftrommet mye mer omfattende og fløy også lavere enn trekkende individer. De lokale fuglene løper derfor større risiko for å kollidere enn de som trekker gjennom området. I tillegg ble det vist at lokal topografi kan være viktig for å vurdere kollisjonsrisiko med vindturbiner. Generelt var fluktruten lavere i terrenget over bratte skrenter og klipper enn over flatt landskap og slakere skråninger (Katzner et al. 2012). Relatert til dette fant De Lucas et al. (2008) at gribber i Spania oftere kolliderte med vindturbiner når det var liten oppdrift (vind), slik som ved slakere skråninger, og når turbinene ble plassert på høyere steder i terrenget. Da må gribbene fly nærmere inn mot fjellet for å få nok oppdrift, og dermed også nærmere turbinene langs kanten. Kongeørnregistreringene i Bremanger ble uteluk-kende gjort i de vestlige delene av planområdet. Havørn ble observert flere steder i området i august, men også for denne arten synes de vestlige områdene å bli besøkt mer frekvent enn de resterende delene av planområdet. Begge artene opererte ofte på høyder som tilsvarer rotorblad høyde. Det anbefales derfor å ikke plassere turbiner i området vest for Steinfjellet. I dette området er det uansett restriksjoner for utbygging (**Figur 4**). Det bemerkes imidlertid at det under tidligere undersøkelser også ble registrert kongeørn flygende helt nord i planområdet utover mot hamrene som stuper ned i Fåfjorden (Norconsult 2013), og i dette området ble det registrert flere havørner i vår undersøkelse. Vi støtter konklusjonene til Isdahl (2011) i at plassering av vindturbiner på koller og åskammer i planområdet vil representere en potensiell kollisjonsfare for all rovfugl. Våre observasjoner viser at både kongeørn og havørn bruker planområdet som jaktområde.

Når det gjelder trekkende fugl var antallet arter og individer som ble observert ifm. feltregistreringene relativt beskjedent. Det synes imidlertid relativt klart at Svarstaddalen over Fåvatnet og Klungresetdalen over Blandevatnet benyttes som trekkleder både for langdistansetrekkere og lokale trekkere. Disse dalene som går i nord-sør retning er naturlige trekkleder for fugl, og et avbøtende tiltak kan være å unngå plassering av vindturbiner her. Når det gjelder flygehøyde for de trekkende individene var det generelt stor variasjon (1-500 m over bakken), men med et gjennomsnitt på ca. 58 m over bakken for 17 arter.

Data fra grågjess merket med GPS-loggere viser at en del vil passere Bremangerlandet (eller tilsvarende breddegrad) i den mørkeste delen av døgnet. Dette kan medføre en kollisjonsrisiko med turbinene hvis disse ikke står i klar relieff til et lysere hav utenfor, eller de trekker forbi ved lavt skydekke eller under andre forhold som gjør turbinene mindre synlige. Feltregistreringene viste at fem flokker med grågjess fløy i en høyde på 40-500 m over bakken med et gjennomsnitt på 234 m. Dette innebærer at høyden i de fleste tilfeller var over rotorblad høyde.

Påfallende mange av de satellittmerkede gjessene trakk over land, og ikke ved å trekke rundt Stad og så videre sørover. De fløy med vekslende avstand fra den ytre kystlinja, men dessverre gjør intervaller mellom plottene på opp mot 6 timer for noen gjess det vanskelig å vurdere mer nøyaktig hvilken vei de kan ha trukket. For noen gjess kan en vanlig trekkroute synes å være at de trekker inn fra kysten nord for Ålesund, følger Vartdalsfjorden sørover mot Stadlandet, og krysser dette sør for Leikanger. Deretter kan de trekke videre på innsida av Vågsøya (og kanskje over Måløy). Dette understøttes av en rekke observasjoner av trekkende grågås fra dette området om høsten (A.O. Folkestad pers. med.). Dette kan bety at mange grågjess trekker over indre deler av Bremangerlandet, der vindparken er planlagt. Det vi mangler med den loggertypen som ble benyttet i 2012 og 2013, er data på høyde. Grågås kan fly høyt, i alle fall godt over 1000 m over havet når den trekker over innlandet. I 2018 ble det fra Tysnes rapportert om mange grågjess som trakk sørover så høyt at de var vanskelige å se. Men lyden røpet dem (D. Fjeldstad pers. med.). Det er ikke mulig å si noe om hvor høyt loggerfuglene fløy, og om de fløy så høyt at de ville ha passert i god høyde over både eksisterende og planlagte vindkraftverk langs kysten av Vestlandet. For bedre å kunne vurdere risiko for kollisjoner med vindturbinene, både under vår- og høsttrekket, anbefales det å videreføre merkingene med GPS/GSM-loggere. Dagens loggere kan gi plott i alle fall hvert kvarter, som vil gi en langt mer detaljert trekkroute, og også data for høyde over havet. Dette vil gi oss et langt bedre grunnlag for å vurdere kollisjonsfaren både for trekkende grågjess og andre arter. Slike data for hvitkinngås finnes i dag (WWT), men de var ikke prosessert langt nok til at resultatene kunne vises i denne rapporten. Grågås er i dag ingen truet art, slik at om noen skulle bli drept i en vindpark, vil ikke det gi seg utslag i bestandsstørrelsen. Men døde gjess i vindparken kan trekke til seg havørn og andre åtsetende fugler, noe som kan øke kollisjonsfaren for disse.

I utredningen til Isdahl (2011) antas det at en rekke arter ikke vil trekke over Bremangerlandet fordi en oppstigning for å kunne fly over fjellmassivet vil koste uforholdsmessig mye energi. Dette underbygges med å vise til en tabell fra Fedje, som oppgir at mange arter som kan trekke over både hav og land, holder en høyde på under 50 moh. (som sangsvane, grågås og hvitkinngås), mens andre kan fly opp mot 150 moh. (som storskarv, flere måker og vadere). Fra tidligere rapporter (Follestad et al. 1999) nevnes imidlertid flere observasjoner som indikerer at flere av disse artene kan krysse over land, både ved Stad og andre steder i landet:

- Det er få eldre observasjoner av høsttrekkende fugler fra Stad, og bare for gjess (Stein Inge Refvik pers. med.). Grågås er observert på trekk i lav høyde gjennom Dragseidet, og på fjellet skal en flokk hvitkinngås være sett i så lav høyde at de, som jegeren uttrykte det, var innenfor skuddhold (normalt inntil 30-35 m over bakken).
- Grågås har passert både gjennom Dragseidet og Sandvikseidet i lav høyde, og førstnevnte sted er det også sett sangsvane. I flere av tilfellene har fuglene steget opp fra lavere høyde, enten i en rettlinjet flukt eller ved å kretse rundt til de har fått nok høyde, for så å flate ut og passere gjennom eidet i lav høyde.

- Dette ble også observert for en flokk storskarv, som passerte lavt over fjellet, men det ble ikke observert hvilken utgangshøyde den hadde inn mot Stadlandet. Det er gjort en rekke observasjoner av trekkende storskarv forbi Kråkenes, Vågsøy (*Artsobservasjoner*) både vår (april-mai) og høst (ultimo august-oktober), men det er usikkert om dette trekket i hovedsak går over havet eller over land.
- Det er også sett gjess som har passert over fjellplatået på Stadlandet, også da hovedsakelig i lav høyde over bakken, tilstrekkelig til å komme over kanten og innover fjellet.
- Tidligere skal det også være observert en eller flere flokker med ringgås som har kretset rundt uten å kunne passere noen av eidene på grunn av et altfor lavt skydekke/dis (A.O. Folkestad pers. med.).
- Fra Giske utenfor Ålesund er det en rekke ganger under høsttrekket sett rastende småvadere som i skumringen letter og trekker rett mot Godøya i sør. De vinner gradvis høyde og synes å passere i lav høyde over indre del av fjellet på øya, i stedet for å trekke rundt på utsiden i lav høyde. Dersom dette er måten de også vil passere Stadlandet på, synes muligheten for å kunne kollidere med vindmøllene å være til stede senere på høsten når det er (fullstendig) mørkt.
- Tilsvarende er det på Vega i Nordland en rekke ganger sett at grågås som letter for å trekke sørover om høsten, stiger gradvis for å passere i lav høyde over en del av fjellet på Vega, selv om de kunne ha svingt i en liten bue og passert utenom fjellet i lavere høyde.
- Registreringer av fugler som hadde kollidert med bardunene på vindmålemastene oppe på fjellet på Stadlandet, viste at det var flere arter som normalt trekker om natten, som hadde kollidert med bardunene.
- Data fra ei grågås merket med GSM-logger i Rogaland i 2018, viser at den kan bevege seg fra havnivå opp til 1000 moh. selv over åpent hav. Dette viser at de kan vinne høyde for å krysse over fjellområder som for eksempel Bremangerlandet.

Disse observasjonene er mer eller mindre tilfeldige observasjoner, men de er interessante ved at de viser at en del arter ikke alltid tar «omveien» rundt Stad, hverken om våren eller høsten, selv om noen arter, bl.a. lommer, flere marine ender, vadere som tjeld og storspove, og måkefugler, overveiende synes å holde lav høyde og fly rundt Stad. For flokker av gås eller skarv som kommer sørfra og vil ta snarveien over indre deler av Stadlandet, er det ikke kjent hvor fuglene da vinner høyde. Noen kan gjøre det nær Stadlandet, men vi kan ikke utelukke at noen enten har nødvendig høyde inne allerede, eller at de vil starte oppstigningen sør for Bremangerlandet. Bedre kunnskap om dette vil være viktig for å kunne vurdere aktuell kollisjonsrisiko både for Bremangerlandet og andre planlagte eller kommende vindparker langs Vestlandet.

Data fra *Artsobservasjoner* viser at både sædgås og tundragås kan forekomme, men i svært liten grad, i området. Kortnebbgås synes å være mer regelmessig forekommende. Sangsvanen overvintrer regelmessig i Bremanger. Trolig følger disse artene noenlunde samme trekkemønster som beskrevet for grågås. Hvitkinngjessene trekker i april/mai fra overvintringsområdene i Skottland til hekkeplassene på Svalbard. Underveis kan de stoppe i flere uker på rasteplasser fra Helgelandskysten til Vesterålen. Bruk av satellittsendere har nylig gitt ny kunnskap om hvordan de krysser åpent hav. Trekket går i en vel 500 km bred front over Nordsjøen, før det følger norskekysten i en vel 30 km bred korridor og så krysser Norskehavet/Barentshavet i en front som er vel 300 km på det bredeste. Ringgås trekker også langs ytre strøk av Vestlandskysten på veg mot hekkeområdene i Arktis under vårtrekket (Clausen & Bustnes 1998). Dette kan medføre at gjessene kommer i kontakt med vindkraftverk langs norskekysten. Det må påpekes at fravær av eller få funn av spesifikke arter fra Bremanger i *Artsobservasjoner* kan skyldes at

artene er sjeldent forekommende her, men en minst like sannsynlig forklaring er mangelfull registrering på grunn av få besøk av ornitologer.

Ved Smøla vindkraftanlegg er det estimert at det gjennomsnittlig kolliderer 7,8 havørner og 14,8 liryper med vindturbiner årlig (Bevanger et al. 2010). Det ble gjennomført undersøkelser for å prøve ut spesifikke tiltak for å redusere kollisjonsrisikoen for disse artene. Havørna kolliderer utelukkende med rotorblader, og som tiltak ble en av tre rotorvinger malt svart på fire turbiner. Lirypa kolliderer i stor grad med turbintårnene, og som tiltak for denne arten ble turbintårnene malt svart fra 0-10 m over bakken på 10 turbiner (May 2018). Begge tiltakene synes å ha en positiv effekt mht. å redusere kollisjonsrisikoen (May et al. In prep., Stokke et al. In prep.). Det er grunn til å anta at maling av rotorblader også kan ha samme positive effekt på andre arter, og bør vurderes også i Bremangerlandet vindkraftverk.

Det er planlagt masseuttak og en 132kV kraftledning ved Blandevatnet i de nordligste delene av Klungresetdalen. Det er uklart hvordan disse aktivitetene potensielt kan påvirke fugletrekket gjennom dalen. Tidligere studier har vist at kraftledninger kan medføre risiko for fuglekollisjoner (Bevanger et al. 2016b, Bernardino et al. 2018). Luzenski et al. (2016) gjorde observasjoner av passerende rovfugl før og etter konstruksjon av ny kraftledning (230/500 kV). Rovfuglene så ut til å endre flygehøyde ved at de generelt fløy høyere etter konstruksjon av kraftledningen i forhold til førsituasjonen. Det har vist seg at merking av kraftledninger med såkalte fugleavvisere potensielt kan bidra til å redusere risikoen for fuglekollisjoner (Stokke et al. 2017). Dette kan evt. vurderes som et tiltak også i forbindelse med Bremangerlandet vindkraftverk.

6 Konklusjon

Radardataene viser at det er betydelig aktivitet av fugl i luftrommet i planområdet i perioder, og at dette har sammenheng med lokale værforhold. Feltregistreringene, som pågikk over kortere tidsperioder og kun dagtid, viste en relativt sparsom forekomst av trekkende fugler over det undersøkte området. Siden trekkaktiviteten i stor grad kan avhenge av værforhold kan antallet trekkende fugler i området variere fra år til år.

Radardataene skiller ikke mellom trekkende fugler eller forflytning hos lokale fugler. Sannsynligvis utgjør aktivitet hos lokale fugler en ikke ubetydelig andel av fuglesporene, men spesielt stor aktivitet i mai kan tyde på et betydelig innslag av trekkende fugler. De fleste fugler registrert av radaren fløy i høyder fra ca. 200 m opp til 1000 m over bakken, dvs. over vindturbinenes rotorblad høyde.

Værdata i kombinasjon med radardata viser at flygeaktivitet og -høyde ble påvirket av vindhastighet. Økende vindhastighet medførte både lavere antall fuglespor og høyere flygehøyde.

Loggerdata fra grågjess og hvitkinngjess viser at disse artene benytter kystlinja ved Bremangerlandet som trekkled, men det uklart hvor stor andel av bestandene som trekker over planområdet. Bruk av loggere på utvalgte arter, som potensielt kan trekke slik at de kan passere gjennom eller over en vindpark, kan gi bedre datagrunnlag for å vurdere kollisjonsrisiko for både de aktuelle artene og andre arter med tilsvarende trekkmønster.

Basert på resultater fra de ornitologiske feltregistreringene synes de viktigste trekkledene å være Svarstaddalen over Fåvatnet og Klungresetdalen over Blandevatnet. Her bør man unngå å plassere vindturbiner. Vi har ikke tilgang til oversikt over endelig plassering av vindturbinene i Bremangerlandet vindkraftverk og det er derfor umulig å gi en mer detaljert anbefaling for eventuell flytting og/eller tilpasning av vindturbiner.

Andre virkemidler for å redusere risikoen for kollisjoner med vindturbinene kan være å male ett av rotorbladene i en annen farge enn de øvrige slik at det blir lettere for passerende fugl å se de roterende rotorbladene. Dette tiltaket har vist seg å være positivt for redusere risiko for kollisjoner ved Smøla vindpark. Det anbefales å male rotorbladene før montering siden dette er svært kostnadsbesparende. For å redusere risikoen for kollisjoner med kraftledninger tilknyttet vindkraftverket kan det vurderes å merke linene med fugleavvisere.

Før- og etterstudier (BACI) er svært nyttige for å undersøke eventuelle endringer i fuglenes atferd og bruk av områder i forbindelse med vindkraftutbygginger. Det anbefales derfor å repetere radarundersøkelsene etter at vindkraftverket er kommet i produksjon, gjerne i kombinasjon med systematisk søk etter død fugl ved turbinene.

7 Referanser

- Abbasi, S.A. & Abbasi, N. 2000. The likely adverse environmental impacts of renewable energy sources. *Applied Energy* 65: 121-144.
- Aman, M.M., Solangi, K.H., Hossain, M.S., Badarudin, A., Jasmon, G.B., Mokhlis, H., Bakar, A.H.A. & Kazi, S.N. 2015. A review of Safety, Health and Environmental (SHE) issues of solar energy system. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 41: 1190-1204.
- Aschwanden, J., Stark, H., Peter, D., Steuri, T., Schmid, B. & Liechti, F. 2018. Bird collisions at wind turbines in a mountainous area related to bird movement intensities measured by radar. *Biological Conservation* 220: 228-236.
- Ask Rådgivning 2011. Konsesjonssøknad Bremangerlandet vindkraftverk August 2011. Utarbeidd av Ask Rådgivning 15.08.2011 for Bremangerlandet Vindpark AS.
- Baños, R., Manzano-Agugliaro, F., Montoya, F.G., Gil, C., Alcayde, A. & Gómez, J. 2011. Optimization methods applied to renewable and sustainable energy: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 15: 1753-1766.
- Barrios, L. & Rodríguez, A. 2004. Behavioural and environmental correlates of soaring-bird mortality at on-shore wind turbines. *Journal of Applied Ecology* 41: 72-81.
- Bates, D., Maechler, M., Bolker, B. & Walker, S. 2015. Fitting linear mixed-effects models using lme4. *Journal of Statistical Software* 67: 1-48.
- Bernardino, J., Bevanger, K., Barrientos, R., Dwyer, J.F., Marques, A.T., Martins, R.C., Shaw, J.M., Silva, J.P. & Moreira, F. 2018. Bird collisions with power lines: State of the art and priority areas for research. *Biological Conservation* 222: 1-13.
- Bevanger, K. 1994. Bird interactions with utility structures: collision and electrocution, causes and mitigation measures. *Ibis* 136: 412-425.
- Bevanger, K. 1998. Biological and conservation aspects of bird mortality caused by electricity power lines: a review. *Biological Conservation* 86: 67-76.
- Bevanger, K., Bartzke, G., Brøseth, H., Dahl, E.L., Gjershaug, J.O., Hanssen, F., Jacobsen, K.-O., Kleven, O., Kvaløy, P., May, R., Meås, R., Nygård, T., Refsnæs, S., Stokke, S. & Thomassen, J. 2014. Optimal design and routing of power lines; ecological, technical and economic perspectives (OPTIPOL). Final Report; findings 2009–2014. NINA Rapport 1014. Norsk institutt for naturforskning.
- Bevanger, K., Berntsen, F., Clausen, S., Dahl, E.L., Flagstad, Ø., Follestad, A., Halley, D., Hanssen, F., Johnsen, L., Kvaløy, P., Lund-Hoel, P., May, R., Nygård, T., Pedersen, H.C., Reitan, O., Røskift, E., Steinheim, Y., Stokke, B. & Vang, R. 2010. Pre-and post-construction studies of conflicts between birds and wind turbines in coastal Norway (BirdWind). Report on findings 2007-2010. NINA Rapport 620. Norsk institutt for naturforskning.
- Bevanger, K., May, R. & Stokke, B.G. 2016a. Landbasert vindkraft. Utfordringer for fugl, flaggermus og rein. NINA Temahefte 66. Norsk institutt for naturforskning.
- Bevanger, K., May, R. & Stokke, B.G. 2016b. Dyreliv og kraftledninger. Miljø- og forsyningsmessige utfordringer. NINA Temahefte 67. Norsk institutt for naturforskning.
- Bozó, L., Csörgő, T. & Heim, W. 2018. Weather conditions affect spring and autumn migration of Siberian leaf warblers. *Avian Research* 9: 33.
- Bruderer, B., Peter, D. & Korner-Nievergelt, F. 2018. Vertical distribution of bird migration between the Baltic Sea and the Sahara. *Journal of Ornithology* 159: 315-336.
- Cabrera-Cruz, S.A. & Villegas-Patraca, R. 2016. Response of migrating raptors to an increasing number of wind farms. *Journal of Applied Ecology* 53: 1667-1675.

- Christensen, T.K. & Hounisen, J.P. 2005. Investigations of migratory birds during operation of Horns Rev offshore wind farm. Annual status report 2004. National Environmental Research Institute.
- Christensen, T.K., Hounisen, J.P., Clausager, I. & Petersen, I.K. 2004. Visual and radar observations of birds in relation to collision risk at the Horns Rev offshore wind farm. Annual status report 2003. Report commissioned by Elsam Engineering A/S 2003. 48 s. Department of Wildlife Ecology and Biodiversity, National Environmental Research Institute.
- Clausen, P. & Bustnes, J.O. 1998. Flyways of North Atlantic light-bellied brent geese *Branta bernicla hrota* reassessed by satellite telemetry. I: Mehlum, F., Black, J.M. & Madsen, J. (red.) Research on Arctic geese. Proceedings of the Svalbard goose symposium, Oslo, Norge, 23-26. September 1997. Norsk Polarinstitutt Skrifter 200. Norsk Polarinstitutt. S. 235-249.
- Dahl, E.L., Bevanger, K., Nygård, T., Røskoft, E. & Stokke, B.G. 2012. Reduced breeding success in white-tailed eagles at Smøla windfarm, western Norway, is caused by mortality and displacement. *Biological Conservation* 145: 79-85.
- Dahl, E.L., May, R., Hoel, P.L., Bevanger, K., Pedersen, H.C., Røskoft, E. & Stokke, B.G. 2013. White-tailed eagles (*Haliaeetus albicilla*) at Smøla wind-power plant, Central Norway, lack behavioral flight responses to wind turbines. *Wildlife Society Bulletin* 37: 66-74.
- Dai, K., Bergot, A., Liang, C., Xiang, W.-N. & Huang, Z. 2015. Environmental issues associated with wind energy - A review. *Renewable Energy* 75: 911-921.
- De Lucas, M., Janss, G.F.E., Whitfield, D.P. & Ferrer, M. 2008. Collision fatality of raptors in wind farms does not depend on raptor abundance. *Journal of Applied Ecology* 45: 1695-1703.
- d'Entremont, M., Hartley, I. & Otter, K.A. 2017. Comparing pre-versus postoperational movement of nocturnal migrants around a wind energy facility in northeast British Columbia, Canada. *Avian Conservation and Ecology* 12: 3.
- Desholm, M. & Kahlert, J. 2005. Avian collision risk at an offshore wind farm. *Biological Letters* 1: 296-298.
- Drewitt, A.L. & Langston, R.H.W. 2006. Assessing the impacts of wind farms on birds. *Ibis* 148: 29-42.
- Eisaguirre, J.M., Booms, T.L., Barger, C.P., McIntyre, C.L., Lewis, S.B. & Breed, G.A. 2018. Local meteorological conditions reroute a migration. *Proceedings of the Royal Society of London B* 285: 20181779.
- Elphick, J. (red.). 2011. Atlas of bird migration: Tracing the great journeys of the world's birds. Firefly Books, Richmond Hill.
- Follestad, A., Reitan, O. & Bevanger, K. 1999. Vindkraftverk på Stad: Mulige konsekvenser for "rødlistede" fuglearter. NINA Oppdragsmelding 624. Norsk institutt for naturforskning.
- Fox, A.D., Desholm, M., Kahlert, J., Christensen, T.K. & Petersen, I.B. 2006. Information needs to support environmental impact assessment of the effects of European marine offshore wind farms on birds. *Ibis* 148: 129-144.
- Hüppop, O., Dierschke, J., Exo, K.M., Fredrich, E. & Hill, R. 2006. Bird migration studies and potential risk with offshore wind turbines. *Ibis* 148: 90-109.
- IPCC, Core Writing Team. 2007. Climate change 2007: synthesis report. I Pachauri, R.K., Reisinger, A. (red.) Contribution of working groups I, II and III to the fourth assessment. Report of the intergovernmental panel on climate change. IPCC, Genève.
- Isdahl, T. 2011. Bremangerlandet vindkraftverk. Fagrapport naturmiljø. Rapport 11-292-3. Ask Rådgivning.
- Johnston, N.N., Bradley, J.E. & Otter, K.A. 2014. Increased flight altitudes among migrating golden eagles suggest turbine avoidance at a Rocky Mountain wind installation. *PloS one* 9: e93030.

- Katzner, T.E., Brandes, D., Miller, T., Lanzone, M., Maisonneuve, C., Tremblay, J.A., Mulvihill, R. & Merovich, G.T. 2012. Topography drives migratory flight altitude of golden eagles: implications for on-shore wind energy development. *Journal of Applied Ecology* 49: 1178-1186.
- Krijgsveld, K.L., Akershoek, K., Schenk, F., Dijk, F. & Dirksen, S. 2009. Collision risk of birds with modern large wind turbines. *Ardea* 97: 357-366.
- Kuvlesky Jr., W.P., Brennan, L.A., Morrison, M.L., Boydston, K.K., Ballard, B.M. & Bryant, F.C. 2007. Wind energy development and wildlife conservation: Challenges and opportunities. *Journal of Wildlife Management* 71: 2487-2498.
- Langston, R.H.W., Fox, A.D. & Drewitt, A.L. 2006. Conference plenary discussion, conclusions and recommendations. *Ibis* 148: 210-216.
- Langston, R.H.W. & Pullan, J.D. 2003. Windfarms and birds: An analysis of the effects of wind-farms on birds, and guidance on environmental assessment criteria and site selection issues. Report T-PVS/Inf (2003) 12, by BirdLife International to the Council of Europe, Bern Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats. BirdLife International, RSPB, Strasbourg.
- Lorentsen, S.-H. (red.), Christensen-Dalsgaard, S., Follestad, A., Langset, M., May, R., Dahl, E.L. & Hamre, Ø. 2012. Fagrapport til strategisk konsekvensutredning av fornybar energiproduksjon til havs - sjøfugl. NINA Rapport 825. Norsk institutt for naturforskning.
- Loss, S.R., Will, T. & Marra, P.P. 2013. Estimates of bird collision mortality at wind facilities in the contiguous United States. *Biological Conservation* 168: 201-209.
- Loss, S.R., Will, T. & Marra, P.P. 2015. Direct mortality of birds from anthropogenic causes. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 46: 99-120.
- Luzenski, J., Rocca, C.E., Harness, R.E., Cummings, J.L., Austin, D.D., Landon, M.A. & Dwyer, J.F. 2016. Collision avoidance by migrating raptors encountering a new electric power transmission line. *The Condor* 118: 402-410.
- Maechler, M., Rousseeuw, P., Struyf, A., Hubert, M. & Hornik, K. 2017. Cluster: Cluster analysis basics and extensions. R package version 2.0.6.
- Marques, A.T., Batalha, H., Rodrigues, S., Costa, H., Pereira, M.J.R., Fonseca, C., Mascarenhas, M. & Bernardino, J. 2014. Understanding bird collisions at wind farms: An updated review on the causes and possible mitigation strategies. *Biological Conservation* 179: 40-52.
- Martín, B., Perez-Bacalu, C., Onrubia, A., De Lucas, M., & Ferrer, M. 2018. Impact of wind farms on soaring bird populations at a migratory bottleneck. *European Journal of Wildlife Research* 64: 33.
- Masden, E.A., Haydon, D.T., Fox, A.D. & Furness, R.W. 2010. Barriers to movement: modelling energetic costs of avoiding marine wind farms amongst breeding seabirds. *Marine Pollution Bulletin* 60: 1085-1091.
- Masden, E.A., Haydon, D.T., Fox, A.D., Furness, R.W., Bullman, R. & Desholm, M. 2009. Barriers to movement: impacts of wind farms on migrating birds. *ICES Journal of Marine Science* 66: 746-753.
- May, R. 2017. Mitigation for birds. Kap. 6 i Perrow, M.R. (red.). 2017. Wildlife and wind farms, conflicts and solutions. Volume 1. Onshore: Potential effects. Pelagic Publishing, Exeter
- May, R., Bevanger, K., van Dijk, J., Petrin, Z. & Brende, H. 2012. Renewable energy respecting nature. A synthesis of knowledge on environmental impacts of renewable energy financed by the Research Council of Norway. NINA Rapport 874. Norsk institutt for naturforskning.
- May, R. & Hamre, Ø. 2012. Radarstudier av fugletrekk ved Frøyagrunnene og Olderveggen. I: Lorentsen, S.-H. (red.) Fagrapport til strategisk konsekvensutredning av fornybar energiproduksjon til havs – sjøfugl. NINA Rapport 825. Norsk institutt for naturforskning. S. 117-141

- May, R., Reitan, O., Bevanger, K., Lorentsen, S.-H. & Nygård, T. 2015. Mitigating wind-turbine induced avian mortality: Sensory, aerodynamic and cognitive constraints and options. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 42: 170-181.
- May, R., Steinheim, Y., Kvaløy, P., Vang, R. & Hanssen, F. 2017. Performance test and verification of an off-the-shelf automated avian radar tracking system. *Ecology and Evolution* 7: 5930-5938.
- Newton, I. 2008. *The migration ecology of birds*. Academic Press, London.
- Nilsson, C., Dokter, A.M., Schmid, B., Scacco, M., Verlinden, L., Bäckman, J., Haase, G., Dell'Omo, G., Chapman, J.W., Leijnse, H. & Liechti, F. 2018. Field validation of radar systems for monitoring bird migration. *Journal of Applied Ecology* 55: 2552-2564.
- Norconsult. 2013. *Bremangerlandet vindkraftverk. Tilleggsutredninger naturmangfold*. Dokument nr.: 5132437-01. Norconsult.
- Pearce-Higgins, J.W., Stephen, L., Langston, R.H.W., Bainbridge, I.P. & Bullman, R. 2009. The distribution of breeding birds around upland wind farms. *Journal of Applied Ecology* 46: 1323-1331.
- Perrow, M.R. (red.). 2017. *Wildlife and wind farms, conflicts and solutions*. Volume 1. Onshore: Potential effects. Pelagic Publishing, Exeter.
- R Core Team 2018. *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna. <https://www.R-project.org/>.
- Smith, J.A. & Dwyer, J.F. 2016. Avian interactions with renewable energy infrastructure: An update. *Condor* 118: 411-423.
- Speakman, J., Gray, H & Furness, L. 2009. *University of Aberdeen report on effects of offshore wind farms on the energy demands on seabirds*. Institute of Biological and Environmental Sciences, University of Aberdeen.
- Stokke, B.G., Åström, J., Bevanger, K., Hamre, Ø. & May, R. 2017. *En radarbasert undersøkelse av effekten på fugl av merking av høyspentledninger*. Pilotprosjekt: Uttesting av metodikk. NINA Kortrapport 59. Norsk institutt for naturforskning.
- Wang, S., Wang, S. & Smith, P. 2015. Ecological impacts of wind farms on birds: Questions, hypotheses, and research needs. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 44: 599-607.
- Welcker, J., Liesenjohann, M., Blew, J., Nehls, G. & Grünkorn, T. 2017. Nocturnal migrants do not incur higher collision risk at wind turbines than diurnally active species. *Ibis* 159: 366-373.

8 Vedlegg

Oversikt over fuglearter omtalt i rapporten. De to siste kolonnen angir status for arten i listen over arter med nasjonal forvaltninginteresse (<http://www.miljodirektoratet.no/no/Tema/Arter-og-naturtyper/Arter-av-nasjonal-forvaltningsinteresse/Om-Arter-av-nasjonal-forvaltningsinteresse/>). Artene er satt opp i alfabetisk rekkefølge (ikke systematisk). * = Svalbard.

Art	Engelsk navn	Vitenskapelig navn	Rødlistestatus	Status
Bergirisk	Twite	<i>Carduelis flavirostris</i>	NT	Ansvarsart
Bjørkefink	Brambling	<i>Fringilla montifringilla</i>	LC	Ansvarsart
Bokfink	Common chaffinch	<i>Fringilla coelebs</i>	LC	
Dvergalk	Merlin	<i>Falco columbarius</i>	LC	Ansvarsart
Enkeltbekkasin	Common snipe	<i>Gallinago gallinago</i>	LC	
Fiskemåke	Common gull	<i>Larus canus</i>	NT	
Fjelljo	Long-tailed jaeger	<i>Stercorarius longicaudus</i>	LC	
Fjellvåk	Rough-legged buzzard	<i>Buteo lagopus</i>	LC	Ansvarsart
Fuglekonge	Goldcrest	<i>Regulus regulus</i>	LC	
Gjøk	Common cuckoo	<i>Cuculus canorus</i>	NT	
Grønnsisik	Eurasian siskin	<i>Spinus spinus</i>	LC	
Grågås	Greylag goose	<i>Anser anser</i>	LC	
Gråmåke	European herring gull	<i>Larus argentatus</i>	LC	
Gråsisik	Common redpoll	<i>Carduelis flammea</i>	LC	Ansvarsart
Havørn	White-tailed eagle	<i>Haliaeetus albicilla</i>	LC	Ansvarsart
Heilo	European golden plover	<i>Pluvialis apricaria</i>	LC	
Heipiplerke	Meadow pipit	<i>Anthus pratensis</i>	LC	Ansvarsart
Hubro	Eurasian eagle-owl	<i>Bubo bubo</i>	EN	
Hvitkinngås	Barnacle goose	<i>Branta leucopsis</i>	LC	
Kongeørn	Golden eagle	<i>Aquila chrysaetos</i>	LC	Hensynskrevende
Kortnebbgås	Pink-footed goose	<i>Anser brachyrhynchus</i>	LC*	
Kråke	Hooded crow	<i>Corvus cornix</i>	LC	
Linerle	White wagtail	<i>Motacilla alba</i>	LC	
Lirype	Willow ptarmigan	<i>Lagopus lagopus</i>	NT	Ansvarsart
Låvesvale	Barn swallow	<i>Hirundo rustica</i>	LC	
Ravn	Common raven	<i>Corvus corax</i>	LC	
Ringdue	Common wood pigeon	<i>Columba palumbus</i>	LC	
Ringgås	Brant	<i>Branta bernicla</i>	NT*	
Rødstilk	Common redshank	<i>Tringa totanus</i>	LC	
Rødvingetrost	Redwing	<i>Turdus iliacus</i>	LC	
Sangsvane	Whooper swan	<i>Cygnus cygnus</i>	LC	
Sildemåke	Lesser black-backed gull	<i>Larus fuscus</i>	LC	
Steinskvett	Northern wheatear	<i>Oenanthe oenanthe</i>	LC	
Storskarv	Great cormorant	<i>Phalacrocorax carbo</i>	LC	
Storspove	Eurasian curlew	<i>Numenius arquata</i>	VU	
Svartbak	Great black-backed gull	<i>Larus marinus</i>	LC	Ansvarsart
Sædgås	Taiga bean goose	<i>Anser fabalis</i>	VU	
Tjeld	Eurasian oystercatcher	<i>Haematopus ostralegus</i>	LC	
Tundragås	Greater white-fronted goose	<i>Anser albifrons</i>	NA	
Tårnfalk	Common kestrel	<i>Falco tinnunculus</i>	LC	
Ærfugl	Common eider	<i>Somateria mollissima</i>	NT	

*Norsk institutt for naturforskning, NINA,
er en uavhengig stiftelse som forsker på natur og
samspillet natur–samfunn.*

*NINA ble etablert i 1988. Hovedkontoret er i
Trondheim, med avdelingskontorer i Tromsø,
Lillehammer, Bergen og Oslo. I tillegg driver NINA
Sæterfjellet avlsstasjon for fjellrev på Oppdal,
og forskningsstasjonen for vill laksefisk på lms i
Rogaland.*

*NINAs virksomhet omfatter både fors–kning
og utredning, miljøovervåking, rådgivning og
evaluering. NINA har stor bredde i kompetanse og
erfaring med både naturvitere og sam–funnsvitere
i staben. Vi har kunnskap om artene, naturtypene,
samfunnets bruk av naturen og sammenhenger
med de store drivkreftene i naturen.*

ISSN:1504-3312
ISBN: 978-82-426-3324-8

Norsk institutt for naturforskning

NINA Hovedkontor

Postadresse: Postboks 5685 Torgarden, 7485 Trondheim

Besøks-/leveringsadresse: Høgskoleringen 9, 7034 Trondheim

Telefon: 73 80 14 00, Telefaks: 73 80 14 01

E-post: firmapost@nina.no

Organisasjonsnummer 9500 37 687

<http://www.nina.no>



Samarbeid og kunnskap for framtidens miljøløsninger