

2228

NINA Rapport

Effekter på fugletrekket over Guleslettene

Etterundersøkelser ved Guleslettene vindkraftverk

Anna L. K. Nilsson, Sindre Molværsmyr, Arild Breistøl, Øyvind Hamre
og Geir Helge Rødli Systad



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 engelsk, som NINA Report.

NINA Temahefte

Heftene utarbeides etter behov og serien favner svært vidt; fra systematiske bestemmelsesnøkler til informasjon om viktige problemstillinger i samfunnet. Heftene har vanligvis en populærvitenskapelig form med vekt på illustrasjoner. NINA Temahefte kan også utgis på engelsk, som NINA Special Report.

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 forskningsresultater i internasjonale vitenskapelige journaler og i populærfaglige bøker og tidsskrifter.

Effekter på fugletrekket over Guleslettene

Etterundersøkelser ved Guleslettene vindkraftverk

Anna L. K. Nilsson
Sindre Molværsmyr
Arild Breistøl
Øyvind Hamre
Geir Helge Rødli Systad

Nilsson, A.L.K., Molværsmyr, S., Breistøl, A., Hamre, Ø. & Systad, G.H.R. 2023. Effekter på fugletrekke over Guleslettene. Etterundersøkelser ved Guleslettene vindkraftverk. NINA Rapport 2228. Norsk institutt for naturforskning.

Bergen, januar 2023

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-5024-5

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

Begrenset

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

KVALITETSSIKRET AV

Sveinn Are Hanssen

ANSVARLIG SIGNATUR

Forskningsjef Svein-Håkon Lorentsen (sign.)

OPPDRAGSGIVER(E)/BIDRAGSYTER(E)

Guleslettene Vindkraft AS (GVAS)

KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVER/BIDRAGSYTER

Siv Sannem Inderberg, Zephyr

FORSIDEBILDE

Guleslettene, mars 2021 © Anna Nilsson

NØKKELORD

- Vestland fylke, Bremanger og Kinn kommuner
- Guleslettene Vindkraftverk
- Trekkfugler
- Spurvefugler
- Etterundersøkelser
- Radarundersøkelser, songmeterundersøkelser, søk etter død fugl
-

KEY WORDS

- Vestland county, Bremanger and Kinn municipalities
- Guleslettene Wind farm
- Migratory birds
- Passerine birds
- Post-construction study
- Radar studies, songmeter studies, carcass surveys

KONTAKTOPPLYSNINGER

NINA hovedkontor
Postboks 5685 Torgarden
7485 Trondheim
Tlf: 73 80 14 00

NINA Oslo
Sognsveien 68
0855 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
Thormøhlens gate 55
5006 Bergen
Tlf: 73 80 14 00

www.nina.no

Sammendrag

Nilsson, A.L.K., Molværsmyr, S., Breistøl, A., Hamre, Ø. & Systad, G.H.R. 2023. Effekter på fugletrekket over Guleslettene. Etterundersøkelser ved Guleslettene vindkraftverk. NINA Rapport 2228. Norsk institutt for naturforskning.

Etterundersøkelsene bekreftet funnene fra forundersøkelsene av et omfattende fugletrekk over Guleslettene som årlig passerer vindkraftverket vår (mars-mai) og høst (juli-oktober). I møte med vindkraftverket kunne vi vise at fuglene trakk høyere og at flere gjorde unnvikelsesmanøvrer enn før det ble bygget. Det ble funnet totalt 105 drepte fugler de to årene det ble søkt etter kollisjons ofre, 31 om våren og 74 om høsten. Hver turbin drepte mellom null og fem fugler per trekkse-song; Hoveddelen av fuglene som ble drept av turbinene i Guleslettene vindkraftverk var spurvefugl, noe som er i tråd med forventningene siden spurvefugl utgjør mesteparten av de forbi-trekkende fuglene (visuelle observasjoner og songmeterdata). Kollisjonsfunnene inkluderer fem individer av rødlistede arter (fire heilo *Pluvialis apricaria* og en stær *Sturnus vulgaris*).

Spurvefugl er den mest tallrike gruppen fugler, men de er små og kan være utfordrende å finne i søkene etter kollisjonsdrepte fugler. Søkene etter kollisjons ofre ble gjort av hunder trent for formålet. Siden hundene på Guleslettene var dyktige til å finne mindre fugler selv i utfordrende værforhold, designet vi et eksperiment med utlegging av døde fugler for å estimere hvor stor den faktiske turbindødeligheten var. Større spurvefugler som stær og trost var klart lettere å finne (74 %) enn mindre spurvefugler som rødstrupe og heipiplerke (17 %), selv for godt trent hund. Basert på dette estimerte vi at 400 fugler samlet sett ble drept under etterundersøkelsene 2021-2022 (341 små spurvefugler, 45 større småfugler samt 14 store fugler). Dette tilsvarer 0,77 drepte fugler per turbin og undersøkelsesmåned, eller 0,62 drepte fugler per produsert GWh. Det understrekes at dette er et estimat for vår- og høsts sesongen, og inkluderer ikke sommer- eller vintersesongen.

En sammenligning av radardata fra vårsesongene i for- og etterundersøkelsene viste at fuglene som passerte Guleslettene om dagen trakk høyere etter utbygging enn før turbinene var på plass. Vi kunne også vise at flere fugler endret trekkretning i møte med turbinene i vindkraftverket. Dette tyder på at fuglene aktivt unnviker å fly gjennom vindkraftverket. Natt-trekket over Guleslettene gikk på samme høyde både før- og etter utbygging, noe som indikerer at natttrekkende fugler kanskje ikke har samme muligheter til å oppdage hinder foran dem i luftlagene, og derfor er mer utsatt for kollisjon enn dagtrekkende arter. Siden trekkaktiviteten fortsatt var høy etter utbyggingen, og det faktisk ble registrert flere radarspor i etter- enn forundersøkelsen, trekker fuglene sannsynligvis gjennom området i like stor grad som før vindkraftverket ble bygget. Trekket foregår hovedsakelig om natten. Om høsten trakk også større finkeflokker gjennom området på formiddagstidene. Sammenligning av data fra songmeter (lyttebokser) og radar viste en større aktivitet om dagen av lydytrende fugler enn om natten, noe som indikerer at den store massen av natttrekkende fugler lager lite lyd, eller at de flyr for høyt for at lydene registreres av songmeterne. Deteksjonene fra radar og songmeter samvarierte i svært liten grad, og songmeterdata alene er dermed ikke egnet for å kvantifisere trekkaktivitet. Songmeteropptak, sammen med visuelle observasjoner, bidro derimot med artsbestemmelse av fuglene som trakk forbi.

Anna L.K. Nilsson (anna.nilsson@nina.no), NINA Bergen, Thormøhlensgate 55, 5006 Bergen

Sindre Molværsmyr (sindre.molvarsmyr@nina.no), NINA Bergen, Thormøhlensgate 55, 5006 Bergen

Arild Breistøl (arild.breistol@nina.no), NINA Bergen, Thormøhlensgate 55, 5006 Bergen.

Øyvind Hamre (oyvind.hamre@nina.no), NINA Oslo, Sognsveien 68, 0855 Oslo

Geir Helge Rødli Systad (geir.systad@nina.no), NINA Bergen, Thormøhlensgate 55, 5006 Bergen

Abstract

Nilsson, A.L.K., Molværsmyr, S., Breistøl, A., Hamre, Ø. & Systad, G.H.R. 2023. The consequences of Guleslettene wind farm for migratory birds. Post-constructions studies at Guleslettene wind farm. NINA Report 2228. Norwegian Institute for Nature Research.

There are extensive migratory movements primarily by passerine birds across the mountain plateau where Guleslettene windfarm is situated, as confirmed by the post-construction studies. When approaching the windfarm, birds took height, and more birds corrected their heading than pre-construction. Even though the migration was substantial, wind turbine mortality was not unexpectedly high. In total, 105 birds were killed by the turbines during the two years of the post-construction study, 31 during the spring migrations and 74 during the autumn migrations. Each turbine killed between zero and five birds per migratory spring and autumn season; Most migrants are passerines and, as expected, they made up the majority of the killed birds (visual observations, songmeter registrations and the pre-construction studies). Among the killed birds were five birds of species on the national Red List of threatened species (four European golden plovers *Pluvialis apricaria* and one European starling *Sturnus vulgaris*).

Passerines are the most numerous of living birds, but they and other small-bodied birds might be particularly challenging to find during the carcass surveys. Because the search parties at Guleslettene were adept at finding small-bodied birds even in challenging conditions, we designed an experiment placing dead birds under the turbines to estimate the true turbine mortality. Larger passerines, such as starlings and thrushes, were clearly easier to locate for the dogs (74 %) than the smallest passerines, such as European robins and Meadow pipits (17 %). Based on this, we estimated that a total of 400 birds were killed during the post-construction studies 2021-2022 (341 small, 45 larger passerines and 14 large birds). This is equivalent to 0.77 killed birds per turbine and study month, or 0.62 killed birds per produced GWh. These are estimates for spring and autumn migration, not including the breeding nor the wintering season.

A comparison of radar data from the pre- and post-construction surveys during the spring seasons demonstrated that birds passing Guleslettene during diurnal migration flew higher post-construction. Birds also adjusted their course when approaching the turbines, presumably to avoid them. This implies that birds actively avoid flying through the windfarm. The nocturnal migration was not affected by the windfarm, indicating that nocturnal migrants might not detect obstacles in their airspace and might therefore be more prone to collisions than diurnal migrants. Migratory intensity remained high post-construction; in fact, there were more tracks during the post- than the pre-constructions phase. Birds thus continue to migrate across the area also during post-construction.

Most migrants were nocturnal, although large flocks of finches passed the plateau during the morning hours. Songmeter data, in contrast, demonstrated a larger activity during day than night, indicating that the large numbers of nocturnal migrants were silent. The correlation between radar and songmeter data was weak, indicating that songmeters are inadequate for recording migratory activity. On the other hand, songmeters and visual observations contributed to species determination and ground-truthing of radar data of migratory birds passing Guleslettene windfarm.

Anna L.K. Nilsson (anna.nilsson@nina.no), NINA Bergen, Thormøhlensgate 55, 5006 Bergen

Sindre Molværsmyr (sindre.molvarsmyr@nina.no), NINA Bergen, Thormøhlensgate 55, 5006 Bergen

Arild Breistøl (arild.breistol@nina.no), NINA Bergen, Thormøhlensgate 55, 5006 Bergen.

Øyvind Hamre (oyvind.hamre@nina.no), NINA Oslo, Sognsveien 68, 0855 Oslo

Geir Helge Rødli Systad (geir.systad@nina.no), NINA Bergen, Thormøhlensgate 55, 5006 Bergen

Innhold

Sammendrag	3
Abstract	5
Innhold	7
Forord	8
1 Innledning	9
2 Materiale og metoder	11
2.1 Områdebeskrivelse.....	11
2.2 Datainnsamling.....	11
2.2.1 Værdata	12
2.2.2 Radardata	12
2.2.3 Feltobservasjonsdata	15
2.2.4 Songmeterdata	15
2.2.5 Søk etter kollisjons ofre	15
3 Resultater	19
3.1 Radardata.....	19
3.1.1 Horisontalradar	19
3.1.2 Vertikalradar	20
3.1.3 Retningsendringer	22
3.2 Songmeterdata	23
3.3 Sammenligning av radardata og songmeterdata	24
3.4 Feltobservasjoner	26
3.5 Søk etter kollisjons ofre	28
3.5.1 Dummyeksperiment.....	30
3.5.2 Værdata	32
4 Diskusjon	35
5 Referanser	40
6 Vedlegg 1	42

Forord

Guleslettene vindkraftverk med sine 47 turbiner ble satt i drift i januar 2021. Konesjonær (Guleslettene Vindkraft AS) ble av Olje- og Energidepartementet pålagt å undersøke om det foreligger konflikt mellom vindkraftverket og trekkende fugl. Etterundersøkelsene startet opp i mars 2021 og ble avsluttet i oktober 2022.

Vi vil rette en stor takk til hundeførere og hunder som har båret dette prosjektet på sine skuldre gjennom snø, regn og hetebølger! Vi vil også takke mang en brøytebilsjåfør som muliggjorde frekvente søk med hund etter kollisjonsdrepte fugler og tilgang til utstyr og observasjonsposter på fjellet selv i snøvær. Takk også til Roger Mulelid for å la oss lade bilen hjemme hos han mens vi leide sjøbua, i tillegg til stor fleksibilitet i forhold til datoer og plutselig endrede reisepaner, og til Ingar Støyle Bringsvor som stilte opp som feltassistent på kort varsel; hjertelig takk fra oss som brått ble forhindret fra å reise.

Takk til Guleslettene Vindkraft AS og Zephyr for god kommunikasjon og konstruktiv dialog. Spesielt takk til Andre Hatleset på Guleslettene Vindkraft AS for god organisering, entusiasme og masse hjelp og praktiske løsninger.

Prosjektet ble i sin helhet finansiert av Guleslettene Vindkraft AS.

Bergen, januar 2023
På vegner av prosjektteamet,
Anna L.K. Nilsson, prosjektleder

1 Innledning

Formålet med dette prosjektet er å undersøke om det foreligger konflikter mellom vindkraftverket på Guleslettene og trekkende fugl. Etterundersøkelsene startet i mars 2021 og pågikk ut oktober 2022. Hekkende fugl er ikke fokuset i undersøkelsene.

I takt med at klimaendringene har fått større oppmerksomhet og fossile energikilder har blitt anerkjent verden over som den største trusselen mot å holde den globale oppvarmingen innenfor 1,5°C, har vindkraft blitt et alternativ til fossile energikilder. I 2015 bidro vindkraft med 1,7 % av den totale norske strømproduksjonen, men har i løpet av seks år økt til 7 % (NVE 2022). Selv om vindkraft er en fornybar og ren energikilde, medfører utbyggingen også at en økende andel urørt natur bygges ned. Globalt sett er tap av natur sammen med klimaendringene de største truslene mot biologisk mangfold (IPCC 2019). Nettopp tap av natur og endringer i arealbruk i forbindelse med vindkraftutbygging har ført til store konflikter både nasjonalt og lokalt, både i forhold til biomangfoldet, reinsdyrnæringen, friluftslivet og rene estetiske landskapsverdier. I tillegg opplever noen av de som bor i nærheten av vindkraftverk turbinene som svært forstyrrende, både gjennom lydene fra rotorbladene og lyssettingen av turbinene nattetid. Bygging av veier i forbindelse med utbygging av vindkraft fører, i noen grad, også til bedre tilgjengelighet av naturopplevelser som ellers ikke ville vært mulige for alle, samtidig som det potensielt kan øke forstyrrelsen på dyreliv i tidligere vanskelig tilgjengelige områder.

Mange norske hekkefugler overvintrer på sørlige breddegrader før de trekker nordover om våren. Det samme gjør arter som hekker i arktiske områder og østover i Russland. Mange av disse følger den norske kystlinja under vår- og høsttrekket. I Sverige estimerte Rydell et al. (2017) at 80 % av Sveriges hekkende fugler har et overvintringsområde utenfor landet. Det er nærliggende å tro at tallet ikke er veldig annerledes for Norge. For Norge tilsvarer dette omtrent 112 millioner fugler ved oppstart av hekkesesongen om våren. Når årets unger kommer på vingene og er klare for å trekke ut av landet om høsten, er antallet mangedoblet. Når fuglene trekker følger de gjerne ledelinjer i landskapet, ofte representert av fjellkjeder eller kystlinjer (Alerstam 1990). Noen av ledelinjene kan samle enorme antall av trekkfugler på vei ut av Skandinavia. For eksempel er det beregnet at det passerer omtrent 500 millioner fugler hver høst på Sveriges sørvestspiss, Falsterbo (Bentz 2021). Forundersøkelsene på det kystnære fjellplatået Guleslettene i Bremanger og Kinn kommuner viste et vesentlig fugletrekk langs ledelinjer i landskapet både gjennom og utenfor det da planlagte vindkraftverket (**Figur 1**; Systad et al. 2019).

Ferdigstilte vindkraftverk kan ha negative effekter på biomangfoldet, og spesielt på fugl og flaggermus (Rydell et al. 2017). Vindturbiner kan påvirke fugl gjennom (1) kollisjoner mellom fugl og turbiner eller andre strukturer, (2) forstyrrelser som leder til unnvikelse av området, (3) barriereeffekter som fuglene må fly rundt eller over, samt (4) direkte tap av habitat (Langston et al. 2006). Vindkraftutbygging skjer naturlig nok i områder som er vindutsatte, slik som fjell- og kystområder, samt til havs. Slike områder er ofte også viktige områder for hekkende, overvintrende og trekkende fugler (Drewitt & Langston 2006). Imidlertid har effekten av vindkraftutbygging vist seg å være variabel for fugl (Drewitt & Langston 2006). I en stor studie viste Rydell et al. (2011) at mange turbiner har liten eller ingen effekt på fugl og flaggermus, mens noen turbiner kan drepe svært mange. I snitt dreper hver turbin mellom fem og ti fugler per år (median = 2,3, snitt = 7,3), men enkelte turbiner kan drepe opp til 60 fugler per år. Plasseringen, både av anlegget som helhet og enkeltturbiner, kan derfor ha stor effekt på hvilken påvirkning et vindkraftverk kommer til å ha på fuglelivet. Ved å vurdere potensielle konflikter med naturmiljøet og menneskelig aktivitet før turbinene plasseres, kan fremtidige konflikter reduseres. Den høyeste dødeligheten for fugl er naturlig nok lokalisert til våte miljøer, som våtmark, vann og kystnære habitater, siden disse miljøene også huser store mengder fugl større deler av året (Rydell et al. 2017). Näsudden på Gotland i Sverige er for eksempel et svært fuglerikt våtmarksområde og vindkraftverket der dreper også betraktelig flere fugler enn et gjennomsnittlig vindkraftanlegg, hele 37 fugler per turbin per år (Hjernquist 2014). På den annen side kan også turbiner på bratte fjellrygger være forbundet med større dødelighet siden dette er områder med mye termikk som gjerne brukes av rovfugler og andre store fugler for både fødesøk og trekk. De viktigste avbøtende tiltakene gjøres

derfor før anlegget blir bygget gjennom å kartlegge og unngå plasseringer med store konfliktpotensialer.

Vindturbiner kan endre kvaliteten på fuglenes habitater, eller resultere i forstyrrelser og/eller utløse unntakelsesadferd. Det ser ut til å være stor variasjon mellom arter, geografiske områder og ulike habitater i hvordan ikke-dødelige effekter av vindkraft påvirker fugl (Grünkorn et al. 2016, Rydell et al. 2017). Unntakelse ser ut til å være lavere i hekketiden enn ellers i året, men noen artsgrupper, f.eks. vadefugler, viser selv da sterk unntakelsesadferd (Rydell et al. 2017, Sansom et al. 2016). Utenfor hekketiden ser det ut til at fugler i flokk viser størst grad av unntakelsesadferd. Trekkende fugler som unntaker å fly gjennom vindkraftverk, får større flygekostnader siden de må fly rundt eller øke høyden og fly over vindkraftverk. Dette kan ha effekt på individets kondisjon og fremtidige reproduksjon og overlevelse (Masden et al. 2010, Masden et al. 2009), noe som også kan ha en effekt på populasjonsnivå.

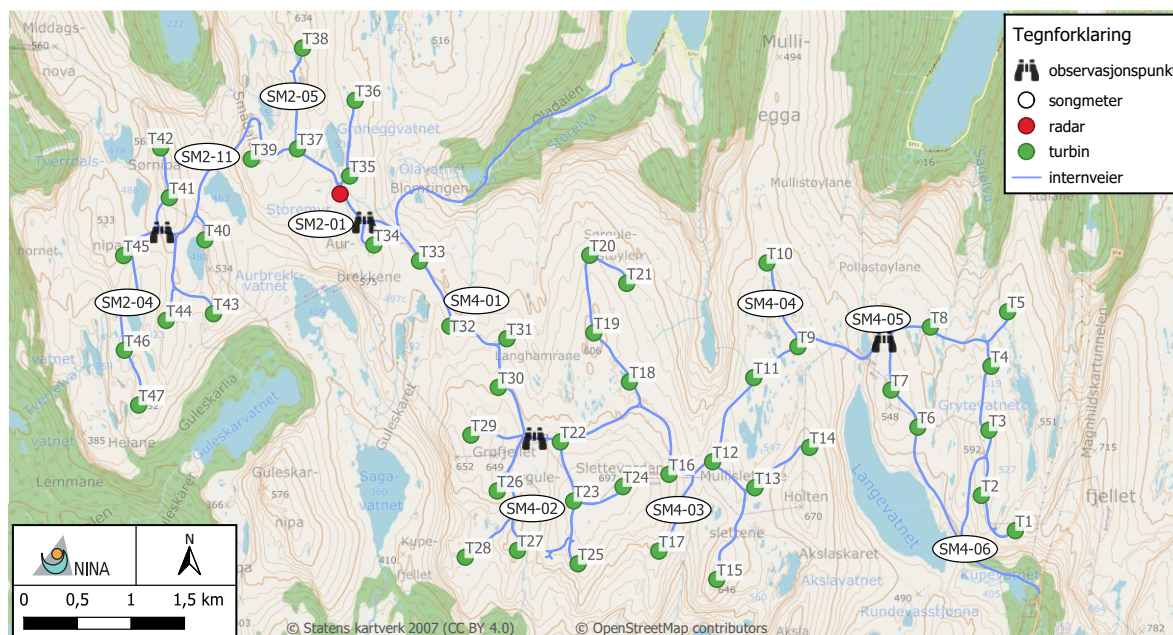
I godkjenningen av forundersøkelsene ved Guleslettene vindkraftverk ble krav om etterundersøkelser spesifisert i tråd med vilkår 14 i anleggskonsesjonen, der etterundersøkelsene skal gi informasjon om hvordan vindkraftanlegget påvirker adferden til trekkende fugl og om det gir negative virkninger for bestander av trekkende fugl. I tillegg ble det spesifisert at det skal brukes radar i undersøkelsene, og at NVE kan kreve avbøtende tiltak dersom vindkraftverket medfører vesentlige negative påvirkninger for fugl. I dette prosjektnotatet presenteres resultatene for hvilken effekt Guleslettene vindkraftverk har på trekkende fugl: (1) radarundersøkelsene fra etterundersøkelsene og en sammenligning av radardata mellom for- og etterundersøkelsene, (2) songmeterundersøkelsene, det vil si innsamlet lyddata fra songmetere, også kalt lyttebokser, (3) en sammenligning av radar- og songmeterdata, (4) visuelle feltobservasjoner, (5) funn av kollisjonsdrepte fugler, og (6) oppdagbarheten av kollisjonsdrepte fugler. I 2021 gjennomførtes radarstudier, opptak fra songmetere og visuelle observasjoner for å studere fugletrekket samt søk med hund etter kollisjonsdrepte fugler, mens det i 2022 kun ble benyttet opptak fra songmetere og søk med hund etter kollisjonsdrepte fugler.

2 Materiale og metoder

2.1 Områdebeskrivelse

Guleslettene ligger på et kystnært og svært værhardt høyfjellsplatå i nordre del av Vestland fylke (**Figur 1 og 2**). Vegetasjonen i vindkraftverket er preget av høyfjellsvegetasjon med lav-mosegrasmark, blokkmark, og bart fjell. I mer beskyttede eller lavereliggende områder forekommer lyng- og krattvegetasjon.

Guleslettene vindkraftverk har 47 installerte turbiner og en årlig produksjon på 700GWh. Tårnene har en høyde på 90m og rotordiameteren er 136m. I samband med utbyggingen er det anlagt 39km med vei, med adkomst fra Magnhildskaret i øst og Sørgulen i nord.



Figur 1. Kart over undersøkesområdet med observasjonspunkter, songmeterstasjoner og radar tegnet inn. Turbinnummer er også tegnet inn i hvite firkanter. Observasjonspunktet mellom T34 og radaren ble flyttet litt mellom T34, krysset ned Oladalen/Sørgulen og på haugen mellom radaren og songmeteren SM2-01, avhengig av værforhold og fuglenes trekkretning.

2.2 Datainnsamling

I tråd med anleggskonsesjonen for Guleslettene vindkraftverk krevde Olje- og Energidepartementet at etterundersøkelsene skal gi informasjon om hvordan vindkraftverket påvirker adferden til trekkende fugler og om den gir negative virkninger for bestander av trekkende fugl. Det var i den sammenheng krav om bruk av fugleradar i etterundersøkelsene, og at etterundersøkelsene utføres i hele planområdet. Etterundersøkelsene utførtes med følgende metodikk: fugleradar, feltobservasjoner, songmetere, samt søk etter kollisjonsofre. Kombinasjonen av metoder for å registrere generell trekkaktivitet, artsidentifikasjon fra observasjoner og songmetere, samt registrering av kollisjonsofre gir et godt grunnlag for å studere trekket over Guleslettene og sammenligne tilstanden etter utbygging med forundersøkelsene, samt konkludere om effekten av vindkraftverket.



Figur 2. Guleslettene er et kystnært fjellplatå eksponert for raske skift i været. Foto: Sindre Molværsmyr.

Studieperioden for våren var 15. mars til 20. mai 2021-2022. For høsten var studieperioden for innsamling av songmeterdata og søk etter kollisjonsofre 15. juli til 31. oktober 2021-2022, mens innsamling av radar- og observasjonsdata foregikk våren 2021 samt fra 1. august til 15. oktober 2021. Det ble ikke samlet inn data sommer eller vinter.

2.2.1 Værdata

Metrologiske data er fra Guleslettene Vindkraftverk AS sin målestasjon på turbin 35 i Guleslettene vindkraftverk. Denne ble valgt fordi det kun er 170 meter til posisjonen hvor fugleradaren er plassert. Selve måleinstrumentene er plassert på toppen av turbinen og er derfor 90 meter over bakken noe som tilsvarer 630 meter over havet. Da nedbør ikke registreres på denne målestasjonen er dette hentet fra Meteorologisk Institutt sin målestasjon i Svelgen (Norsk klimaservice-senter, klimaservicesenter.no). Denne målestasjonen ligger 15 kilometer fra fugleradaren og helt nede ved havet, men dette er den nærmeste som registrerer nedbør.

4.2.2 Radardata

Fugletrekket over Guleslettene vindkraftverk ble registrert med hjelp av en fugleradar (**Figur 3**; ROBIN 3D Flex Radar utviklet av Robin Radar Systems i Nederland). I korthet består radarsystemet av en X-bånd basert FMCW-radar (Frequency Modulated Continuous Wave), som benyttes som vertikalradar, og en S-bånd-radar beregnet brukt til automatisk deteksjon og sporing av fugler (horisontalradar). S-bånd radaren roterer i horisontalplanet for vanlig 360° dekning med en maks rekkevidde av 10 km.



Figur 3. Vertikalradaren (montert på bakken) og horisontalradaren Robin 3D Flex, der sistnevnte er fastmontert på NINA sin mobile radarenhet. Foto: Arild Breistøl.

Vertikalradaren er montert på egen stolpe (2,5m høy) og roterer i vertikalplanet. Den brukes til å måle flygehøyde for fugl og har en rekkevidde på opptil 3,5 km. Vertikalradaren er en solid «state coherent» radar med en «dual transmit/receive»-antenne (dvs. to Furuno antenner) som er spesialdesignet og bygget av Robin Radar Systems. S-bånd-radaren er en standard marin navigasjonsradar fra Furuno, modell FAR2167DS.

Radaren muliggjør sporing av fugl i alle retninger, og hele systemet er mobilt og, med unntak av vertikalradaren, fastmontert på en liten lastebil (**Figur 3**). Den kan dermed flyttes til ønsket posisjon for innsamling av data. I forundersøkelsene ble to forskjellige radarposisjoner brukt da veien opp til fjellet ikke var ferdigstilt i første del av forundersøkelsene, høsten 2018. Radaren ble da plassert i et steinbrudd på Stokkvarden ved Seljestokken, der radarbilen kunne kjøres et stykke opp på åsen slik at dekkningen over Guleslettene ble bedre enn nede ved sjøen. Våren 2019 var deler av veien på Guleslettene bygget slik at radaren kunne stå på samme posisjon som ble brukt under etterundersøkelsene. Dette muliggjør sammenligning av radardata før og etter vindparken ble satt i drift, og da særlig for våren hvor radaren hadde lik plassering i for- og etterundersøkelsene. Plasseringen av radarbilen ble derfor vest i vindkraftverket, noe sør for turbin (heretter kort T) 35 (**Figur 1**), og dekker derfor kun den vestlige delen av anleggsområdet.

Vertikalradaren alternerte mellom tre linjer (240 grader mandag og fredag, 10 grader tirsdag, torsdag og søndag og 315 grader onsdag og lørdag). Linjene gir også sammenligningsgrunnlag med vertikalradardata fra forundersøkelsene (10 og 240 grader).

Radardata klassifiserer følgende størrelsesgrupper av fugl:

- Småfugler (små spurvefugler og små vadefugler)
- Mellomstore fugler (større spurvefugler og vadefugler, kråkefugl og måker)

- Store fugler (ørn, gjess m. fl.)
- Flokker (dekker alle grupper fugl og viser et samlet radarbilde for fugler i flokk som registreres som en enhet av radaren)

Radaren følger enkeltindivider og flokker av fugl og genererer spor som karakteriseres av sporlengde (hvor lenge radaren har kunnet følge fuglen), hastighet, og retning. En fugl eller flokk kan fly ut og inn av radardekning og registreres flere ganger. Antall spor er derfor ikke entydig med antall fugler eller flokker som har passert området. En mindre fugl har også lavere oppdagbarhet enn en større fugl, og oppdagbarheten faller med økende avstand fra radaren. Radardata muliggjør heller ikke artsidentifikasjon av fugl, derav nødvendigheten av manuelle observasjoner og verifikasjoner av radardata.

Radaren var i drift 13. mars – 1. juni, samt 2. august – 4. november 2021. Vertikalradaren stopper automatisk når vindhastigheten blir for høy for å unngå skader, noe som skjedde flere ganger både vår og høst 2021. Slike værforhold er uansett ikke foretrukket for trekkaktiviteter hos fugl, slik at mengden tapte data sannsynligvis er liten. Den samme radaren ble brukt i forundersøkelsene, der radaren om høsten 2018 (16. august – 10. oktober) var plassert i steinbruddet på Seljestokken siden veien opp til vindkraftverket ikke var bygget da, mens den om våren 2019 (4. mars – 29. mai) hadde samme posisjon som ble brukt i etterundersøkelsene (Systad et al. 2019). Radardataene fra Seljestokken kunne derfor ikke brukes til å sammenligne trekkaktiviteten før og etter utbygging av vindkraftverket.

Radardata inneholder en god del støy og må derfor etterbehandles før dataene kan analyseres. Støy fra biler og vindturbiner er stabil innenfor det samme geografiske området hele tiden, og kan relativt enkelt filtreres vekk, ved å fjerne alle spor som kun har punkter innenfor geografiske områder med mye støy. Støy fra regnbyger er mer utfordrende å filtrere vekk. Regn har blitt detektert og fjernet ved bruk av en såkalt smoothed z-score algoritme som finner bakgrunnsnivået av antall spor ved ethvert tidspunkt (<https://stackoverflow.com/questions/22583391/peak-signal-detection-in-realtime-timeseries-data>). Støy fra regn dannes fra byger som vises som tette klynger med spor som kun blir detektert en kort periode. Vi antar dermed at disse vil ligge godt over bakgrunnsnivået av spor. Når det trekker mye fugler opprettholdes nivået med mye spor over lenger tid og øker bakgrunnsnivået av aktivitet. Dersom detektert antall spor et minutt var mer enn dobbelt så mye som bakgrunnsnivået fra algoritmen, ble dataene for dette tidsintervallet forkastet.

Deretter ble de filtrerte radardataene analysert på flere måter. For å se på adferdsendringer ble data før og etter vindkraftverket ble bygget sammenlignet. Sammenlignbare data var kun tilgjengelig for vårsesongen. Høyden til de passerende fuglene ble detektert av vertikalradaren i kun en sektor av gangen, men sammenligningene av høydedata vanskeliggjøres ved at støybildet i datagrunnlaget var veldig forskjellig i 2019 (før vindturbinene) og i 2021 (etter vindturbinene). De fleste turbinene som er innenfor sektorene lagde store mengder falske spor i vertikaldataene, som var vanskelige å filtrere vekk ettersom hvert spor kun har et til noen få punkter for hvert spor. Vi valgte å se kun på høydedata rett over radaren, innenfor 125 meters avstand fra radaren (horisontal avstand), et område hvor det ikke var noe turbinestøy i noen sektorer.

En spline ble kjørt på histogrammene til retningen for hvert enkelt spor som hadde mer enn 50 punkter. Topper i denne splinen ble så identifisert og topper hvor sporet brukte mer enn 10 % av tiden sin i ble brukt som dominerende retninger. Vi så deretter på maksimal retningsendring mellom de to dominerende retningen som lå lengst fra hverandre og sammenlignet før og etter dataene med T-tester.

2.2.3 Feltobservasjonsdata

Erfarne ornitologer (Sindre Molværsmyr, Arild Breistøl, Anna Nilsson og Ingar Støyle Bringsvor) gjennomførte visuelle observasjoner i indre, midtre og ytre deler av vindkraftverket i tre dager hver fjortende dag gjennom både vår- og høsttrekket (**Figur 1**). Visuelle verifikasjoner av radarspor ble gjennomført samtidig. Observasjonsøktene ble gjennomført fra faste observasjonspunkter (**Figur 1**). Alle observasjoner av fugl fra andre steder i vindkraftverket ble registrert. Observasjonene er foretatt både dag- og nattetid, med hjelp av både vanlig kikkert, termisk kikkert (Pulsar Helion 2 XP50), samt teleskop.

2.2.4 Songmeterdata

Songmeters er lydopptakere som kontinuerlig registrerer lyd gjennom hele døgnet. Vi brukte teknologien som et supplement til radar- og visuelle observasjonsdata, spesielt i de midtre og indre delene av vindkraftverket som ikke dekkes av radaren. Fordelen med songmeterdata er at registrerte fugler kan identifiseres til art, men svakheten er at fugler som ikke lager trekklyd ikke blir registrert. Songmeter er med andre ord ikke et fullverdig alternativ til radarstudier, selv om forundersøkelsene viste en sterk sammenheng mellom antall radarspor og antall lydregistreringer (Systad et al. 2019).

I etterundersøkelsene ble det utplassert ti songmeters (fire SM2, og seks SM4; [Song Meter SM4 Wildlife Audio Recorder | Wildlife Acoustics](#)), fem i nordenden og fem i sørenden av vindkraftverket (**Figur 1**). I forundersøkelsene var det kun utplassert songmeters i den vestre delen av vindkraftverket, tre høsten 2018 og seks våren 2019 (Systad et al. 2019). De fire SM2-enhetene ble også brukt i forundersøkelsene og ble derfor plassert på de samme stedene som i forundersøkelsene i 2021. I 2022 ble de fire SM2-enhetene erstattet av fire nye SM4-enheter. På grunn av støy fra turbinenes rotorblad ble alle songmeters plassert minst 400m fra nærmeste turbin. Songmeters ble montert på stolper for å unngå tildekking ved snøfall, med tilhørende batteripakke i vannrett vindpose (**Figur 4**). Tre songmeters (SM4-01, 02 samt 06; **Figur 1**) ble flyttet noen få meter fra sin opprinnelige posisjon på våren på grunn av uventet mye støy fra bekker som kom frem i vårsmeltingen i 2021.

Batteri og minnekort ble byttet enten en gang i måneden eller annenhver uke 2021, fordi SM2-enhetene ikke hadde høyere kapasitet. I 2022 ble batteri og minnekort byttet i august. SM2-enhetene tok opp lyd 30 minutter hver time hele døgnet, mens SM4-enhetene tok opp lyd kontinuerlig hele døgnet. Lydopptakene ble først filtrert slik at 10 minutters perioder med mye støy ble fjernet. Dette filtrerer primært vekk regn og vind fra opptakene. Fuglelyder ble deretter detektert automatisk ved først å bruke [WildlifeAcoustics Kaleidoscope](#) til å plukke ut korte klipp med fuglelyd. Arter på de korte klippene ble deretter artsbestemt ved hjelp av BirdNET (Kahl 2020). For hver deteksjon ble den arten med høyest sannsynlighet fra algoritmen, og som hadde fått en score på 0,8 eller mer, brukt videre i analysene. Guleslettene er hekkeplass for mange vanlige arter og for å skille mellom aktivitet av stasjonære fugler og aktivt trekkende fugler, filterte vi bort de vanligst forekommende hekkeartene (heipiplerke, løvsanger, ringtrost, steinskvett, gråsisik (med underarter), måltrost, li- og fjellrype, rødvingetrost, rødstilk, heilo, og ravn).

2.2.5 Søk etter kollisjons ofre

For å forstå om vindkraftverket på Guleslettene medfører alvorlige virkninger for bestander av trekkende fugl er det spesielt viktig å tilegne seg kunnskap om dødelighet forårsaket av at fugler kolliderer med vindturbiner. Frekvente, regelmessige søk øker oppdagbarheten av kollisjonsdrepte fugler i trekktiden og minsker risikoen for å ikke dekke kollisjoner etter trekktopper vår og høst. Søk etter kollisjonsdrepte fugler foregikk ukentlig med hund trent til formålet, i en radius på 100m rundt hver turbin i to dager, i noen tilfeller tre, der halve anlegget søkes over dag 1 og resterende halvdel dag 2. Ved utfordrende søksforhold fortsatte søkene om mulig også dag 3.



Figur 4. Songmeter av modell SM4, montert på stolpe og med batteripakke i den blå vindsekken. Foto: Arild Breistøl.

Kollisjonsdrepte fugler ble registrert med GPS posisjon og avstand fra tårn. De ble også fotografert før de ble liggende for kontroll dag 3 i 2021, uavhengig om de ble oppdaget dag 1 eller 2.

Død fugl som ikke ble fjernet av åtseletere ble samlet inn dag 3 for verifisering av artsbestemmelse i 2021. På den måten får man kvantifisert antall kollisjonsofre, og hvor mye som blir fjernet av åtseletere i løpet av en og to dager. Få fugler ble fjernet av åtseletere mellom funndag og innhenting dag 3 i 2021, noe som resulterte i at funn i 2022 ble samlet inn når de ble funnet. Oppdagbarhet av kollisjonsofre og kvantifisering av åtseleteraktivitet ble i stedet gjort med et dummyeksperiment i 2021.

Tre ulike hundeførere tok del i søkene våren 2021 (Henning Bortne Bøen, Jan Bjarte Skroepa og Rune Olsboe), mens kun to av disse fortsatte høsten 2021 (Henning Bortne Bøen og Rune Olsboe). Våren 2022 deltok tre hundeførere (Henning Bortne Bøen, Jan Bjarte Skroepa og Jan-Eirik Håkonsen), og to av disse fortsatte hele eller nesten hele høsten 2022 (Jan-Eirik Håkonsen



Figur 5. Noen av hundene som er blitt brukt i søkene etter kollisjonsofre ved Guleslettene vindkraftverk 2021. GPS-halsbånd og potesokker er nødvendige for å følge søkene respektive beskytte potene mot sprengstein. Foto: Jan Bjarte Skroepa (øverst) og Rune Olsboe (nederst).

og Henning Bortne Bøen). Hundene var fuglehunder av rasene pointer, Gordon setter, irsk setter og Breton (**Figur 5**).

2.2.5.1 Dummyeksperiment – kvantifisering av oppdagbarhet av kollisjonsdrepte fugler

En stor svakhet ved studier av effektene av vindkraft på fugl er den totale mangelen på studier av hundenes oppdagbarhet av kollisjonsdrepte fugler. Hunder finner betraktelig flere kollisjonsdrepte fugler og på en brøkdel av tiden mennesker bruker på et slikt søk (Reitan 2014). Den underliggende antagelsen er at en hund finner alt som er av drepte fugler i en 100m radius rundt turbinene (Rydell et al. 2017), noe som nødvendigvis ikke alltid stemmer, spesielt ikke når majoriteten av fuglene som passerer under trekket er små spurvefugler.

Etterundersøkelsene ble etter eget initiativ komplettert i 2021 med en studie for å kartlegge hundenes oppdagbarhet av død fugl. For å unngå spor i snøen i begynnelsen av vårsesongen og

luktspor senere i sesongen ble døde fugler (også kalt «dummy») utplassert i søksområdet for hundene ved hjelp av drone. For å skille eksperimentfugler fra reelle kollisjonsofre festet vi en hvit taustump rundt tibia, som vi også brukte for å hekte i dronen ved utflygingen. Vi brukte primært døde fugler funnet under turbinene, samt fugler fra Universitetsmuseet i Bergen som hadde skader som gjorde at de ikke kunne inngå i samlingene, og fugler fra privatpersoner (kollisjonsofre med vinduer). Antall fugler lagt ut per uke varierte fra to til elleve. Totalt ble det lagt ut 14 fugler på våren, og 38 fugler på høsten. Vi la ut fugler av artene: bokfink, dompap, gråtrost, heilo, heipplerke, løvsanger, låvesvale, måltrost, rødstrupe, rødvingetrost, stær og svarttrost.

3 Resultater

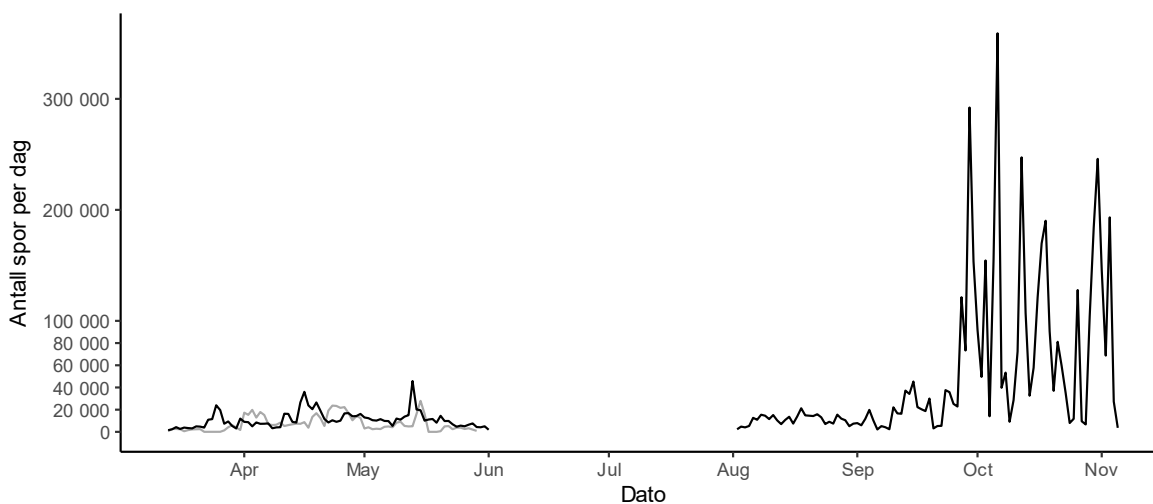
3.1 Radardata

3.1.1 Horisontalradar

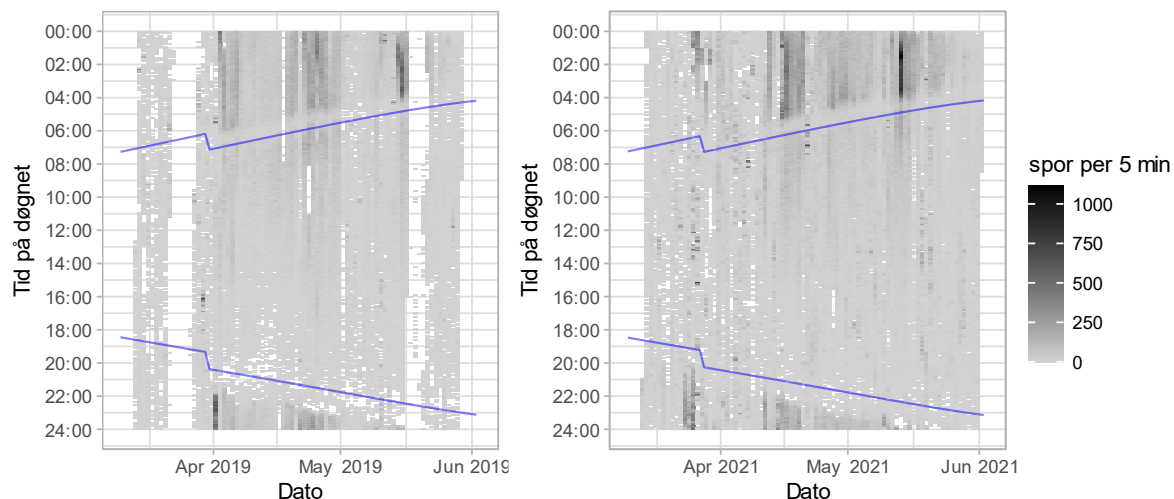
Etter filtrering av radardataene for 2019 og 2021, ble det totalt detektert 6,2 millioner spor av fugl gjennom vindkraftverket: 0,5 millioner på våren 2019, 0,9 millioner på våren 2021 og 4,8 millioner på høsten 2021. Hovedtyngden av spor ble registrert fra slutten av september og oktober (**Figur 6**). Den desidert største andelen av fugletrekk foregår på natta (62 % på våren 2019, 60% våren 2021, og 87 % på høsten 2021; **Figur 7 og 8**). Det ble også på høsten 2021 ved hjelp av visuelle observasjoner registrert større flokker med bjørkefink, bokfink og grønnsisik som trakk på morgenen frem til rundt kl. 11. De hvite feltene i **Figur 7 og 8** illustrerer at algoritmen for filtrering av støy fra radardataene også fjernet noe av fugletrekket i de tidlige kveldstimene.

Av praktiske grunner ble radaren stående to uker lenger enn opprinnelig avtalt i 2021, noe som bidro til at vi kunne påvise fortsatt høy trekkaktivitet ut oktober måned. Basert på dette var det veldig sannsynlig at vi mistet flere netter med høy trekkaktivitet etter at vi avsluttet radarstudiet den 4. november.

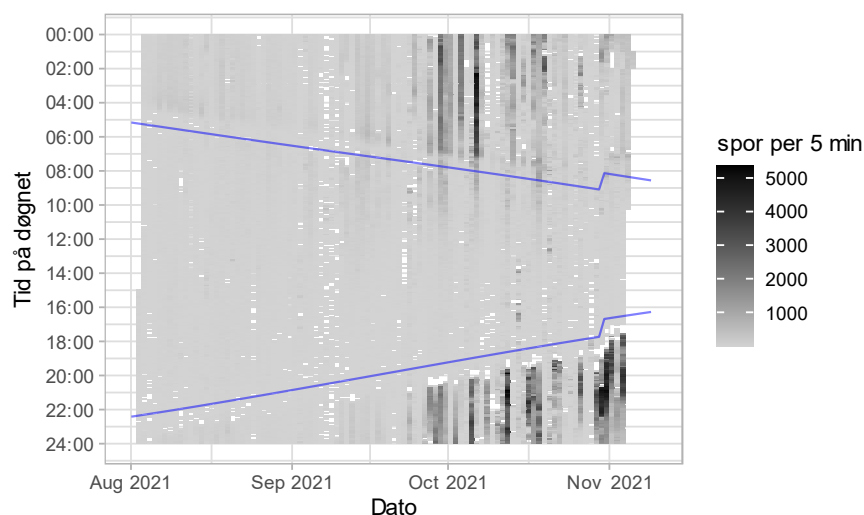
Etter filtrering av radardataene satt vi igjen med gjennomsnittlig 7 597 spor per dag våren 2019 (standardavvik, SD = 6 810), 10 853 spor (SD = 7 407) per dag våren 2021 og 50 831 spor (SD = 68 002) per dag på høsten 2021. Det viser den ekstreme variasjonen i mengden trekk mellom dager, som virker å avhenge av sesong, tid på dagen og spesielt værforhold (se 3.5.2). Antall spor er ikke direkte overførbart til antall individer, men flere av sporene, særlig de som er detektert som flokker, kan inneholde flere individer (basert på erfaring i felt, mellom 2 og ca. 200 individer).



Figur 6. Antall radarspor per dag i vårtrekket 2019 (grå) og vår- og høsttrekket 2021 (svart) som passerte Guleslettene vindkraftverk.



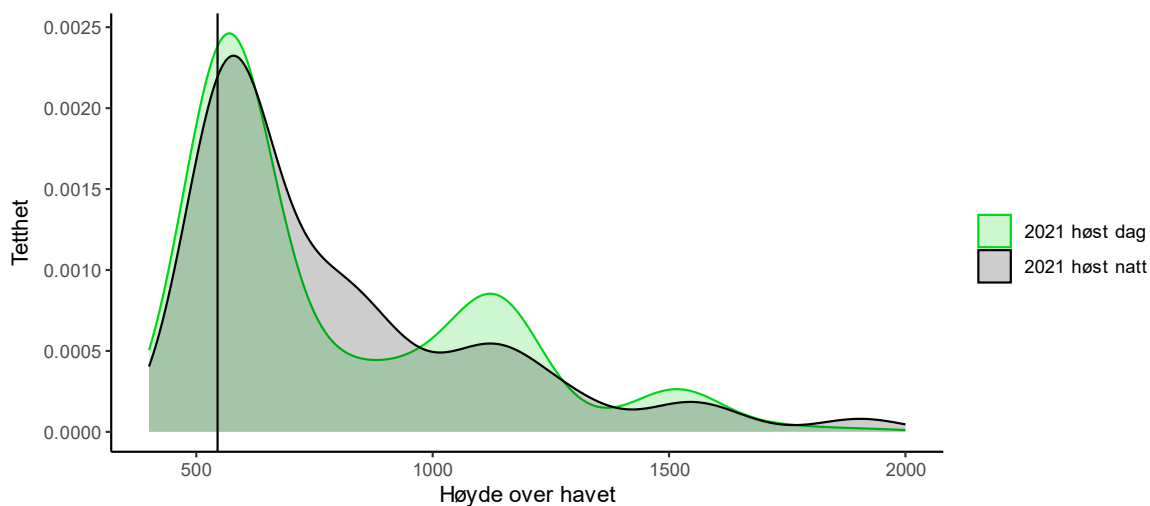
Figur 7. Antall radarspor per tidspunkt og dato (norsk tid) vår 2019 og vår 2021, der mørkere farge indikerer høyere antall fugler som ble registrert av radaren. Blå streker er soloppgang og solnedgang på Guleslettene, og der plutselige endringer er skifte fra vinter- til sommertid. Hvite hull i dataene er perioder som har blitt filtrert vekk da de ble detektert som sannsynlig regn, eller der data mangler grunnet stopp i radar.



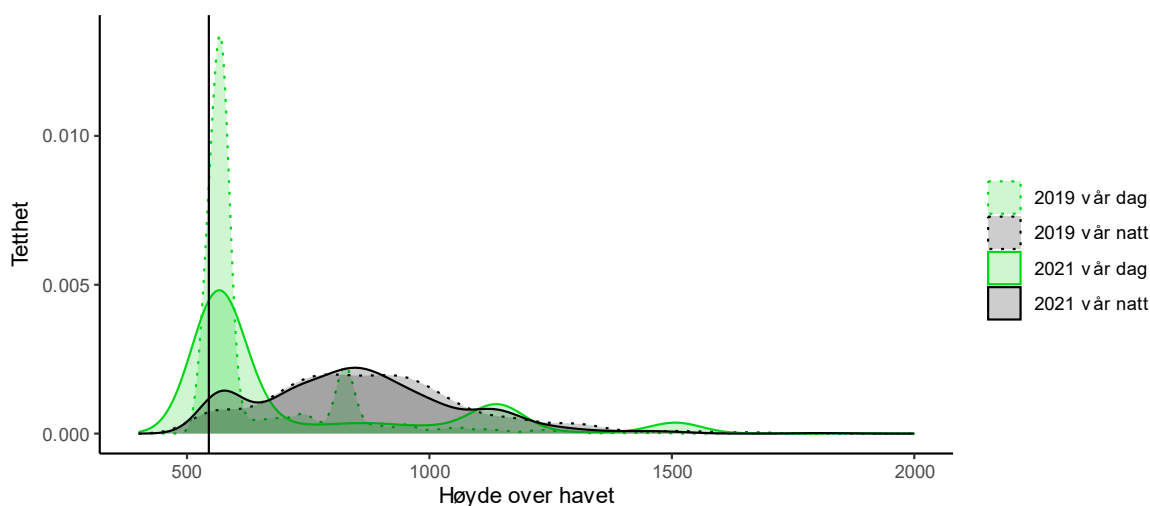
Figur 8. Antall radarspor per tidspunkt og dato (norsk tid) høst 2021, der mørkere farge indikerer høyere antall fugler som ble registrert av radaren. Blå streker er soloppgang og solnedgang på Guleslettene, og der plutselige endringer er skifte fra vinter- til sommertid. Hvite hull i dataene er perioder som har blitt filtrert vekk da de ble detektert som sannsynlig regn.

3.1.2 Vertikalradar

Flertallet av fuglene gikk lavt igjennom vindkraftverket (**Figur 9 og 10**). Høydedata fra våren og høsten viser sterkt forskjellige mønster, der vårtrekket i snitt gikk lavere enn høsttrekket (gjennomsnitt vår = 797,8 (SD = 232,6), gjennomsnitt høst = 882,8 (SD = 319,0), t-test: df = 1524, t = -9,92, p < 0,0001; **Figur 9 - 11a**).



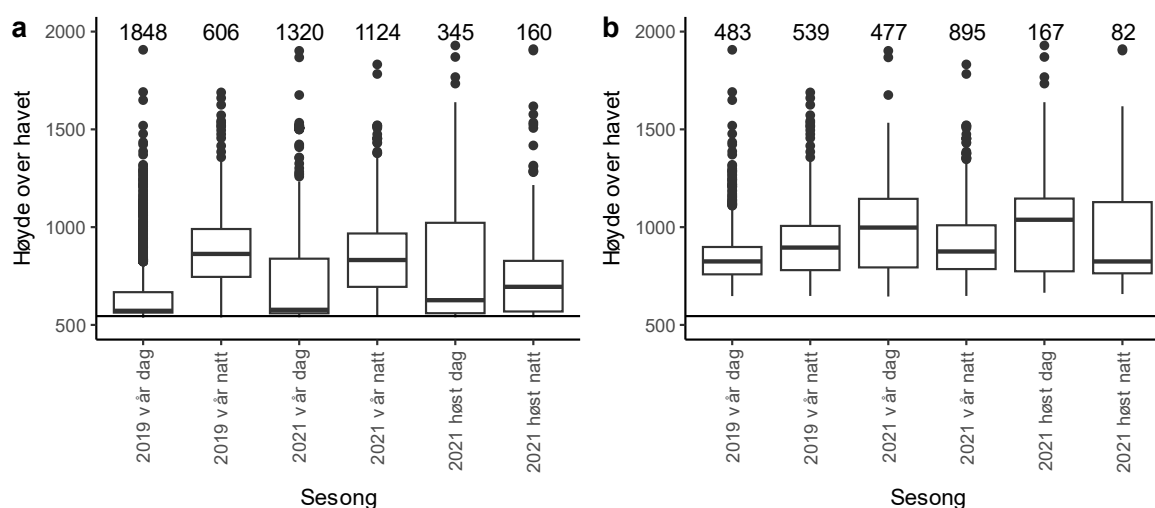
Figur 9. Høyde over havet på radarspor høsten 2021. Svart vertikal linje indikerer radarhøyde.



Figur 10. Høyde over havet på radarspor for vårsesongene 2019 og 2021. Svart vertikal linje indikerer radarhøyde.

Høsttrekket om dagen gikk høyere enn om natten, selv om fordelingen i forskjellige høydelag er veldig lik for dag og natt (**Figur 9**) (gjennomsnitt 2021 høst dag = 901,6 (SD = 325,2), gjennomsnitt 2021 høst natt = 847,5 (SD = 304,5), t-test: df = 1030, t = 3,07, p = 0,002; **Figur 11a**). Om våren gikk trekket høyere om natten enn om dagen, både i for- (gjennomsnitt 2019 vår dag = 687,4 (SD = 178,5), gjennomsnitt 2019 vår natt = 867,7 (SD = 202,8), t-test: df = 3681, t = -35,5, p < 0,0001; **Figur 11a**) og etterundersøkelsene (gjennomsnitt 2021 vår dag = 842,5 (SD = 303,6), gjennomsnitt 2021 vår natt = 868,2 (SD = 186,0), t-test: df = 4659, t = -4,0, p < 0,0001; **Figur 11a**). Høydeprofilene var relativt like på våren 2019 og våren 2021 (**Figur 10 og 11a**). Etter utbygging var det på dagtid et par toppe i aktivitet på litt over 1100 meter og 1500 meter, mens det før utbygging var en liten topp i aktivitet på dagtid på 800 meter, det vil si at trekket gikk høyere etter at vindkraftverket ble bygget (gjennomsnitt 2019 vår dag = 687,4 (SD = 178,5), gjennomsnitt 2021 vår dag = 842,5 (SD = 303,6), t-test: df = 4184, t = -25,15, p < 0,0001; **Figur 11a**). På natten er mønsteret for 2019 og 2021 tilnærmet identisk, hvor det var stor spredning i mange forskjellige høydelag (gjennomsnitt 2019 vår natt = 867,7 (SD = 202,8), gjennomsnitt 2021 vår natt = 868,2 (SD = 186,0), t-test: df = 4212, t = -0,10, p = 0,9; **Figur 11a**).

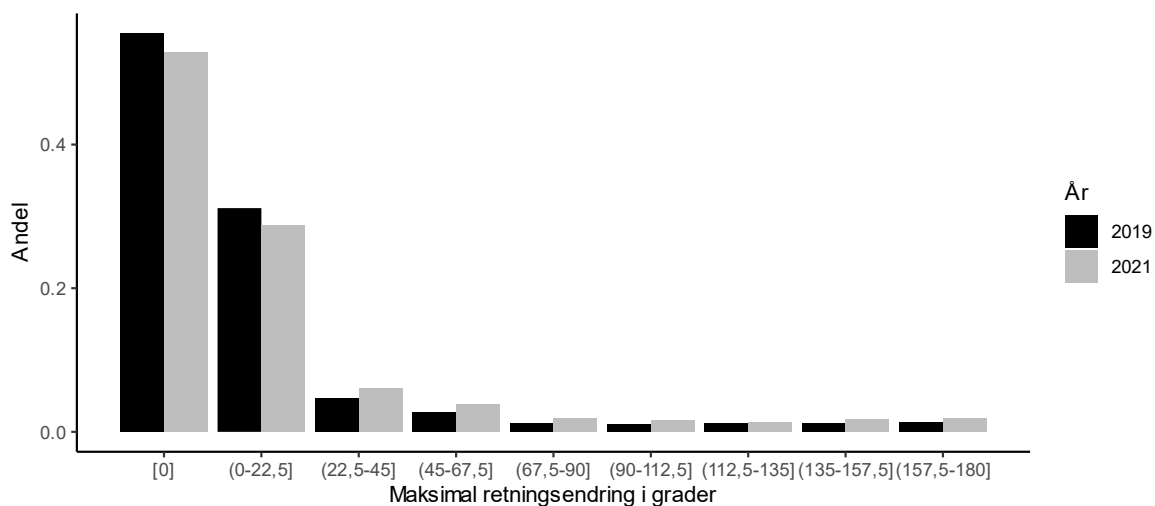
På Guleslettene hekker en stor mengde heipiplerker som under hekketid har sangflukt, det vil si at hannene synger mens de flyr over territoriet. Hekkende heipiplerker innenfor 125m for radarposisjonen vil derfor kunne gi et bias i sammenligning mellom trekkhøyder mellom år, sesong samt dag og natt. I mangel på data i litteraturen over flygehøyde hos heipiplerke, baserte vi oss på Hedenström (1995) sine studier av flygehøyde på sanglerke og ekskluderte alle spor under 100m i høyde over radaren. Det resulterte fortsatt i en forskjell i trekkhøyde om våren om dagen mellom for- og etterundersøkelsene, der natt-trekket gikk høyere enn vårtrekket (gjennomsnitt 2019 vår dag = 850,5 (SD = 166,6), gjennomsnitt 2021 vår dag = 1028,5 (SD = 262,6), t-test: df = 2861, t = -24,4, p < 0,0001; **Figur 11b**). Om våren på natten var det ingen forskjell mellom for- og etterundersøkelsene (gjennomsnitt 2019 vår natt = 903,6 (SD = 184,2), gjennomsnitt 2021 vår natt = 897,9 (SD = 169,4), t-test: df = 3750, t = 1,1, p = 0,27; **Figur 11b**). Om våren i forundersøkelsene gikk trekket høyere om natten enn dagen (gjennomsnitt 2019 vår dag = 850,5 (SD = 166,6), gjennomsnitt 2019 vår natt = 903,6 (SD = 184,2), t-test: df = 3853, t = -9,5, p < 0,0001; **Figur 11b**), mens det om våren i etterundersøkelsene gikk høyere om dagen enn om natten (gjennomsnitt 2021 vår dag = 1028,5 (SD = 262,6), gjennomsnitt 2021 vår natt = 897,9 (SD = 169,4), t-test: df = 2550, t = 18,8, p < 0,0001; **Figur 11b**). I etterundersøkelsene om høsten gikk trekket høyere om dagen enn natten (gjennomsnitt 2021 høst dag = 1020,0 (SD = 300,0), gjennomsnitt 2021 høst natt = 950,9 (SD = 300,6), t-test: df = 693, t = 3,5, p = 0,0006; **Figur 11b**), noe som indikerer at trekket om dagen prøver å unngå turbinene og tar høyde når de passerer vindkraftverket.



Figur 11. Høyde over havet på radarsporene fordelt på hver av årene og sesongene, separert på dag og natt. Antall spor i hver gruppe er gitt over hver boks. Svart horisontal linje indikerer radarhøyde. Alle spor (a) og kun spor over 100 meter over radarhøyde (b).

3.1.3 Retningsendringer

Radaren sto plassert på samme posisjon vårsesongen i 2019 som i 2021. Totalt sett hadde 146 000 spor mer enn 50 punkter, 69 209 i 2019 og 77 388 i 2021. De aller fleste sporene begge årene hadde en detektert retningsendring på under 22,5 grader, med 84 % i 2019 og 78 % i 2021 (**Figur 12**). Det var en større andel av sporene som gjorde retningsendringer i 2021 enn i 2019 (chi-square test: $X^2 = 666,18$, df = 1, p < 0,0001). Hvis vi ser på maksimal retningsendring for hvert spor de to årene, gjorde fuglene signifikant større retningsendringer etter at vindkraftverket ble satt opp enn før (gjennomsnitt 2019 = 13,9 (n = 69 209), 2021 = 17,9 (n = 77 388), t-test: df = 146 475, t = 22,9, p < 0,0001). Forskjellen er liten, og de aller fleste fuglene flyr rett igjennom parken også etter at vindkraftverket ble bygd, men likevel er dette en detektert unnavikelsesadferd etter utbygging.

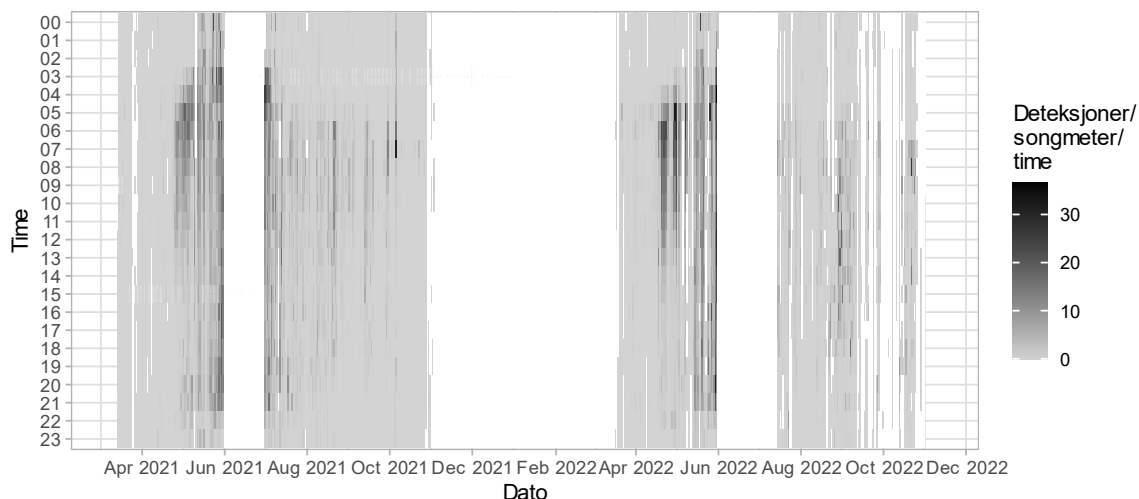


Figur 12. Retningsforandring på spor med mer enn 50 punkter vårsesongen 2019 og 2021.

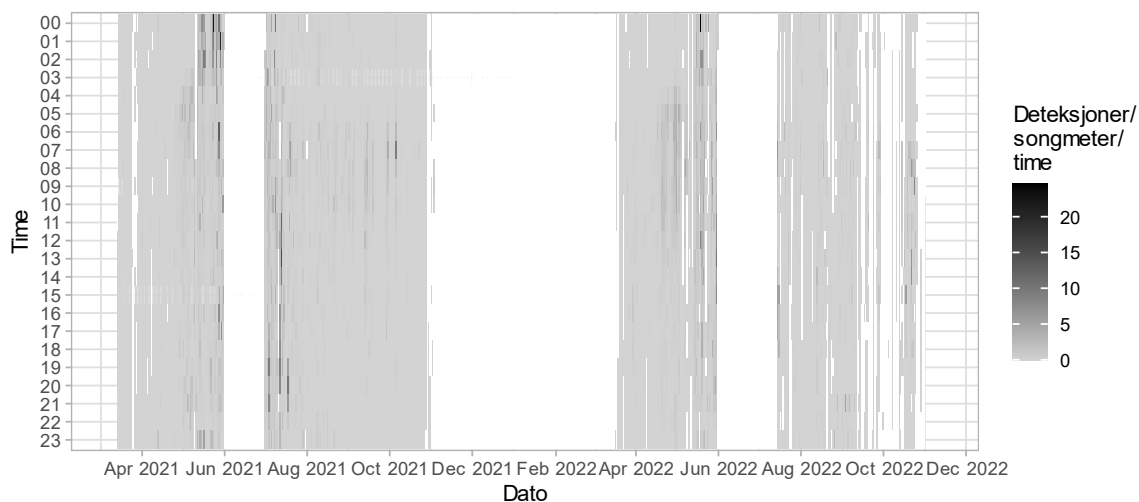
3.2 Songmeterdata

Opptak av lyd fra lydtrænde fugler er følsomt for mye vind, noe som ledet til problemer spesielt i begynnelsen av vårsesongen (**Figur 13**). På høsten 2022 er det store hull med manglende data som i all hovedsak skyldes en dårlig batch med minnekort som døde tilfeldig i løpet av høsten. I figurene ser man manglende data som hvite felt. Sammenlignet med radardataene kan derfor songmeteropptakene gi inntrykk av å være noe forsinket i tid og i hovedsak forekomme på dagtid (**Figur 7 og 8**). Da brusset av syngende stasjonære fjellfugler ble filtrert vekk, ble den store tyngden av syngende fugler i mai borte, og aktiviteten ble mer fokusert på natt enn tidlige morgentimer (**Figur 14**). Denne filtreringen innebærer imidlertid også at man ekskluderer trekkaktivitet av de vanligste artene i området.

Totalt er det analysert 40 155 timer med lydopptak fra etterundersøkelsene i 2021 og 2022. Fra disse timene har BirdNET detektert og artsbestemt rett i underkant av 3,8 millioner lyder (**Figur 14**). Mange av disse deteksjonene er fullstendig feil, og overlapper hverandre i tid. I videre analyser fokuserer vi kun på de deteksjonene hvor BirdNET rapporterer enn sikkerhet på over 0,8, noe som tilsvarer i underkant av 800 000 deteksjoner av arter over de to årene. Mange av disse lydene kommer nødvendigvis fra de samme individene, som kan være rastende eller territorielle og syngende fugler. Disse dataene gir i stor grad innblikk i hvilke arter som hekker på lokaliteten, mens selve trekket i større grad drukner i andre lyder. Forundersøkelsene manglet i stor grad songmeterdata som kunne analyseres igjen på samme måte som data fra etterundersøkelsene. Med de svakheter med songmeterdata som alt er blitt vist er det imidlertid lite sannsynlig at en direkte sammenligning kunnet gi så veldig mye mer kunnskap.



Figur 13. Fordelingen av deteksjoner over tid på døgnet og dato, der mørke felt indikerer høyere antall deteksjoner, og der hvite felt indikerer mangel på data. Større hvite felt indikerer vinter- og sommeropphold i registreringene.

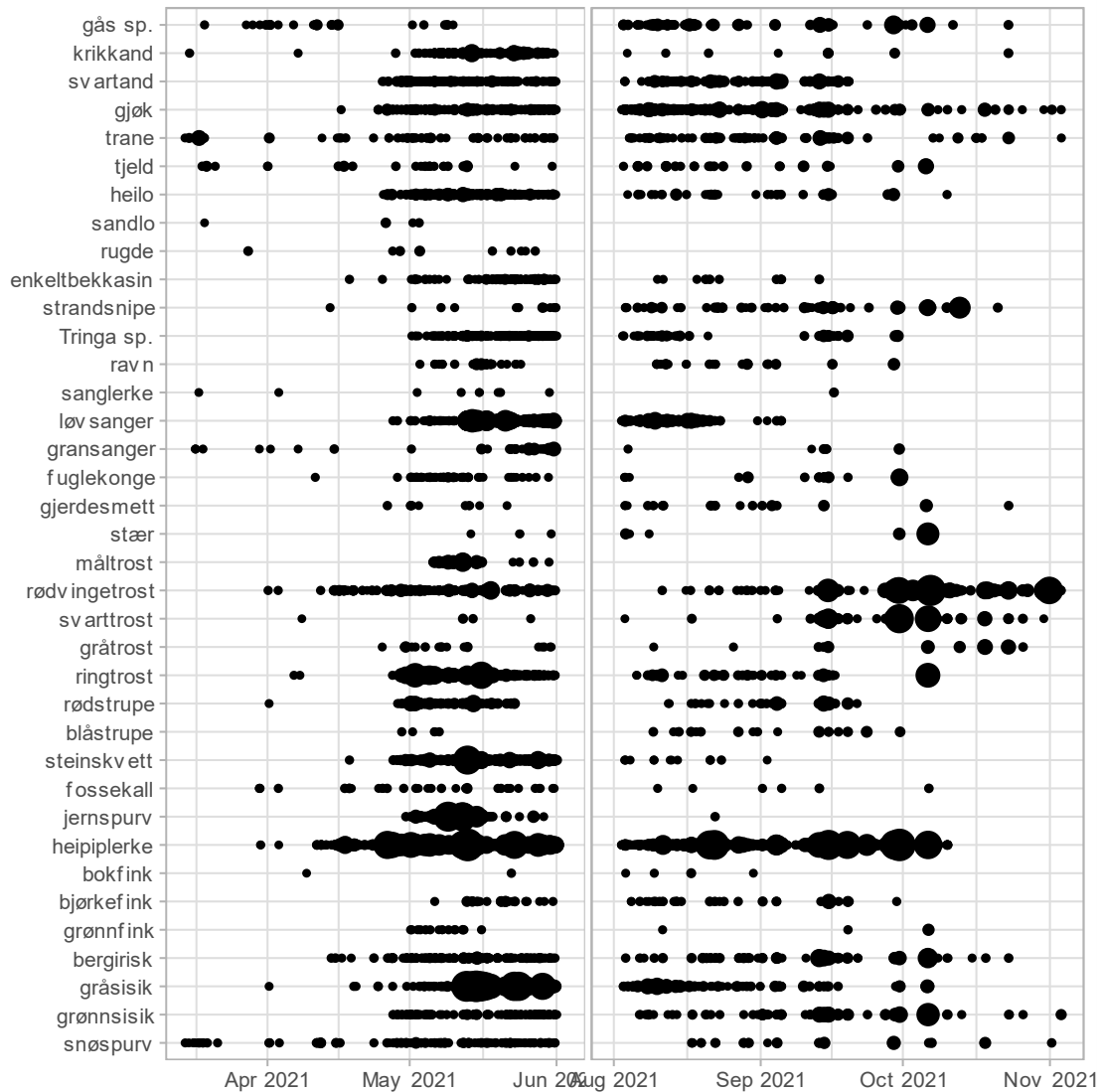


Figur 14. Fordelingen av deteksjoner over tid på døgnet og dato, der antatte hekkearter er fjernet. Mørke felt indikerer høyere antall deteksjoner, og hvite felt indikerer mangel på data.

3.3 Sammenligning av radardata og songmeterdata

Antall deteksjoner fra songmeterene og antall spor på radaren i 2021 syntes ved første blick ikke å samvariere (**Figur 7, 8 og 13, 14**), og antallet deteksjoner på songmeterene ble derfor sammenlignet med antall radarspor time for time. Om våren fant vi ikke noe samsvar mellom antallet radarspor og antallet deteksjoner på songmeterne (korrelasjonskoeffisient $r_p = 0,0013$, $df = 4159$, $p = 0,9$) og heller ikke om høsten ($r_p = 0,03$, $df = 5342$, $p = 0,021$). Selv om korrelasjonskoeffisienten var noe høyere på høsten, indikerer den ikke mer enn 3% samvariasjon mellom songmeter- og radardata. Songmeterene detekterer mest lyder på dagen både vår og høst (henholdsvis 83 % og 86 % på dagen), mens radaren detekterer mest spor på natta (henholdsvis 61 % og 87 % på natta vår- og høstsesongen).

Siden radardataene i større grad samsvarer med våre feltobservasjoner av trekkaktivitet (se 5.4), ga det mening å dele opp deteksjonene i natt og dag for å se på delkorrelasjonene for både vår og høst. For høsten samsvarte antall radarspor med antall deteksjoner på songmeterne i liten



Figur 15. Aktivitetsnivå til de vanligste artene registrert av songmeterne i 2021. Aktiviteten er vektet i forhold til antall radarspor på samme tidspunkt. I teorien viser dette hvilke arter som trakk over radaren, men særlig i mai er det mye sangaktivitet som også fanges opp på denne figuren. Dette gjelder blant annet rødvingetrost hvor mesteparten av aktiviteten i mai skyldes høy aktivitet av ett eller noen få individer ved SM4-06, og hvor det meste er sang. Gjess og Tringa-vadere har blitt slått sammen til grupper, da det tilsynelatende var en del feildeteksjoner på tvers av artene.

grad både for dag og natt (høst natt: $r_p = 0,05$, $df = 2048$, $p = 0,03$; høst dag: $r_p = 0,05$, $df = 3292$, $p = 0,004$). Vi fant det samme for våren, både for dagen ($r_p = 0,07$, $df = 2675$, $p = 0,0002$) og for natten ($r_p = 0,06$, $df = 1482$, $p = 0,03$). Dette viser at songmeterdataene alene i svært liten grad samsvarer med trekkende fugler.

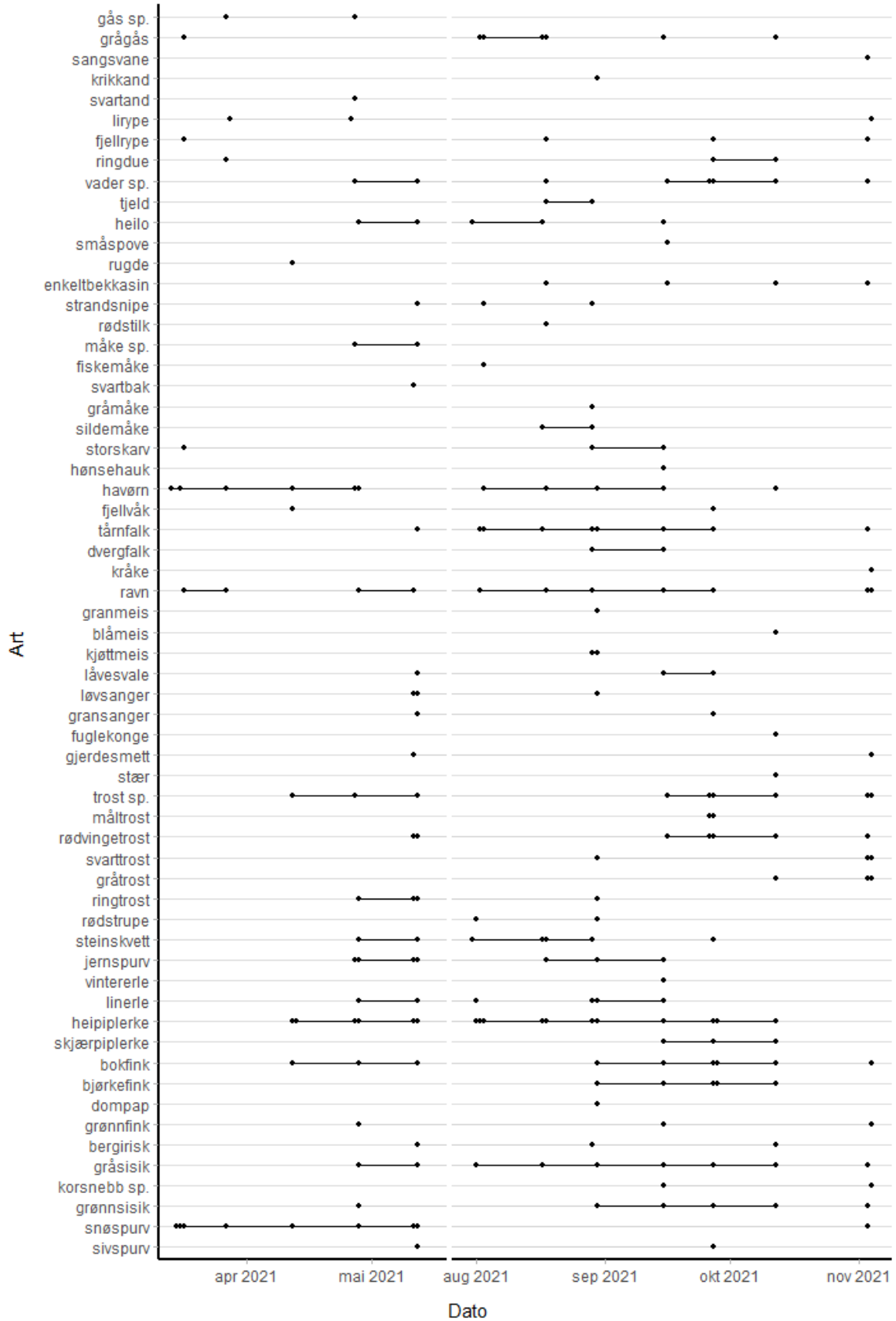
Ved å vekte songmeterdataene etter antall radarspor time for time, slik at fugler som lager lyd når det mye aktivitet på radaren får høyere verdi, får vi i større grad ut når forskjellige arter trekker igjennom området (**Figur 15**). For våren er det fremdeles mye detektert aktivitet som sannsynligvis er stasjonære, syngende fugler, som både blir detektert av songmeterene samt på radaren på deres korte flyturer rundt i territoriene sine.

Sammenligning av radar- og songmeterdata kunne kun gjøres for etterundersøkelsene i 2021, siden datamaterialet fra songmeterne fra forundersøkelsene var for lite. Med tanke på hvor svake korrelasjonene mellom radar og songmeter var, er det imidlertid usikkert hvor mye en slik sammenligning kunne bidratt med av ny kunnskap.

3.4 Feltobservasjoner

Totalt ble det observert fugl i 94 timer fra 15. mars til 4. november 2021. Av disse er 74,5 timer om dagen og 20,5 timer om natten. Varigheten av observasjonsøktene har vært fra en halvtime til over fire timer. Vi har også forsøkt å variere når på døgnet observasjonene gjøres for å få et best mulig bilde av bevegelsene til fuglene i området. I tillegg til disse rene observasjonsøktene er alle fugler observert mens vi gjorde andre oppgaver inkludert. Feltobservasjonene i forundersøkelsene ble gjort i kortere perioder, omtrent en gang i måneden, og om høsten ble de siste observasjonene gjort alt i slutten av september.

Fra trekkobservasjoner på natten vet vi at mesteparten av trekknettene i starten av oktober dreide seg om passerende troster, mens det mot slutten av sesongen i større grad var mindre arter som vi ikke klarte å artsbestemme (**Figur 16**). Basert på hva som ble funnet under søkene med hund vet vi at mye av dette dreier seg om små arter som fuglekonge og rødstrupe.

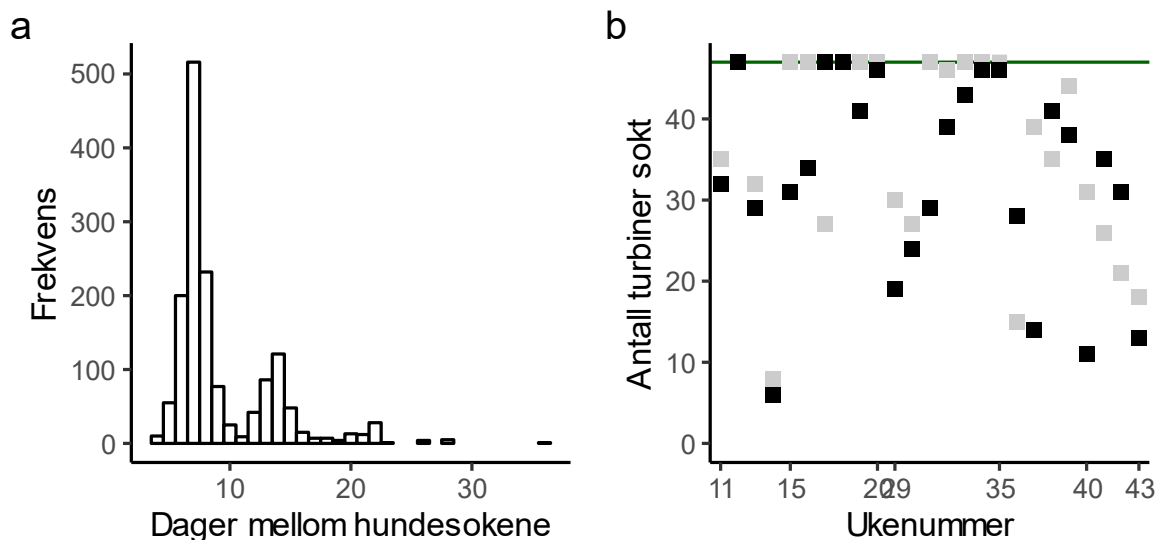


Figur 16. Oppsummering av når de ulike artene er observert i vindkraftverket i 2021. Et punkt angir om arten er observert på gitt dato. En linje trekkes mellom to punkt når det er mindre enn 17 dager mellom observasjonene.

3.5 Søk etter kollisjons ofre

Planen var å søke i en radius av 100 m rundt hver turbin ukentlig både vår- og høsttrekket, noe som i stor grad ble gjennomført (snitt = $9,3 \pm 4,1$ dager). De aller fleste søk med hund etter kollisjonsdrepte fugler ble gjort ukentlig, men det er også flere søk som ble utsatt en uke, og i noen få tilfeller også to uker (**Figur 17a**). Søk hver uke var ikke alltid gjennomførbart på grunn av periodevis svært utfordrende værforhold. I 19 av 50 uker (25 søksuker per år) ble det gjennomført søk rundt mer enn 42 turbiner, noe som tilsvarer omtrent 90% av vindkraftverket; i 13 av 50 uker rakk hundeekvipasje å søke rundt alle turbinene (**Figur 17b**).

Gjennomsnittstiden for hvert søk rundt en turbin var 20,3 min (SD = 8,2). Søkertiden i 2021 var signifikant lenger enn i 2022, og søketiden per turbin økte også mer utover sesongen i 2021 enn 2022 (2021: $24,3 \pm 7,5$; 2022: $15,9 \pm 6,6$; år: $b = -8,3$, $df = 1621$, $t = -24,7$, $p < 0,0001$; uke: $b = 0,15$, $df = 1621$, $t = 9,3$, $p < 0,0001$). Eventuelle forskjeller i søketid mellom de ulike turbinene ble håndtert av en random effekt (Turbin SD = 1,3, Residual = 6,8). Forskjellen mellom årene forklares av at omfanget av søkene i dårlige søkeforhold ble anbefalt å kortes ned for å spare på mannskap og hunder til senere søk i bedre forhold, samt at søkene i begynnelsen av våren skjer på snødekket areal, noe som gjør områdene enklere å søke over enn i barmark. I 2021 var det dårlig vær i uke 14 og dermed kortere søketider, samt lengre søketider den siste uken i mai og i de varme, tidlige høstmånedene. I en forenklet analyse (ANOVA) fant vi forskjeller mellom turbiner i søketider ($df = 46$, $F = 1,5$, $p = 0,01$), der T17, T25 og T26 gjennomgående ble søkt over noe kortere. I 2021, ble de samme turbinene samt T24 og T40 søkt gjennomgående kortere enn snittet ($df = 46$, $F = 2,0$, $p < 0,0001$). Noen turbiner viste seg også å ha blitt søkt over raskere enn andre turbiner også i 2022, men her var det kun T6 og T26 som skilte seg ut ($df = 46$, $F = 1,5$, $p = 0,03$). Flere av turbinene i parken har bratte sider som ikke kan søkes over og der området det søkes i derfor blir mindre sammenlignet med andre turbiner.



Figur 17. Oversikt over (a) antall dager mellom hver turbin ble søkt over av hundeekvipasje 2021-2022, og (b) antall turbiner søkt over hver uke i 2021 (grå) og 2022 (svart), der grønn linje indikerer antallet turbiner i Guleslettene vindkraftverk (47).

I søkene etter kollisjons ofre ble det i 2021 funnet 54 fugler og en dvergflaggermus, mens det i 2022 ble funnet 51 fugler og en ubestemt flaggermus, totalt 105 fugler (**Tabell 1**). Dette tilsvarer 0,20 drepte fugler per turbin per undersøkelsesmåned ($(52,5 \text{ drepte fugler}/47 \text{ turbiner})/5,5$ måneder med søk), eller 0,16 fugler per produsert GWh. Noter at estimatet per måned kun gjelder

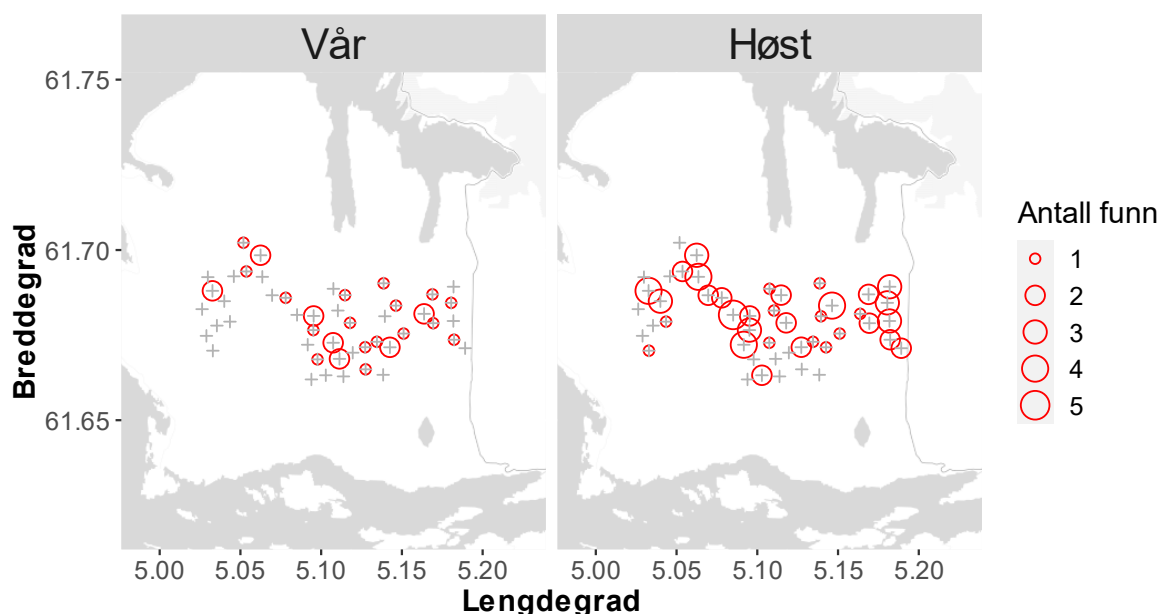
for trekket, der vårsesongen er to måneder og høstsesongen 3,5 måneder, og ikke inkluderer hekkesesongen eller vinteren.

Tabell 1. Fuglearter funnet (hele eller rester) under vindturbinene i løpet av vårsesongen (15. mars til 20. Mai) og høstsesongen 2021 (15. juli til 31. oktober). Rødlitestatus er markert med *uthevet tekst* og er basert på Norsk rødliste fra 2021 (Artsdatabanken 2021).

Art	2021		2022	
	Vår	Høst	Vår	Høst
Krikkand (<i>Anas crecca</i>)				1
Lirype (<i>Lagopus lagopus</i>)		1	3	1
Ub. rype (<i>Lagopus</i> sp.)			1	1
Orrfugl (<i>Lyrurus tetrrix</i>)			1	
Storskarv (<i>Phalacrocorax carbo</i>)				1
Havørn (<i>Haliaeetus albicilla</i>)				1
Heilo (<i>Pluvialis apricaria</i>) NT		2		2
Kvartbekkasin (<i>Lymnocyptes minimus</i>)		3		
Enkeltbekkasin (<i>Gallinago gallinago</i>)	1	1	1	
Svartbak (<i>Larus marinus</i>)	2			
Ringdue (<i>Columba palumbus</i>)			1	
Heipiplerke (<i>Anthus pratensis</i>)		6		2
Linerle (<i>Motacilla alba</i>)			2	
Gjerdsmett (<i>Troglodytes troglodytes</i>)			2	
Rødstrupe (<i>Erithacus rubecula</i>)	2	1	1	
Rødvingetrost (<i>Turdus iliacus</i>)		12		3
Måltrost (<i>Turdus philomelos</i>)			1	
Gråtrost (<i>Turdus pilaris</i>)				1
Svarttrost (<i>Turdus merula</i>)	2		1	
Ringtrost (<i>Turdus torquatus</i>)			1	
Løvsanger (<i>Phylloscopus trochilus</i>)	2	4		2
Gransanger (<i>Phylloscopus collybita</i>)		1		
Fuglekonge (<i>Regulus regulus</i>)		9	1	10
Gråfluesnapper (<i>Muscicapa striata</i>)				1
Svarthvit fluesnapper (<i>Ficedula hypoleuca</i>)			1	
Trekryper (<i>Certhia familiaris</i>)				1
Stær (<i>Sturnus vulgaris</i>) NT	1			
Bokfink (<i>Fringilla coelebs</i>)	1		1	
Bjørkefink (<i>Fringilla montifringilla</i>)		2	1	
Grankorsnebb (<i>Loxia curvirostra</i>)				1
Ub. spurvefugl (<i>Passeriformes</i> sp.)		1	1	3
Sum	11	43	20	31

94 av 105 (2021: 48 av 54; 2022: 46 av 51) fugler ble funnet som hele fugler med mer eller mindre synlige skader fra kollisjonen med rotorbladet. Fem fugler var bare rester som enten hadde ligget lenge eller der bare deler av fuglen ble funnet. For en av de to svartbakene som ble funnet 31. mars 2021 lå stjørt og føtter 92 meter fra posisjonen der resten av fuglen ble funnet. Ringdua som ble funnet 28. mars 2022 var også delt i to, og stjerten ble funnet 32 meter fra posisjonene til resten av fuglen. Lirypa som ble funnet 11. oktober 2021 ble høyst sannsynlig drept av rotorblad. Tre av lirypene som ble funnet i 2022 hadde en avstand som var mindre enn 2 meter fra tårnet. For lirype nummer fire dette året ble ikke avstand registrert, men siden dette er etter at hundesøkene er avsluttet er nærhet til tårnet sannsynlig. Vi kan derfor anta at fire av fem liryper ble drept ved kollisjon med tårnet noe som også er vist fra andre tilsvarende studier (Bevanger et al. 2016, Falkdalen et al. 2013, Rydell et al. 2011).

I trekktiden drepte hver turbin mellom null og seks fugler totalt (**Figur 18**). Det høyeste antallet kollisjonsdrepte fugler ble funnet under turbin 41, der det ble funnet to i vårsesongene og fire i høstsesongene (se komplett oversikt i **Vedlegg**).



Figur 18. Antall kollisjonsdrepte fugler per turbin og sesong på Guleslettene vindkraftverk 2021-2022.

3.5.1 Dummyeksperiment

Totalt ble det i 2021 plassert 47 døde småfugler rundt turbinene ved bruk av drone. Av disse ble 21 funnet av hundene (45 %). For de større småfuglene (heilo, stær og troster; heretter store dummyer) ble 17 av 23 funnet (74 %). Små fugler (mindre spurvefugler; heretter små dummyer) var mye vanskeligere å finne, og her ble bare fire av 24 funnet (17 %). Det ble dermed funnet flere store enn små dummyer ($X^2 = 4.9$, $df = 1$, $P = 0.03$). Selv om gjennomsnittlig liggetid før dummyene ble funnet var 7 dager ($SD = 7,4$) ble et flertall funnet de første 3 dagene. Snittiden dummyene lå ute før de ble funnet var den samme for store og små dummyer ((t-test: $df = 3,2$, $t = 1,8$, $p = 0,16$), selv om små dummyer i snitt så ut til å ligge lenger enn de store (store dummyer: 5,2 dager \pm 4,7; små dummyer: 15,7 dager \pm 11,2). Grunnen til at forskjellen ikke er statistisk signifikant er sannsynligvis fordi så pass få små dummyer ble funnet i det hele tatt. De store

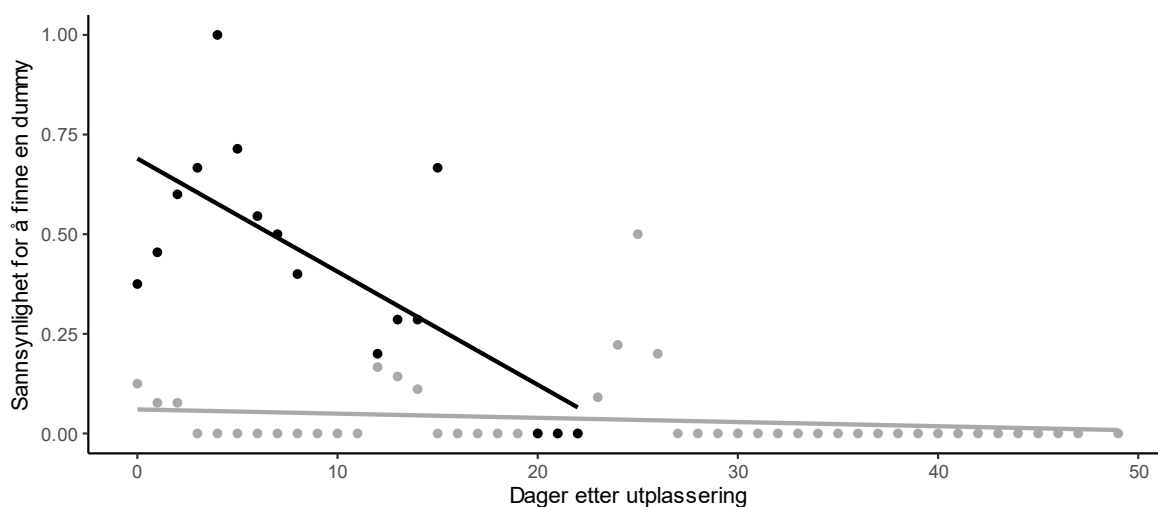
dummyene som lå lengst var to svarttroster som ble funnet etter 14 dager, om man ikke regner med rødvingetrosten som ble funnet våren etter, i mai 2022.

I søkene etter kollisjons ofre ble det i 2021 funnet 22 større kollisjonsdrepte småfugler (ekvivalent til store dummyer) og 29 mindre kollisjonsdrepte småfugler (ekvivalent til små dummyer), mens det i 2022 ble funnet 11 større og 29 mindre. I tillegg ble det funnet 14 betraktelig større fugler (rype, krikkand etc), hvorav 3 i 2021 og 11 i 2022. Basert på dummy eksperimentet kan vi derfor bruke tallene på funnet kollisjons ofrene av størrelsene som ble brukt i eksperimentet til å estimere det korrekte antallet kollisjonsdrepte fugler av disse størrelsene på Guleslettene. De korrekte tallene på kollisjons ofre av dummy-størrelse er dermed $33 / 0,74 = 44,6$ for større småfugler og $58 / 0,17 = 341,2$ for mindre småfugler. Det vil si totalt 385,8 drepte småfugler. Med de 14 store fuglene som også ble funnet, blir totalen 400 kollisjonsdrepte fugler, det vil si 0,77 kollisjonsdrepte fugler per turbin og undersøkelsesmåned, eller 0,62 drepte fugler per produsert GWh. Dette må imidlertid ses i sammenheng med at få andre studier faktisk finner kollisjonsdrepte småfugler.



Figur 19. Rødstrupe på dag 94 ved turbin 14 ved Guleslettene vindkraftverk i 2021. Foto: Arild Breistøl

Etter endt sesong ble de resterende 26 av de 47 utplasserte dummyene som ikke ble funnet av hundeevipasjene ettersøkt manuelt basert på GPS-koordinater fra plasseringen, samt bilder av posisjonen tatt av dronen. Posisjonen til 7 av 26 dummyer ble aldri funnet, enten på grunn av dårlige bilder, eller lite strukturer rundt fuglen på bildene å forholde seg til. Av de resterende 19 dummyene ble 11 funnet på nøyaktig samme plass eller i umiddelbar nærhet (en var for eksempel fraktet 1-2 meter nedstrøms med en bekk). Av disse 11 var ikke overraskende 10 små dummyer som på dagen ved det manuelle ettersøket hadde en gjennomsnittlig liggetid på 62 dager (SD = 26,1). Den ene store dummyen som ble funnet på ettersøket var en rødvingetrost som ble lagt ut relativt seint på sesongen, og der det kun var ett søk med hund etter kollisjons ofre ved den aktuelle turbinen etter at den ble lagt ut. De dummyene som hadde ligget lengst (og som ble funnet ved ettersøket) var en rødstrupe og en løvsanger som begge hadde ligget i 94 dager (**Figur 19**).



Figur 20. Observert sannsynlighet for å finne en dummy N dager etter utplassering i terrenget, for store fugler (svart) og små fugler (grå).

Oppdagbarheten over tid synker fortere for store dummyer enn små, sannsynligvis fordi små fugler uansett er vanskeligere å finne for hundene enn store (**Figur 20**). For de mindre dummyene synker sannsynligheten raskt og hyppige søk er nødvendige for å finne dem, men selv for store dummyer er sannsynligheten for å finne dem så lav som 10% ved et enkelt søk en måned senere. Det er med andre ord helt nødvendig med hyppige søk for å klare å finne kollisjons ofre av små spurvefugler, i tillegg til dummyeksperimenter.

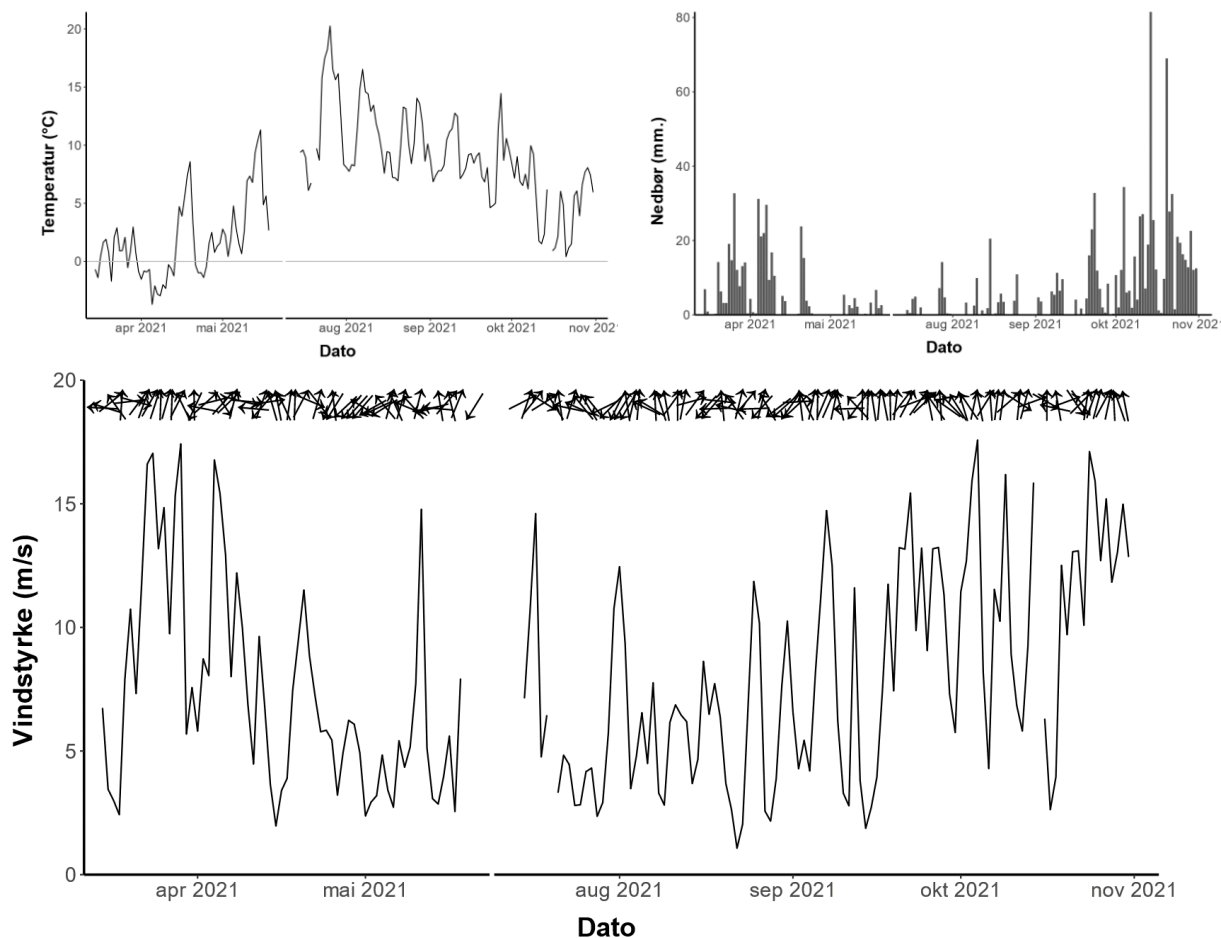
Små fugler har betydelig mindre sjanse for å bli funnet av søkerne med hund etter kollisjonsdrepte fugler, men i tillegg virker de å ha en lavere grad av tiltrekning av åtselere som kan spise dem sammenlignet med de store. Det er ikke uventet da større døde fugler både er lettere å finne og har høyere næringsverdi for en åtselere. Vi hadde viltkamera på noen få fugler under turbinene for å se på hva som eventuelt tok kollisjonsdrepte fugler. Vi har blant annet dokumentert mink og mår som oppsøker eller frakter vekk utlagte døde fugler (**Figur 21**). I tillegg antas det at både rev og ravn tar noen drepte fugler. Av de fuglene som ikke ble funnet igjen har noen sannsynligvis blitt nedbrutt heller enn tatt av åtselere; det er med andre ord umulig å konkludere hvor stor del andel av de kollisjonsdrepte fuglene som har blitt tatt av åtselere på Guleslettene.



Figur 21. Mår som henter utlagt svarttrost ved turbin 11. Bilde fra viltkamera.

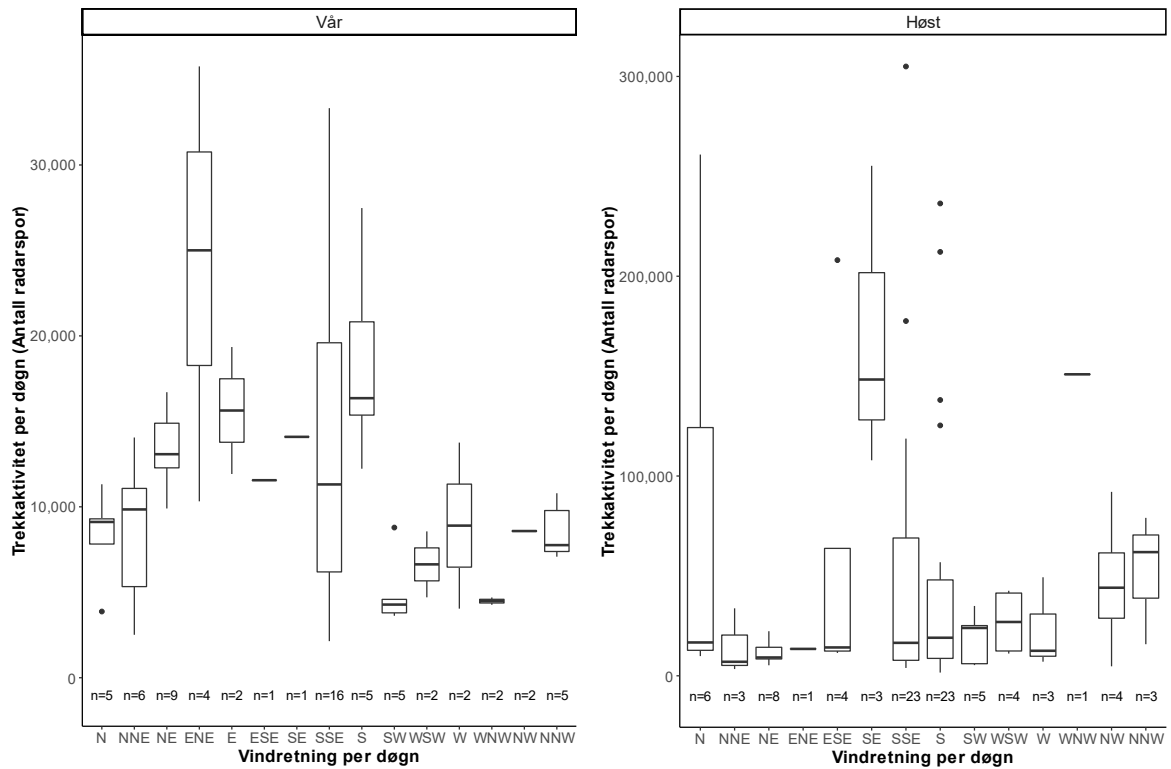
3.5.2 Værdata

Basert på syv år med målinger av vindstyrke og vindretning i Meteorologisk institutt sin målestasjon på Myklebustfjellet (Norsk klimaservicesenter, klimaservicesenter.no) ligger den dominante vindretningen på Guleslettene mellom østsørøst og sør (47 % av tiden). I undersøkelsesperioden i 2021 var gjennomsnittsvindretning når vinden var over 10 m/s fra disse retningene i 40 døgn. Tilsvarende var vinden fra andre retninger i 18 døgn (**Figur 22**).



Figur 22. Temperatur og vindstyrke målt ved vindturbin T35 som ligger like ved radaren i 2021. Målingene er gjort med et intervall på 10 minutter, men i figuren presenteres gjennomsnittsverdier for hvert døgn. Vindretning illustreres med piler og er gjennomsnittsretningen for hvert døgn. Nedbørdata er fra Meteorologisk institutt sin målestasjon i Svelgen og viser nedbør i mm. per døgn.

Om høsten var trekkaktiviteten målt som antall radarspor per døgn høyest når vindretningen var fra sørøst, sørsørøst og sør (**Figur 23**). 49 døgn hadde i gjennomsnitt disse vindretningene, mens de resterende vindretningene ble registret i 42 døgn. Om høsten var det ingen sammenheng mellom vindstyrke og trekkaktivitet ($df = 89$, $F = 0,09$, $P = 0,7$). Om våren var trekkaktiviteten per døgn mindre, men når vinden var fra østlig- og sørligretning ble det registrert mer trekkende fugl. Om våren var det en ikke signifikant sammenheng mellom vindstyrke og trekkaktivitet som viste at trekkaktiviteten var mindre med mer vind ($df = 65$, $F = 3,2$, $p = 0,07$).



Figur 23. Vindretning per døgn ved vindturbin T35 klassifisert i 16 kategorier og trekkaktivitet per døgn for vår- (n=67) og høstsesongen (n=91). Merk forskjellig skala på y-aksen (trekkaktivitet).

4 Diskusjon

Våren 2021 begynte antallet passerende fugler registrert av radaren å øke alt i mars og viste markante topper både i midten av april og i mai måned. Den første delen av høsten var forholdsvis rolig, før trekkaktiviteten økte kraftig i slutten av september, og flere dager i løpet av oktober ble det detektert over 150 000 spor daglig, med en topp på 360 000 spor en enkelt dag. De største toppene avtok noe i slutten av oktober, men trekkaktiviteten holdt seg fortsatt høy ut måneden, noe som indikerer at trekket fortsetter en stund ut i november. Sammenlignet med forundersøkelsene (2018 og 2019) da vårtrekket hadde tydelige topper i april (Systad et al. 2019), passerte vårtrekket noe tidligere i etterundersøkelsene i 2021. Det forklares mest sannsynlig av mellomårsvariasjonen i vårværet, altså hvor tidlig våren er og hvor gunstige værforholdene er for nordlige trekkbevegelser. Tidfestingen av høsttrekket var forholdsvis lik i årene for for- og etterundersøkelsene med spesielt mye aktivitet i oktober (Systad et al. 2019). Antallet trekkpasseringer var markant lavere om våren enn om høsten, noe som forklares av at sommerens ungeproduksjon passerer om høsten etter endt hekkesesong. Det er ikke utelukket at trekket kan passere andre steder om våren eller tar andre veier enn forbi der radaren var plassert og kunne detektere det, og selv om forundersøkelsene viste trekkaktivitet i samme område som etterundersøkelsene er dette studiet begrenset til kun to år, et før og et etter utbygging. Det er kjent at trekkrutene kan variere mellom år og sesong, i tillegg til at den er avhengig av vær- og vindforholdene (Alerstam 1990).

Hoveddelen av vår- og høsttrekket foregår nattetid. Utfra nattobservasjonene vet vi at det i hovedsak dreide seg om ulike arter av passerende troster i oktober. Mot slutten av oktober trakk også mindre arter som var vanskeligere å artsbestemme nattetid, og fra registrerte funn av kollisjonsdrepte fugler vet vi at en stor del sannsynligvis var små spurvefugler, slik som fuglekonge og rødstrupe. I slutten av september og i oktober beveget store flokker av finkefugler på trekk seg opp Oladalen fra Sørgulen i formiddagstidene. Flokkene bestod hovedsakelig av bjørkefink, bokfink og grønnsisik.

Om dagen gikk fugletrekket høyere over Guleslettene etter utbygging av vindkraftverket enn før turbinene kom på plass, selv når man ikke kontrollerer for utstrakt bruk av sangflukt av de mange hekkende heippiplerkene i området. Sangflukt er når fugler (ofte hanner) synger mens de flyr i nesten stillestående posisjon over territoriet sitt for å lokke til seg en partner og fortelle naboene at her er det opptatt. Fuglenes respons på vindkraftverket dagtid tyder på at fuglene ser turbinene og aktivt prøver å unngå dem. Flere fugler endret også retning under vårpassasjen over Guleslettene etter vindkraftverket ble bygget enn før, og retningsendringene fuglene gjorde var større. Dette tyder på at en del av fuglene gjør unngikelsesmanøvrer når de møter turbinene i vindkraftverket og at vindkraftverket påvirker fugler på trekk gjennom området. Siden radaren hadde en annen posisjon om høsten i forundersøkelsene, kan vi ikke si noe om hvorvidt høsttrekket også gjør unngikelsesmanøvrer i horisontalplanet etter vindparken ble bygget. Basert på et enda høyere antall registrerte radarspor om våren i etter- enn forundersøkelsen ser det imidlertid ikke ut til at fuglene unngår å trekke gjennom eller over vindkraftverket, men kun to vår-sesonger med data er ikke nok for å trekke sikre konklusjoner basert på antall.

Det er tidligere vist at spesielt dagtrekkende fugler unngår å fly gjennom vindkraftverk, og heller flyr rundt eller over dem (Fox & Petersen 2019, Pettersson 2011). Siden trekket om natten gikk på samme høyde både før og etter utbygging, indikerer det at natttrekkende fugler ikke har samme muligheter til å oppfatte hva som ligger foran dem i luftlagene som dagtrekkende fugler har. Natt-trekket går som oftest også på høyere høyde enn dagtrekket (Pettersson 2011), i likhet med hva vi fant på Guleslettene etter at sangflukt ble filtrert vekk. At fuglene ikke responderer med unngivelse om natten da de store mengdene fugl passerer kan bety at de ikke aktivt unngår turbinene eller vindkraftverket og at de derfor er mer utsatt for kollisjon enn dagtrekkende fugler. Pettersson (2011) viste at vannfugl gjør unngikelsesmanøvrer nærmere turbinene om natten enn om dagen. Risikoen for å bli drept av turbinene om dagen minsker dermed noe fordi en del av fuglene aktivt unngår dem, men om natten kan kollisjonsrisikoen være høyere siden den type unngikelsesadferd manglet på Guleslettene.

Det er viktig å merke seg at antall detekterte radarspor ikke er det samme som antall fugler. Selv om vi har filtrert vekk det meste av støy fra radardataene er det nesten sikkert fortsatt noen falske spor igjen, men dette vil sannsynligvis ikke være veldig mange. Radaren detekterer ikke bare spor av individuelle fugler, men slår også sammen flere individer til flokker som resulterer i færre spor enn faktisk antall individer som har passert. Basert på erfaringer fra feltobservasjoner hvor vi så på radarbildet samtidig kan disse flokkene være alt fra 2 til ca. 200 individer. Samme fugl kan også registreres som flere spor om den beveger seg ut og inn av områder som ligger i radarens skyggefelt, men et slikt overestimert vil sannsynligvis aldri kunne bli av samme omfang som flokkene som blir underestimert. I tillegg trekker det også fugler igjennom Guleslettene vindpark utenfor radarens rekkevidde, og som dermed ikke er inkludert i disse dataene. Totalt sett vil dette innebære at antall spor etter all sannsynlighet er et underestimert av antall individer for hele parken. Vi kan dermed med en viss sikkerhet konkludere med at antallet fugler som trakk igjennom vindkraftverket i 2021 var betydelig høyere enn 5,7 millioner.

Songmeterdeteksjonene hadde til forskjell fra radardeteksjonene en hovedvekt på dagtid fremfor nattetid, selv etter at mesteparten av stasjonære fugler ble filtrert vekk. Imidlertid vil songmeterene i grove trekk fange opp dersom det er mye trekkaktivitet en natt. Dagtid vil derimot ikke songmeterene vise annet enn at fugler knyttet til habitatet songmeterne står i er til stede, det vil si at songmeterene fanger opp sang av stasjonære arter om våren og lyder fra de samme rastende fugleartene om høsten, selv etter filtrering. Det er ikke kjent hvor stor andel av fuglene som trekker som lager lyd, og det er høyst sannsynlig avhengig av art, værforhold og andre omstendigheter, men basert på denne undersøkelsen er tallet uansett relativt lavt. Det er naturlig at en heipiplerke som hekker nært et songmeter står for mange flere av de detekterte lydene enn en fugl som flyr forbi. Det samme gjelder for rastende fugler om høsten. Det finnes heller ingen god metode for å skille på disse to typer lyder automatisk i dag, og for enkelte arter heller ikke hvis man lytter til de manuelt. Til forskjell fra radar har songmeter også betraktelig kortere rekkevidde og den er sensitiv for støy- og værforhold. Lyd fra trekkende fugler høyere opp i luftlagene kan høyst sannsynlig ikke detekteres selv under gode værforhold. Fraværet av korrelasjon mellom radar og songmeter indiker dermed at songmeter alene har relativt liten verdi for å si når og hvilke arter som trekker på en lokalitet, spesielt hvor det også er lokale hekkfugler eller rastende fugler til stede.

I 2019 ble det funnet stort samsvar mellom songmeterdata og radardata (Systad et al. 2019), mens det i denne undersøkelsen har blitt funnet svært lite korrelasjon, selv når vi har fordelt korrelasjonsanalysene på natt og dag. Korrelasjoner måles fra 0 til 1, der 1 er en perfekt sammenheng mellom variablene og 0 viser at det ikke er noe sammenheng. En korrelasjonskoeffisient kan være uten betydning selv om den er statistisk signifikant, gitt data har mange nok punkter, noe som er tilfelle med radar og songmeterdataene her. På høsten i forundersøkelsene var antall radarspor høyest på dagtid, i sterk kontrast til denne undersøkelsen da hovedvekten av radarsporen ble registrert om natten. Det er viktig å notere seg at radaren sto nede i dalen høsten 2018, mens de aller fleste fuglene på natten er på direktevekk relativt høyt opp i luftlagene sammenlignet med denne posisjonen. Radaren nede i dalen fanget antakelig ikke opp disse fuglene, og det forklarer høyst sannsynlig hvorfor Systad et al (2019) har sett en korrelasjon mellom songmeter og radar i 2018/19, mens vi ikke finner stort her.

Songmeterdataene er av stor verdi for å bestemme arter i perioder hvor vi vet fra andre datakilder at det er trekkaktivitet. I vårt tilfelle har vi brukt antallet radarspor til å normalisere songmeterdataene i 2021 for å få kunnskap om arter som lager lyd samtidig som vi vet det er trekk på lokaliteten. Selv dette er ikke perfekt, da lokale hekkfugler også vil lage lyd i perioder hvor andre fugler trekker forbi. På Guleslettene er det fremdeles svært mange heipiplerker også i dette utvalget. Det er antatt at den desidert største andelen av lyder fra heipiplerke er fra lokale hekkfugler, og da særlig på våren. Det er også verdt å notere at en del arter, som for eksempel fuglekonge, som ble funnet under søkene etter kollisjonsofre ikke ble detektert av songmeterne.

Fra hundesøkene etter kollisjonsofre vet vi at vindturbinene på Guleslettene drepte minst 105 fugler, i snitt 0,20 fugler per turbin og undersøkelsesmåned, tilsvarende 0,16 drepte fugler per GWh. Det var flere fugler som ble drept på høsttrekket enn på vårtrekket, men trekkaktiviteten viser den samme fordelingen med flerfoldig flere høsttrekkende fugler enn vårtrekkende. At det er flere fugler som blir drept om høsten enn om våren er derfor ikke spesielt overraskende. Hekkesongens ungeproduksjon bidrar til et vesentlig høyere antall individer, der en god del aldri kommer til å komme tilbake som trekkfugler om våren. Estimatenes av vindkraftdødelighet på Guleslettene gjelder kun for vår- og høsttrekk, men selv om man antar en tilsvarende dødelighet hele året tilsvarer det 2,4 fugler per turbin per år, gitt at hundene finner alle kollisjonsdrepte fugler.

En slik antakelse er ikke nødvendigvis samsvarende med virkeligheten, noe vi klart så fra dummy eksperimentet. Få studier har estimert hvor stor andel av kollisjonsofre hundene faktisk finner, i tillegg til at små spurvefugler ofte, om ikke alltid, er grovt underrapportert siden det er vanskeligere for hundene å finne små fugler enn store fugler (Erickson et al. 2014, Kuvlesky Jr et al. 2007, Rydell et al. 2017). Faktisk rapporterer Rydell et al. (2017) at det ved kun fire svenske studier er blitt lagt ut døde fugler der formålet var å estimere hvor fort kollisjonsdrepte fugler forsvinner (Ekelund 2015, Falkdalen et al. 2013, Hjernquist 2014, Svahn & Dahlén 2017), og ikke med fokus på å estimere den faktiske vindkraftdødeligheten. I tillegg varierer også miljøet mellom ulike vindkraftverk der noen terreng og værforhold kanskje kan medføre spesielt store utfordringer for søk med hund etter kollisjonsdrepte fugler. Terreng og værforholdene er særdeles utfordrende på Guleslettene, og i tillegg er hoveddelen av fuglene som passerer på trekk små spurvefugler. Her designet vi derfor et eksperimentelt opplegg for å estimere den reelle vindkraftdødeligheten der vi plasserte ut døde fugler i turbinenes søksradius med hjelp av drone. Hundeførerne visste ikke hvor eller hva som ble fløyet ut eller når. Hundene fant 45 % av de utplasserte fuglene, men de fant færre av de små fuglene enn de store. Det var åpenbart lettere for hundene å finne større spurvefugler som stær og trost enn mindre spurvefugler som dompap og rødstrupe. Tar man hensyn til det blir det totale antallet drepte fugler 386, hvorav 45 er større spurvefugler og 341 mindre, i tillegg til de 14 større fuglene som ble funnet. Dette innebærer at de reelle tallene for vindkraftdødeligheten på Guleslettene er 0,77 kollisjonsdrepte fugler per turbin og undersøkelsesmåned, eller 0,62 fugler per produsert GWh. Med tilsvarende antakelse om konstant turbindødelighet gjennom hele året, noe som sannsynligvis er altfor høyt regnet, dreper hver turbin på Guleslettene 9,3 fugler per år.

Tidlig på vårparten i 2021 var det fortsatt mye snø på Guleslettene og det kom også mer i april, slik at noen dummies, i likhet med reelle kollisjonsofre, sannsynligvis ble dekket med snø. Som kontrast kom den tørre og varme sommeren, noe som også gjorde luktsporene av de døde fuglene (vittringsforholdene) svakere enn ellers. Disse værforholdene er ikke på noen måte unike for vindkraftverket på Guleslettene – vindturbiner er plassert nettopp på vindutsatte, eksponerte plasser – men peker på svakheter ved tidligere studier av effektene av vindkraft på fugl. Resultatene fra dette eksperimentet viser utvetydig at selv svært dedikerte hundeførere og godt trente hunder ikke finner alt av kollisjonsdrepte fugler, og at tallene på drepte fugler sannsynligvis er for lavt i de fleste publiserte studier. Resultatene fra denne studien indikerer med andre ord at man ved tidligere studier har undervurdert kraftig antallet drepte fugler og dermed også vindkraftdødeligheten.

Siden de fleste vindkraftstudier underrapporterer antallet drepte småfugler og dessuten ikke estimerer hvor mange kollisjonsofre som ikke blir funnet, blir det vanskelig å sammenligne funnene for Guleslettene med hva som oppfattes som normalen i litteraturen. De fleste turbiner dreper mellom 5 og 10 fugler per år, med en median på 2,3 kollisjonsdrepte fugler per turbin og år (Rydell et al. 2017), men de tallene er basert på langt mer usikre estimater enn hva vi opererer med på Guleslettene. Viktige faktorer er også hvor ofte man søker etter kollisjonsdrepte fugler i vindkraftverket, samt hvor lenge drepte fugler får ligge før det blir fjernet av åtseletere eller brutt ned. Det er ikke studier med så hyppige søk med hund etter kollisjonsdrepte fugler over så lang tid som er blitt gjort på Guleslettene andre steder i Skandinavia. I noen studier er det i kortere perioder gjennomført søk daglig (Ekelund 2015), mens i andre studier er det blitt gjennomført

mellom 1-3 søk per måned (Falkdalen et al. 2013). Så vidt vi kjenner til er det ikke gjort søk i steinurtereng tilnærmet lik den på Guleslettene. Der fant vi stor variasjon i hvor lenge drepte fugler fikk ligge før de ble fjernet, der noen fugler var blitt borte etter to dager, mens andre fortsatt lå igjen selv etter 96 dager. Det generelle mønsteret ser ut til å være at det er stor variasjon i hvor lenge drepte fugler blir liggende. I en ølandsk studie ble drepte fugler i snitt fjernet etter 4 - 8 dager (Hjernquist 2014), mens 20 % av fuglene lå igjen etter 20 dager i en studie i fjellheimen i Jämtland (Falkdalen et al. 2013). Under 32 % av de drepte fuglene ble tatt av åtseleterer på Guleslettene, og mange av kollisjonssofrene fikk ligge lenge. Sannsynligheten for at drepte fugler blir liggende og kan bli funnet er med andre ord stor med så hyppige søk som på Guleslettene. Upubliserte resultat fra dummy eksperimentet viser viktigheten av nettopp hyppige søk, der sannsynligheten for å finne kollisjonssofre raskt avtar (Nilsson et al. in prep). Andelen som blir tatt av åtseleterer kommer trolig til å øke med tiden når åtseleterer lærer seg hvor det er mat å finne, men de skal ikke ha innvirket noe særlig på sannsynligheten til å finne kollisjonsdrepte fugler i denne studien. De vanligste åtseleterne på Guleslettene var ikke overraskende kråkefugler, rovfugl, rev, mink og mår.

Av de 105 kollisjonsdrepte fuglene funnet i vindkraftverket, var fem individer inkludert i siste utgaven av rødlisten (Stokke et al. 2021): en stær og fire heiloer. Stæren ble funnet under vårtrekket, mens heiloene ble funnet under høsttrekket. Heiloene kan teoretisk sett også ha blitt drept sent på hekkesesongen, siden de hekker i fjellet på Guleslettene. Det gjelder også andre funn av drepte fugler av arter som hekker eller raster i fjellområder; alle drepte fugler som er funnet i slutten av vårsesongen eller begynnelsen av høstsesongen kan være hekkfugler. Relativt sett har andre studier vist at det dør færre fugler av vindkraftrelatert dødelighet under aktivt trekk enn av å oppholde seg i et område over lenger tid, slik som under hekking, overvintring eller på rasteplasser under trekket (Rydell et al. 2017). Sannsynligheten for at en fugl skal bli drept i kollisjon med en vindturbin handler ikke kun om artenes adferd, men også om mengdeforhold: desto flere individer av en art, desto større er sannsynligheten for at noen blir drept. Det er med andre ord ekstremt vanskelig å konkludere hvorvidt Guleslettene har en effekt på truede, trekkende fuglearter siden materialet er svært begrenset.

Siden det primære formålet med vindturbiner er å produsere mest mulig strøm, plasseres vindkraftanlegg på steder med mye vind. Værforholdene har tidvis vært svært utfordrende på Guleslettene, og til forskjell fra studier med mindre hyppige søk har det hatt konsekvenser for gjennomførbareheten. Ved lave søksfrekvenser kan man vente ut dårlig vær, men en uke med dårlige søkeforhold på Guleslettene resulterer naturlig nok som oftest i en uke med ikke-komplette søk. Til tross for det så har 90 % eller flere av turbinene blitt søkt over i over 24 % av søksukene, og i kun sju uker har 30 eller færre turbiner blitt søkt over. Kraftig vind i kombinasjon med snøfall resulterte i fåtallige og/eller avbrutte søk noen uker. Den svært varme og tørre sensommeren i 2021 og tidlige høsten resulterte på andre siden i veldig lange søketider siden luktesporene (vitringsforholdene) ble vanskeligere å fange opp for hundene. For noen turbiner har det også gjennomgående vært spesielt utfordrende å søke etter kollisjonsdrepte fugler, men det har blitt tatt hensyn til i analysene av søketid.

Ut fra analyserte data er det tydelig at det går store trekkbevegelser over vindkraftverket på Guleslettene. Om våren går trekket fremfor alt i vindretninger fra øst og sør, mens høsttrekket går i sør- og sørøstlige vinder. Fra radardeteksjonene og kartet over hvor kollisjonsdrepte fugler ble funnet fremkommer det også klart at det om høsten foregår et spesielt stort trekk langs flere forskjellige ruter over Guleslettene og som treffer vindkraftverket: for eksempel et opp Oladalen/Sørgulen, og et over Magnhildskaret. Forundersøkelsene konstaterte også store trekkbevegelser over Sørgulen. Fra kartet over kollisjonssofre ser det ut til at trekket går over bred front over Guleslettene om høsten. Fuglene kan velge forskjellige ruter i ulike år avhengig av ulike vind- og værforhold og denne rapporten inneholder kun data fra to års etterundersøkelser. Radarstudiene kompliseres av at radaren om høsten i forundersøkelsene hadde en annen geografisk plassering enn i etterundersøkelsen, og at det er på høsten de store mengdene fugl passerer. Det forklarer forskjellen i fordelingen av radardeteksjonene mellom vår og høst, samt mellom

forundersøkelsene og etterundersøkelsenes. Basert på disse dataene ser det imidlertid ikke ut til at fuglene unngår å trekke gjennom/over Guleslettene vindkraftverk.

I konklusjon, Guleslettene vindkraftverk påvirker fugler på trekk gjennom området. Resultatene fra etterundersøkelsene viser unntakelsesadferd, både gjennom at fuglene flyr høyere over vindkraftverket, men også at de endrer retning når de passerer. Turbinene på Guleslettene dreper både stasjonære og trekkende fugler, men selv når vi kontrollerer for oppdagbarhet er dødeligheten sammenlignet med tilsvarende studier ikke unormalt stor. Trekkfuglene er utsatt for en mengde farer på sin vei, der mange er naturlige, men der er også svært mange menneskeskapt farer som har oppstått på så kort tid at det ikke finnes stort av evolusjonære tilpasninger til dem hos fuglene, deriblant vindkraftverk både på land og på sjø. For bestander av ulike arter trekkende fugl er det ikke ett vindkraftverk som kommer til å avgjøre sårbare arters fremtid, det er den samlede, kumulative, antropogene belastningen, vindkraftverk inkludert, som kommer til å være utslagsgivende for om arter forsvinner eller ikke. Guleslettene vindkraftverk er en del av dette bildet, og vi har funnet at fuglene har endret adferd siden den ble bygget.

5 Referanser

- Alerstam, T. 1990. Bird migration. Cambridge University Press.
- Bentz, P.-G. 2021. Wings over Falsterbo. 3. utg. Wallin & Dalholm Boktryckeri AB, Lund.
- Bevanger, K., May, R. & Stokke, B. 2016. Landbasert vindkraft. Utfordringer for fugl, flaggermus og rein. NINA Temahefte 66
- Drewitt, A.L. & Langston, R.H. 2006. Assessing the impacts of wind farms on birds. *Ibis* 148: 29-42.
- Ekelund, S. 2015. Sammanställning av undersökningar av fåglar, fladdermöss samt insekter. Räpplinge vindkraftpark, Borgholms kommun, Öland 2013-2014-2015.
- Erickson, W.P., Wolfe, M.M., Bay, K.J., Johnson, D.H. & Gehring, J.L. 2014. A comprehensive analysis of small-passerine fatalities from collision with turbines at wind energy facilities. *PloS one* 9(9): e107491.
- Falkdalen, U., Lindahl, L.F. & Nygård, T. 2013. Fågelundersökningar vid Storruns vindkraftanläggning, Jämtland 9162065742. Naturvårdsverket
- Fox, A.D. & Petersen, I. 2019. Offshore wind farms and their effects on birds. *Dansk Ornitologisk Forenings Tidsskrift* 113: 86-101.
- Grünkorn, T., Rönn, J., Blew, J., Nehls, G., Weitekamp, S., Timmermann, H., Reichenbach, M., Coppack, T., Potiek, A. & Krüger, O. 2016. Ermittlung der Kollisionsraten von (Greif-) Vögeln und Schaffung planungsbezogener Grundlagen für die Prognose und Bewertung des Kollisionsrisikos durch Windenergieanlagen (PROGRESS): Schlussbericht zum durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) im Rahmen des 6. Energieforschungsprogrammes der Bundesregierung geförderten Verbundvorhaben PROGRESS, FKZ 0325300A-D.
- Hedenström, A. 1995. Song flight performance in the skylark *Alauda arvensis*. *Journal of Avian Biology*: 337-342.
- Hjernquist, M.B. 2014. Effekter på fågellivet vid ett generationsskifte av vindkraftverk - kontrollprogram, Näsudden, Gotland 2009-2013
- IPCC. 2019. Summary for Policymakers. In: *Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems*
- Kahl, M.S.S. 2020. Identifying Birds by Sound: Large-scale Acoustic Event Recognition for Avian Activity Monitoring. University of Chemnitz

- 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. *The Journal of Wildlife Management* 71(8): 2487-2498.
- Langston, R.H., Fox, A.D. & Drewitt, A.L. 2006. Conference plenary discussion, conclusions and recommendations. *Ibis. Proceedings*
- 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(4): 746-753.
- 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(7): 1085-1091.
- NVE. 2022. Kraftproduksjon fra vindturbiner. <https://www.nve.no/energi/energisystem/vindkraft/kraftproduksjon-fra-vindturbiner/>. Besøkt.
- Pettersson, J. 2011. Små-och sjöfåglars nattflyttning vid Utgrundens havsbaserade Vindkraftverkspark-en studie med radar i Södra kalmarsund Rapport 6413
- Reitan, O. 2014. Søk etter døde fugler i Smøla vindpark 2011-2013 8242626200
- Rydell, J., Engström, H., Hedenström, A., Larsen, J.K., Pettersson, J. & Green, M. 2011. Vindkraftens påverkan på fåglar och fladdermöss - Syntesrapport
- Rydell, J., Ottvall, R., Pettersson, S. & Green, M. 2017. Vindkraftens påverkan på fåglar och fladdermöss - uppdaterad syntesrapport 2017
- Sansom, A., Pearce-Higgins, J.W. & Douglas, D.J. 2016. Negative impact of wind energy development on a breeding shorebird assessed with a BACI study design. *Ibis* 158(3): 541-555.
- Stokke, B.G., Dale, S., Jacobsen, K.-O., Lislevand, T., Solvang, R. & Strøm, H. 2021. Artsgruppeomtale fugler (Aves). Norsk rødliste for arter 2021. . Artsdatabanken. <https://artsdatabanken.no/rodlisteforarter2021/Artsgruppene/fugler>. Besøkt 07.02.2022.
- Svahn, K. & Dahlén, J. 2017. Kunnskapsunderlag angående fågelkollisioner vid Rögge/Västraby. PM från Enetjärn Natur, Malmö 2017-02-14.
- Systad, G.H.R., Breistøl, A., Follestad, A., Gjershaug, J.O., Guidos, S., Hamre, Ø., May, R., Pavòn-Jordán, D., Stokke, B. & Østerås, T.R. 2019. Undersøkelser av trekkaktiviteten for fugl på Guleslettene 2018-2019. Observasjoner, radarkartlegging og lyttedata med supplerende materiale. NINA Rapport 1693

6 Vedlegg

Tabell 2. Antall fugler drept for hver turbin for sesongene 2021 og 2022

Turbin	Vår	Høst	Turbin	Vår	Høst
T1	0	2	T25	0	0
T2	1	2	T26	1	0
T3	0	3	T27	0	2
T4	1	3	T28	0	0
T5	0	3	T29	0	4
T6	1	2	T30	1	3
T7	2	1	T31	2	2
T8	1	2	T32	0	5
T9	1	4	T33	1	2
T10	1	1	T34	0	2
T11	0	1	T35	0	4
T12	1	1	T36	2	3
T13	2	1	T37	1	2
T14	1	1	T38	1	0
T15	0	0	T39	0	0
T16	1	2	T40	0	3
T17	1	0	T41	2	4
T18	1	2	T42	0	0
T19	0	1	T43	0	1
T20	0	1	T44	0	0
T21	1	2	T45	0	0
T22	2	1	T46	0	0
T23	2	0	T47	0	1
T24	0	0	SUM	31	74

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 Ims i Rogaland.

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

ISSN:1504-3312
ISBN: 978-82-426-5024-5

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