



Høgskolen
i Innlandet



Barbara Zimmermann, Camilla Wikenros, Ane Eriksen, Håkan Sand, Petter Wabakken, Cecilia Di Bernardi, Cecilie Dyngeland, Erling Maartmann, Kristoffer Nordli, Erik Berg, Philip Helleberg, Trym Eirik Jakobsen, Signe Lund & Cecilia Miltz

Vilt i vind

- Pilotstudier om vindkraftutbyggingens påvirkninger på elg, ulv, jerv og elgjegere

Oppdragsrapport nr. 12 - 2023

Utgivelsessted: Elverum

©Forfatterne/Høgskolen i Innlandet, 2023

Det må ikke kopieres fra publikasjonen i strid med Åndsverkloven eller i strid med avtaler om kopiering inngått med Kopinor.

Forfatteren er selv ansvarlig for sine konklusjoner.
Innholdet gir derfor ikke nødvendigvis uttrykk for høgskolens syn.

I Høgskolen i Innlandets oppdragsserie publiseres både internt og eksternt finansierte FoU-arbeider.

Forsidebilde: Jakttur ved vindkraftverket Kjølberget i Våler kommune, ved riksgrensen mellom Norge og Sverige
Foto: Signe Lund

ISSN: 2535-4140

ISBN digital utgave: 978-82-8380-409-6

Sammendrag

Som et ledd i det grønne skiftet skjer det for tiden mye vindkraftutbygging i Skandinavia. Etablering av vindkraftverk fører til miljøendringer i form av hogst, infrastruktur som turbiner, transformatorer og kraftlinjer, og et nytt eller utbedret veinett. Turbinene og rotorbladene medfører økt dødelighet for fugl, og genererer støy og flimrer av reflektert sollys og skygge. Dessuten kan det være fare for iskast i nærheten av turbinene. Det er lite kjent hvordan vindkraftutbyggingen påvirker vilt og jakt i Skandinavias barskog. I GRENSEVILT 2 prosjektet hadde vi muligheten til å utføre pilotstudier av mulige effekter av vindkraftutbyggingen på elg, ulv, jerv og elgjakt, blant annet fordi Kjølberget Vindkraftverk ble bygget på norsk side av riksgrensen i nordre Finnskog i tidsperioden 2019-2021.

En elgmøkkteiling ved Kjølberget vindkraftverk viste en mulig negativ effekt av anleggsarbeidet som foregikk sommeren 2021 på fordelingen av elg. Dette mønsteret sammenfaller med områdebruk til de to GPS-merkede elgkyrne som begge hadde sine sommerområder ved kraftverket. Den ene holdt seg unna turbinene i 2021 og den andre var oftest i nær avstand til turbinene nattestid og på senhøsten når anleggsarbeidet var over.

For ulv undersøkte vi om områder med planlagt vindkraftutbygging innenfor utbredelsesområdet til den skandinaviske ulvebestanden sammenfaller med viktig ulvehabitat, for å kunne vurdere i hvilken grad vindturbiner kan forventes å påvirke ulvers habitatbruk. Vi fant at de planlagte turbinplasseringene lå så vel i periferien som i aktivitetssentrene til ulvene, og at det var størst overlapp mellom planlagte turbinplasseringer og ulvenes aktivitetscenter i hiperperioden, litt mindre senere på sommeren, og minst om vinteren.

I mangel på tilgang til GPS-merkede jerver som overlappet med planlagte eller etablerte vindkraftverk analyserte vi høydebruken til GPS-merkede jerver i områder uten vindkraftanlegg. Ynglende tisper i hiperperioden foretrakk høyereliggende områder, og deres hi var oftest i de høyeste områdene innenfor deres hjemområde. Denne seleksjonen for høyereliggende områder førte derimot ikke til at jerven brukte arealene med mest vind, og gjennomsnittlig vindhastighet i jervens selekterte områder syntes å være lavere enn det som regnes som tilstrekkelig for vindkraftutbygging. Våre foreløpige konklusjoner er likevel at jerven som art, og da spesielt i potensielle yngleområder, bør være høy-aktuell med tanke på fremtidige vurderinger og konsekvensutredninger av landbasert vindkraftutbygging i skandinavisk utmark.

Vi gjennomførte en nettbasert, anonym spørreundersøkelse som var rettet mot et utvalg av jegere i Värmlands og Dalarnas län i Sverige og fem kommuner lengst øst i Innlandet fylke i Norge. Totalt 656 jegere svarte. Resultatene viser at vindkraftverk på eller i tilknytning til eget jaktfelt oppleves av mange jegere som betydelig negativt for både jaktutførelsen og naturopplevelsen forbundet med elgjakta. Et klart flertall av de spurte hadde en negativ innstilling til fortsatt utbygging av vindkraft generelt, og denne negative innstillingen ble enda tydeligere når det gjaldt utbygging på eller i tilknytning til eget jaktfelt. Våre resultater viser også at det finnes en mer negativ holdning til utbygging av vindkraft generelt hos de norske enn de svenske jegerne.

En analyse av jaktstatistikk fra elgforvaltningsområder med vindturbiner viste en lavere elgavskyting i vald eller elgjaktområder med mange turbiner og når de er nærmere vindturbinene, spesielt i anleggsfasen. Mulige årsaker til dette kan være lavere elgtetthet i nærheten av vindturbiner fordi elgen unngår disse områdene, og/eller redusert avskyting fordi jegerne velger å jakte mindre i områder med vindturbiner. I arealmessig større forvaltningsenheter (elgforvaltningsområder i Sverige) var effekten av vindkraft mindre og andre faktorer (for eksempel tetthet av ulv og bjørn) hadde sterkere innflytelse på den totale avskytingen.

De gjennomførte pilotstudiene peker på et stort behov for ny forskningsbasert kunnskap for å avdekke effekter av vindkraftutbygging på vilt og jakt. Det krever langtidsstudier med et før-under-etter design, inkludert studier på dyrs atferdmessige og fysiologiske respons.

Emneord: Elg, elgjakt, GPS, jerv, møkketelling, områdebruk, spørreundersøkelse, ulv, vindkraft

Sammanfattning

Som ett led i skiftet mot grönare energi sker det numera en omfattande utbyggnad av vindkraft i Skandinavien. Etablering av vindkraftverk leder till miljöförändringar i form av hyggen, infrastruktur som turbiner, transformatorer och kraftledningsgator, och ett nytt eller utvidgat vägnät. Turbinen och rotorbladen medför ökad dödlighet hos fåglar, och genererar ljud och flimmer av reflekterande solljus och skuggor. Dessutom kan det vara risk för iskast i närheten av turbinerna om vintern. Det är relativt lite studerat hur vindkraftutbyggnaden påverkar vilt och jakt i Skandinavien. I GRENSEVILT 2 projektet hade vi möjlighet att utföra flera pilotstudier på möjliga effekter av vindkraftutbyggnad på älg, varg, järv och älgjakt, bland annat eftersom Kjølberget Vindkraftverk blev byggt vid riksgränsen på norska sidan i norra Finnskogen under projektperioden.

En älgspillningsinventering vid Kjølberget Vindkraftverk visade på en möjlig negativ effekt av anläggningsarbetet som skedde under sommaren 2021 på fördelningen av älg. Detta mönster sammanfaller med områdesutnyttjandet för två GPS-märkta älgkor som bägge hade sina sommarområden vid vindkraftverket. Den ena höll sig borta från turbinerna under 2021 och den andra stod oftast i närheten av turbinerna nattetid och på senhösten när anläggningsarbetet var över.

För varg har vi undersökt om områden med planerad vindkraftsutbyggnad inom den skandinaviska vargpopulationens utbredningsområde sammanfaller med viktiga varghabitat, för att kunna bedöma i vilken utsträckning vindkraftutbyggnad kan förväntas påverka vargens användning av sin livsmiljö. Vi fann att de planerade turbinplatserna låg såväl i periferin som i vargarnas aktivitetscentra och att det var störst överlapp mellan planerade turbinområden och vargarnas aktivitetscentra under lyeperioden, något mindre under sommarperioden, och minst på vintern.

I avsaknad av tillgång till GPS-märkta järvar som överlappade med planerade eller etablerade vindkraftverk, analyserade vi höjdanvändningen av GPS-märkta järvar i områden utan vindkraftverk. Reproducerande järvhonor under ynglingsperioden föredrog högre höjder, och deras lyor låg oftast i de högsta områdena inom deras hemområde. Detta val av högre belägna områden ledde dock inte till att järven använde de områden med mest vind, eftersom medelvindhastigheten i järvens utvalda områden var lägre än vad som anses tillräckligt för vindkraftsutbyggnad. Våra preliminära slutsatser är att järven som art, och särskilt i potentiella ynglingsområden, bör vara högaktuell för hänsyn till framtida bedömningar och konsekvensanalyser av vindkraftsutbyggnad på den skandinaviska landsbygden.

Vi genomförde en webbaserad, anonym undersökning riktad till ett urval av jägare i Värmlands och Dalarnas län i Sverige och fem kommuner längs östra delen av Innlandet fylke i Norge. Totalt svarade 656 jägare på undersökningen. Resultaten visar att vindkraftverk på eller i anslutning till de egna jaktmarkerna upplevs av många jägare som väsentligt negativt för både jaktutförande och naturupplevelsen i samband med älgjakt. En klar majoritet av de tillfrågade hade en negativ inställning till fortsatt utbyggnad av vindkraft generellt, och denna negativa attityd blev än mer påtaglig när det gällde utbyggnad på eller i anslutning till de egna jaktmarkerna. Våra resultat visar också att det finns en mer negativ inställning till utbyggnaden av vindkraft generellt bland de norska jämfört med de svenska jägarna.

En analys av jaktstatistik från älgförvaltningsområden med vindkraftverk visade på en minskning av antalet skjutna älgar i älgjaktområden och vald med många turbiner och när närmare till vindkraftverken, särskilt under byggfasen. Möjliga orsaker till detta kan vara lägre älgtäthet i närheten av vindkraftverk genom att älgarna undviker dessa områden, och/eller minskad avskjutning för att jägarna väljer att jaga mindre i områden med vindkraftverk. I till ytan större förvaltningsenheter (älgförvaltningsområden i Sverige) var effekten av vindkraft mindre och andra faktorer (till exempel täthet av varg och björn) hade starkare påverkan på den totala avskjutningen.

De genomförda pilotstudierna pekar på ett stort behov av ny forskningsbaserat kunskap för att förstå effekter av vindkraftsutbyggnad på vilt och jakt. Detta kräver studier under längre tidsperioder med en före-under-efter-design, och inkluderar studier av djurens beteende och fysiologi.

Ämnesord: Älg, älgjakt, GPS, järv, spillningsinventering, områdesbruk, enkätundersökning, varg, vindkraft

Abstract

As part of the green transition, substantial wind power development is currently taking place in Scandinavia. The establishment of wind power plants leads to environmental changes in the form of logging, infrastructure such as turbines, transformers, and power lines, and a new or improved road network. The turbines and rotor blades generate noise and flicker from reflected sunlight and shade, and result in increased mortality in birds. In addition, there may be a risk of ice throw from the turbines. Little is known about wind power development effects on wildlife and hunting in Scandinavia. In the GRENSEVILT 2 project, we had the opportunity to carry out pilot studies on the possible effects of wind power development on moose, wolves, wolverines, and moose hunting, partly due to the construction of Kjølberget Wind Power Plant at the Norwegian side of the national border in northern Finnskogen area during 2019-2021.

Moose pellet counts at the Kjølberget Wind Power Plant indicated a possible negative effect of the construction work that took place in the summer of 2021 on the distribution of moose. This pattern coincides with the area use of the two GPS-marked moose cows that both had their summer areas at the power plant. One stayed away from the turbines in 2021 and the other was most often in close proximity to the turbines at night and in late autumn when the construction work was over.

As for wolves, in order to assess the extent to which wind turbines can be expected to affect the wolf's habitat use we investigated whether areas with planned wind power development within the range of the Scandinavian wolf population coincide with important wolf habitat. We found that planned turbine locations were on the periphery as well as in the activity centers of the wolves, and that there was greatest overlap between planned turbine locations and the wolf activity centers during the denning period. The overlap was slightly less late in the summer, and least in the winter.

In the lack of access to GPS-collared wolverines that overlapped with planned or established wind power plants, we analyzed the elevation use of GPS-collared wolverines in areas without wind power plants. Reproducing females during the denning period preferred higher elevations, and their dens were most often at the highest elevations within their home ranges. However, this selection for higher elevation areas was not reflected in a disproportionate use of areas with more wind, and the average wind speed in areas selected by wolverines was below what is considered sufficient for wind power development. Nevertheless, our preliminary conclusions are that the wolverine as a species, and especially in potential breeding areas, should be highly topical with regard to future assessments of impact of land-based wind power development in the Scandinavian countryside.

We conducted a web-based, anonymous survey aimed at a selection of hunters in Värmland and Dalarna counties in Sweden, and five municipalities in the far east of Innlandet county in Norway. A total of 656 hunters responded. The results show that many hunters perceive wind turbines on or adjacent to their own hunting grounds as significantly negative for both the hunting performance and the nature experience associated with moose hunting. A clear majority of those questioned had a negative attitude towards the continued development of wind power in general, and this negative attitude became even more evident when it came to development on or in proximity to their own hunting grounds. Our results also indicate that there is a stronger negative attitude towards wind power development in general among the Norwegian than the Swedish hunters.

An analysis of hunting statistics from moose management areas at wind power plants indicated a low number of moose shot in hunting areas with many turbines and in close proximity to wind power plants, especially during the construction phase. As possible reasons, we discuss reduced moose density in close proximity to wind power plants because moose avoid these areas, and/or reduced harvest because hunters choose to hunt less in areas with wind power plants. In large moose

management areas, the effect of wind power plants on moose harvest was less pronounced, and other factors, such as density of wolves and bears, had a larger impact.

Our pilot studies point to a great need for research to uncover the effects of wind power development on wildlife and hunting. This requires long-term studies with a before-during-after design, including studies on the behavioral and physiological responses of wild animals to wind power development.

Keywords: Moose, moose hunting, GPS, wolverine, pellet counts, area use, survey, wolf, wind power

Forord

GRENSEVILT 2 er et samarbeidsprosjekt mellom Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Høgskolen i Innlandet (INN), Länsstyrelsen Värmland, Länsstyrelsen Dalarna, Trysil kommune, Våler kommune og Åsnes kommune. Prosjektet er finansiert av Interreg Sverige-Norge, Innlandet fylkeskommune, Naturvårdsverket, Miljødirektoratet, Svenska Jägareförbundet, Statsforvalteren i Innlandet, SLU, INN, Länsstyrelsen Värmland, Länsstyrelsen Dalarna, Trysil kommune, Våler kommune og Åsnes kommune. Prosjektet har utarbeidet to vitenskapelige rapporter, en veiledning for grenseoverskridende viltforvaltning (GrenseFORUM), en felles kartportal (GrenseGIS), åtte kartfortellinger og en film. Dessuten har prosjektet publisert en populærvitenskaplig artikkel, en vitenskapelig artikkel, en doktoravhandling og videoer i prosjektets [Youtube-kanal](#). Lenker til disse finnes på [prosjektets hjemmeside](#). Utover dette finnes sluttrapporteringen til Interreg Sverige-Norge der vi redegjør for alle aktiviteter innenfor GRENSEVILT 2 sin prosjektperiode.

Sluttrapport

GRENSEVILT 2 – Sluttrapport till Interreg Sverige-Norge

Camilla Wikenros, Barbara Zimmermann, Ane Eriksen, Anders Esselin, Maria Falkevik, Pia Knøsen Lund, Øivind Løken, Jonas Nordström, Håkan Sand & Petter Wabakken

Vitenskapelige rapporter

Gränsöverskridande älgförvaltning – Ekologiska förutsättningar

Giorgia Ausilio, Barbara Zimmermann, Håkan Sand, Camilla Wikenros, Ane Eriksen, Petter Wabakken, Kristoffer Nordli, Erlend Furuhovde, Erling Maartmann, Olivier Devineau, Malin Aronsson & Karen Marie Mathisen

Vilt i vind – Pilotstudier om vindkraftutbyggingens påvirkninger på elg, ulv, jerv og elgiegere

Barbara Zimmermann, Camilla Wikenros, Ane Eriksen, Håkan Sand, Petter Wabakken, Cecilia Di Bernardi, Cecilie Dyngeland, Erling Maartmann, Kristoffer Nordli, Erik Berg, Philip Helleberg, Trym Eirik Jakobsen, Signe Lund & Cecilia Miltz

Veiledning

GrenseFORUM – Förslag till samarbetsplattform för en gränsöverskridande viltförvaltning i gränsområdet mellan Värmlands och Dalarnas län i Sverige och Innlandet fylke i Norge

Anders Esselin & Maria Falkevik (red.)

GrenseFORUM – Forslag til samarbeidsplattform for en grenseoverskridende viltforvaltning i grenseområdet mellom Värmlands og Dalarnas län i Sverige og Innlandet fylke i Norge

Anders Esselin & Maria Falkevik (red.), oversatt fra svensk av Naturdata.

Kartportal

GrenseGIS

Kartfortellinger

- Om GRENSEVILT
- Viltförvaltning i Sverige och Norge
- Älgvandring
- Älgjakt på rätt tid och plats
- Minskade betesskador i skog
- Älg och varg
- Vargförvaltning i gränsland
- Vilt och vindkraft

Film

GRENSEVILT – En satsning på gränsöverskridande viltförvaltning

Innehållsförtegnelse

Sammendrag	3
Sammanfattning	5
Abstract	7
Forord	9
Innehållsförtegnelse	11
1. Vindkraftutbygging i barskogen	13
2. Elgens fordeling og områdebruk ved Kjølberget vindkraftverk	15
2.1 Bakgrunn	15
2.2 Metoder	15
2.2.1 Studieområde	15
2.2.2 Elgmøkk telling	16
2.2.3 GPS-elgers områdebruk	17
2.3 Resultater og diskusjon	18
2.3.1 Fordeling av elgmøkk	18
2.3.2 Områdebruk til elgkyrne E1917 og E2106	20
2.4 Konklusjon	22
3. Ulvers bruk av områder som er planlagt utbygget for vindkraft	24
3.1 Bakgrunn	24
3.2 Metoder	24
3.3 Resultater	27
3.4 Diskusjon	29
4. Jerv, høydegradient og vind i barskog	30
4.1 Bakgrunn	30
4.2 Metoder	30
4.2.1 Studieområde	30
4.2.2 Fangst, radiomerking og datainnsamling	31
4.2.3 Analyser	32
4.3 Resultater og diskusjon	32
5. Enkätundersökning om vindkraftens påverkan på älgjakt	35
5.1 Bakgrund	35
5.2 Metoder	35
5.3 Resultat	37
5.3.1 Urval av respondenter	37
5.3.2 Avstånd och effekter av vindturbiner på syn och hörsel	37
5.3.3 Förändring i antal jaktdagar, älgobservationer, och skjutna älgar efter utbyggnad av vindkraft	38
5.3.4 Angivna orsaker till förändring i antalet älgobservationer och skjutna älgar	39
5.3.5 Förändring var man jagar och varför	40
5.3.6 Påverkan av ljud från vindturbiner på jaktutförande och naturupplevelse	40
5.3.7 Påverkan av synen från vindturbiner på jaktutförande och naturupplevelse	41
5.3.8 Effekter av ett utbyggt vägnät på jakten	42
5.3.9 Jägarnas generella inställning till vindkraft	43
5.4 Diskussion	44
6. Avskjutning av älg i relation till vindkraftsutbyggnad	46
6.1 Bakgrund	46

6.1.1	Syfte	46
6.2	Metoder	46
6.2.1	Studieområde	46
6.2.2	Avskjutningsstatistik	48
6.2.3	Vindkraft	48
6.2.4	Andra faktorer	48
6.3	Resultat och diskussion	48
6.3.1	Älgförvaltningsområden (ÄFO) i Sverige.....	48
6.3.2	Älgjaktområden (ÄJO) i Sverige och vald i Norge	49
6.4	Konklusion	50
7.	Konklusjoner og forskningsbehov.....	52
8.	Takk.....	53
	Litteraturliste.....	54

1. Vindkraftutbygging i barskogen

Vindkraft er en viktig pilar i det grønne skiftet, som har som mål å fase ut bruk av fossil energi til fordel for fornybare energikilder. Per i dag utgjør vindkraft 10% og 17% av all energiproduksjon i henholdsvis Norge¹ og Sverige², og det finnes planer om å øke denne andelen ytterligere. De to landene hadde pr. 2022 til sammen 6546 vindturbiner i drift. De fleste vindkraftverk finnes langs den norske og den svenske kysten, men omfanget av utbygging i sentrale barskogområder har også økt (Figur 1).

Et vindkraftverk består ikke bare av godt synlige turbiner som kan være mer enn 200 m høye og som genererer støy. Det består også av et veinett som forbinder turbinene i kraftverksområdet, en tilgangsvei til kraftverket og en kraftgate bestående av store master og kabler. Til sammen er det mye ny infrastruktur som fører til tap av opprinnelig natur og som stykker opp landskapet i mindre fragmenter.

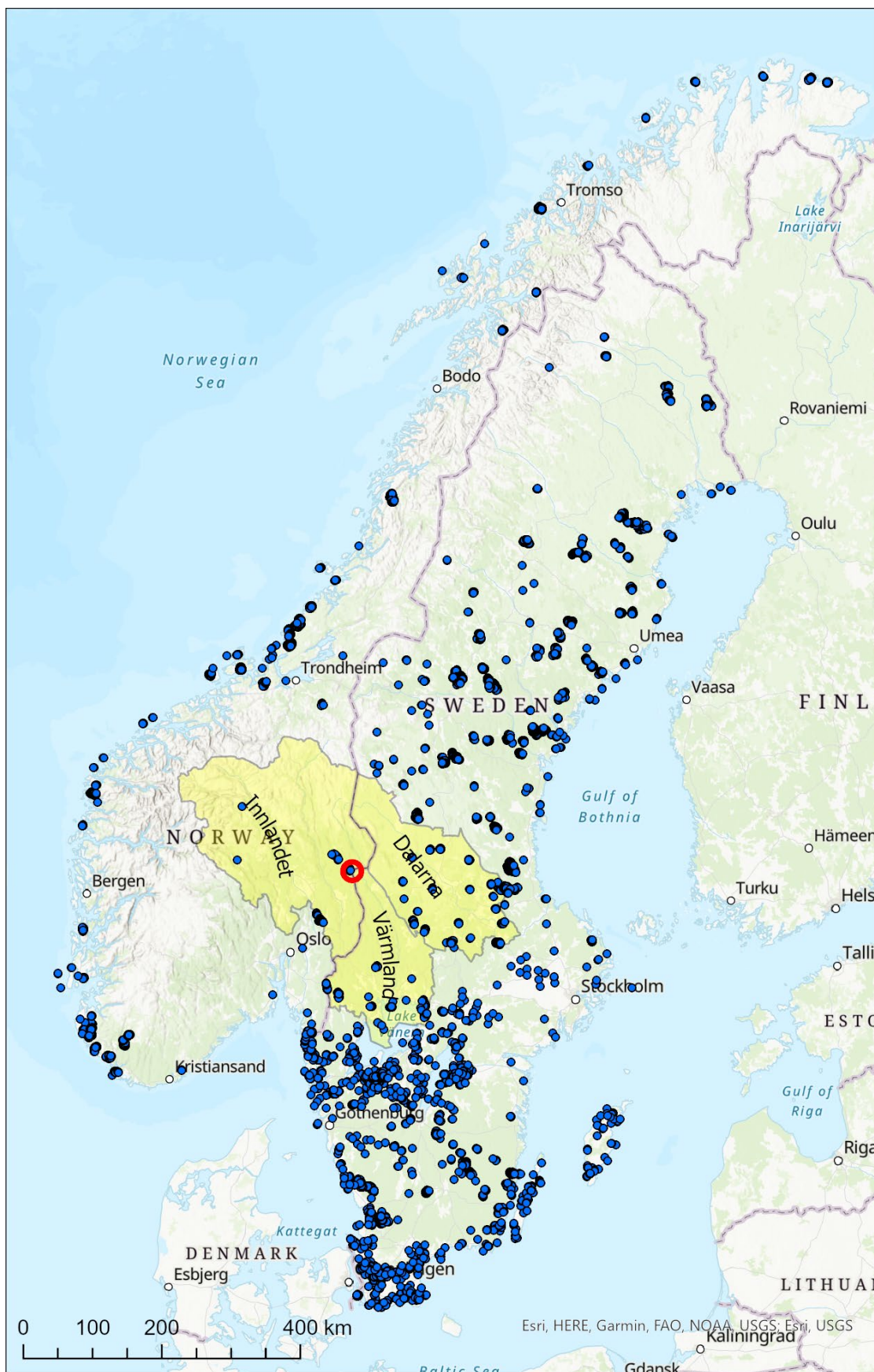
Effektene av vindkraftutbygging på dyrelivet er mange og kan deles inn i direkte og indirekte påvirkninger. Direkte påvirkninger oppstår når for eksempel fugler kolliderer med turbinene, rotorbladene og kraftkablene³. Støy fra rotorbladene og turbinene kan svekke artenes kommunikasjonsvevne⁴, som vist for jordekorn i California⁵. Denne sosiale arten bruker varslingsrop når et rovdyr er i nærheten, og en studie viste at jordekorn i et vindkraftanlegg brukte mer tid til å holde vakt, sammenlignet med en uforstyrret koloni, trolig fordi deres kommunikasjon var hindret av støyen. Det er uklart om vibrasjoner og flimrer fra sollysrefleksjon og skyggekast kan påvirke dyrelivet⁶. Spesielt i anleggsfasen kan direkte forstyrrelse være en viktig faktor for hvorfor dyr unngår områder i nærheten av turbinene, slik som vist for tamrein i Sverige⁷.

Indirekte påvirkninger oppstår når for eksempel et utbygd veinett fører til økt menneskelig ferdsel, som da igjen kan gjøre dyr mer utsatt for forstyrrelse, fangst og jakt. Noen arter, og da spesielt jaktbare viltarter, skyr unna veier på dagtid, som vist for elg i jaktida⁸, trolig som en respons på en økt risiko for å bli skutt. Andre arter kan utnytte et utbygd veinett til å forflytte seg raskere for eksempel under matsøk. En studie fra Skandinavia viste at ulver brukte skogsbilveier aktivt om natten når de var på jakt etter mat⁹. Dermed kan økt fragmentering av landskapet på grunn av veier og kraftgater medføre økt press på byttedyrbestandene. Habitatstap og fragmentering som kommer med vindkraftanlegg¹⁰ er viktige faktorer som kan påvirke viltbestander, og med det næringsnettet i økologiske samfunn.

Til tross for at det finnes mye informasjon om vindkraftutbyggingens påvirkning på fugler og flaggermus, er det til en mindre grad undersøkt hvordan ikke-flyvende pattedyr responderer på denne type infrastruktur¹¹. Mange studier er pilotstudier der man har data fra kun ett vindkraftverk, og det kan være grunnen til at få studier er publisert i vitenskapelige tidsskrifter. Et unntak er studiene utført i Sverige på tamrein, der forskerne har vist at reinen skifter sine hjemmeområder vekk fra vindkraftanlegg, velger kalvingsplasser lenger unna og oppholder seg mindre i nærheten av turbinene¹².

I et litteratursøk etter studier på viltarter som forekommer i Skandinavia klarte vi ikke å finne fagfelle-vurderte studier på hverken elg eller jerv. Derimot finnes det en studie fra Polen som viste at stressnivået hos rådyr var forhøyet ved store vindkraftanlegg med mer enn 18 turbiner¹³. En studie fra Portugal viste at ulv ved vindkraftanlegg hadde lavere reproduksjon og skiftet hi plassering vekk fra turbinområder, trolig på grunn av økt menneskelig forstyrrelse¹⁴.

Målet med delprosjektet «Vilt i vind» i det toårige prosjektet GRENSEVILT 2 var å komme i gang med pilotstudier på vindkraftutbyggingens effekter på elg (kapittel 2), ulv (kapittel 3) og jerv (kapittel 4). Vi var også interessert i hvordan elgjegerne påvirkes av utbyggingen, om de endrer jaktinnsats og måten å jakte på (kapittel 5), og om slike endringer kan bli synlige i jaktstatistikken (kapittel 6).



Figur 1. Oppførte vindturbiner i Norge¹⁵ og Sverige¹⁶ per november 2022. Den røde ringen markerer Kjølberget vindkraftverk som inngikk i pilotstudier på elg (kapittel 2). Programområdet Indre Skandinavia til Interreg Sverige-Norge i gult.

2. Elgens fordeling og områdebruk ved Kjølberget vindkraftverk

2.1 Bakgrunn

Det mangler fagfelleverderte studier på hvordan elg påvirkes av pågående vindkraftutbygging i verdens barskogregioner. Både støy og vibrasjoner kan tenkes å påføre elgen stress, men trolig er menneskelig forstyrrelse forbundet med anleggsarbeid og økt trafikk på veinettet enda viktigere faktorer for hvor elgen velger å oppholde seg. At elg kan oppfatte menneskelig forstyrrelse som en fare bunner i at jakt er den viktigste dødsårsaken for elg^{17,18}. En nylig studie fra GRENSEVILT's studieområde viser at jegere foretrekker å jakte nær skogsbilveier og i åpne områder⁸, som gjør slike habitatstyper mer risikable for elgen. Som en tilpasning til varierende risiko i landskapet unngikk de GPS-merkede elgene i studien å oppholde seg nære vei, spesielt på dagtid i jaktsongen⁸. Infrastruktur i elgens leveområder og menneskelig forstyrrelse forbundet med infrastrukturen kan dermed føre til at elgen fordeler seg annerledes i landskapet enn i inngrepsfrie områder, noe som også er vist i andre studier¹⁹⁻²¹.

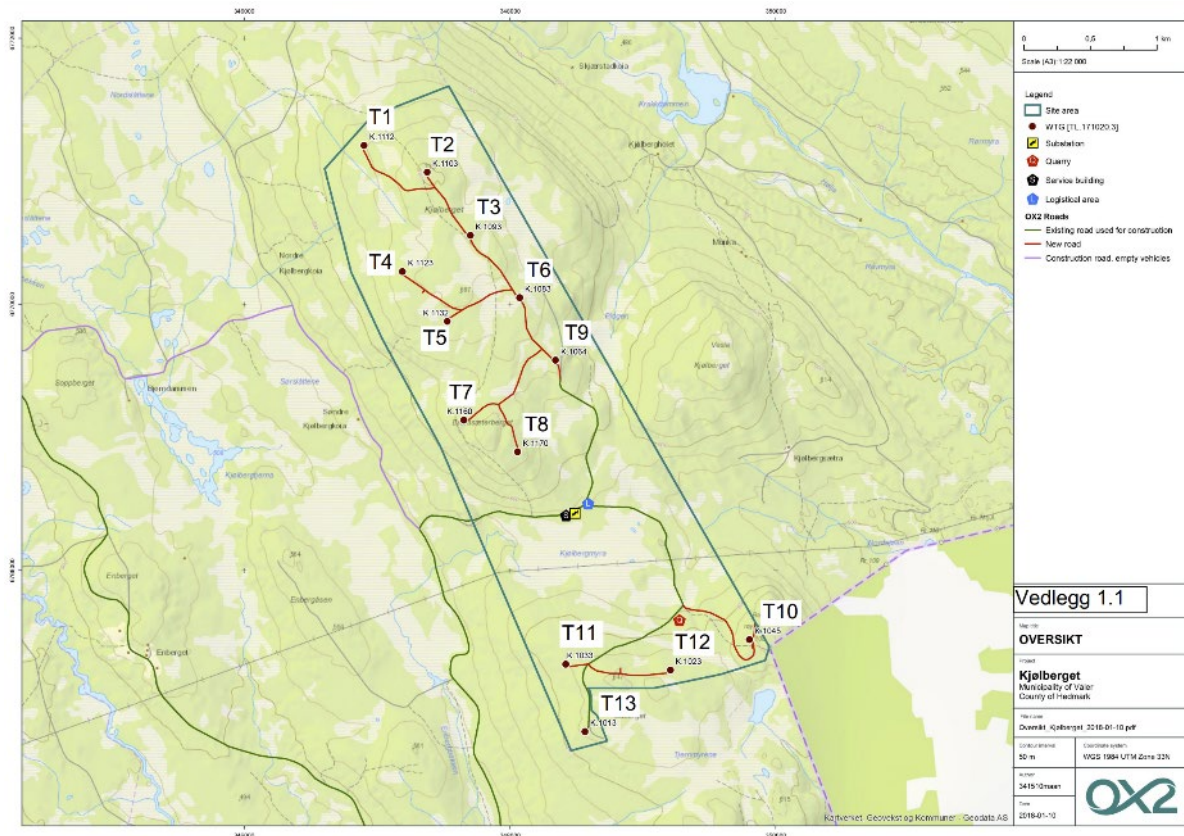
Midt i hjertet av studieområdet til GRENSEVILT ble det bygget et vindkraftverk mens prosjektet pågikk (Figur 1). Det åpnet for muligheten til å studere elgens områdebruk og fordeling under og etter utbygging. Den korte prosjektperioden på to år samt at vi bare fikk undersøkt ett vindkraftanlegg gjør denne studien til en pilotstudie med begrenset mulighet til å generalisere, men kan likevel betraktes som et viktig bidrag til å utvikle fremtidige, mer omfattende studier.

2.2 Metoder

2.2.1 Studieområde

I dette pilotprosjektet brukte vi Kjølberget vindkraftverk og tilgrensende områder som studieområde, totalt 75 km². Kraftverket ligger i Våler kommune, rett ved grensen til Elverum og Trysil kommuner, samt riksgrensen til Sverige (Figur 1). Det består av 13 turbiner med en høyde på 220 m inkludert turbinbladene²², fordelt over et areal på rundt 8 km² (Figur 2). Turbinene står på åsryggene Kjølberget (705 moh.), Bråtåsæterberget (643 moh.) og Bruberget (647 moh.). Utbyggingen begynte i mai 2019 med avvirkning av skog, utbedring av det eksisterende veinettet og bygging av 6 km med nye veier til turbinpunktene. På høsten 2019 ble fundamentene for turbinene støpt, og turbinene ble satt opp i løpet av 2020 og fram til sommeren 2021. De siste turbinene ble endelig satt i drift i slutten av oktober 2021. På våren 2022 ble det gjennomført noen miljøtiltak, slik som restaurering av grøftekanter²².

Området ved Kjølberget er preget av snørike vintre, som gjør at elgen trekker vekk når snøen blir dyp²³. Trekket til lavereliggende, snøfattige vinterbeiteområder lenger sør foregår vanligvis i desember-januar²⁴. Etter snøsmeltingen i månedsskifte april-mai kommer trekkende elg tilbake til Kjølbergetraktene, i god tid før kalvingstiden. Elgene bruker gjerne de samme hjemmeområdene hvert år gjennom sommeren og høsten, før økende snømengder igjen tvinger dem sørover.



Figur 2. Kjølbjerget vindkraftverk (8 km²) beliggende ved riksgrensen består av 13 turbiner og 6 km nye anleggsveier. Kartet er fra sluttrapporten til utbygger Austri Kjølbjerget DA²².

2.2.2 Elgmøkk telling

Vi la et rutenett delt inn i celler på 1 km² over området med turbiner og 3 – 4 km utover kraftverkets utstrekning. I cellenes senter plasserte vi fem prøveflater arrangert som femmeren på en terning, der avstanden mellom de ytre flatene var 50 m. Fem slike prøveflater vil herfra betegnes som rute. Prøveflatene hadde en radius på 5,64 m, som tilsvarer et areal på 100 m². Hvis noen av prøveflatene til en rute ble liggende i vann eller på vei, flyttet vi hele ruten 50 eller 100 m mot nord, øst, sør eller vest. Totalt la vi ut 75 ruter, eller 375 prøveflater.

Vi oppsøkte prøveflatene både på våren etter snøsmelting og om sensommeren før elgjakta, i de to årene 2021 og 2022. På prøveflatene søkte vi systematisk etter møkkhauger fra elg, ved å gå fram og tilbake mellom sentrum og ytterkanten av prøveflaten, først med og deretter mot klokka (Figur 3). Møkkhaugene ble fjernet etter optelling, slik at vi unngikk dobbeltregistrering ved neste telling.

Vi korrigererte for de ulike tidsintervallene til de fire telleperiodene ved å dele antall møkkhauger med antall dager per periode. Vi brukte en defekasjonsrate på 14 hauger per elg og døgn²⁵ for å estimere tettheten av elg i området. For å finne ut hvilke faktorer som forklarte fordelingen av elgmøkk, brukte vi negativ binomiale regresjonsmodeller. Som forklaringsvariabler brukte vi rutens avstand til nærmeste turbin og vei, terrengets helningsgrad og solinnstråling, og andelen ungskog og myr i det nærmeste området rundt prøveflatene. Høyde over havet ble ikke testet, da denne variabelen var sterkt korrelert med avstand til turbinene. En nærmere beskrivelse av disse variablene finnes i en tidligere GRENSEVILT-rapport²³.



Figur 3. Elgmøkkteiling ved Kjølberget vindkraftverk.

2.2.3 GPS-elgers områdebruk

Elgku E1917, merket i februar 2019, og elgku E2106, merket i mars 2021 med GPS-halsbånd²⁴, var begge vandringselger som hadde sommerområder som delvis overlappet med Kjølberget vindkraftverk. Vi har beregnet deres områdebruk ved hjelp av Brownian bridge-metodikken. Denne tar hensyn til hvordan dyrene beveger seg i landskapet og beskriver bruksintensiteten i ulike deler av leveområdet. Vi beregnet elgkyrnes avstand til nærmeste turbin og andelen av posisjoner som var nærmere enn 225 m, som tilsvarer høyden på turbinene. Dessuten gjennomførte vi en habitatvalganalyse for de to elgene. Vi sammenlignet habitatet ved elgposisjonene med habitatet ved tilfeldige punkter i elgenes hjemmeområder og brukte generelle, blandete modeller for å beregne sannsynligheten for områdebruk langs ulike habitatgradienter, med atskilte modeller for dag og natt. Som habitatsvariabler brukte vi avstand til nærmeste infrastruktur (vei, turbin eller kraftlinje), høyde over havet, helningsgrad, solinnstråling og en forenklet vegetasjonsvariabel, delt inn i ungskog, eldre skog og myr. Kildene til habitatkartene er beskrevet i en tidligere GRENSEVILT-rapport²³.

2.3 Resultater og diskusjon

2.3.1 Fordeling av elgmøkk

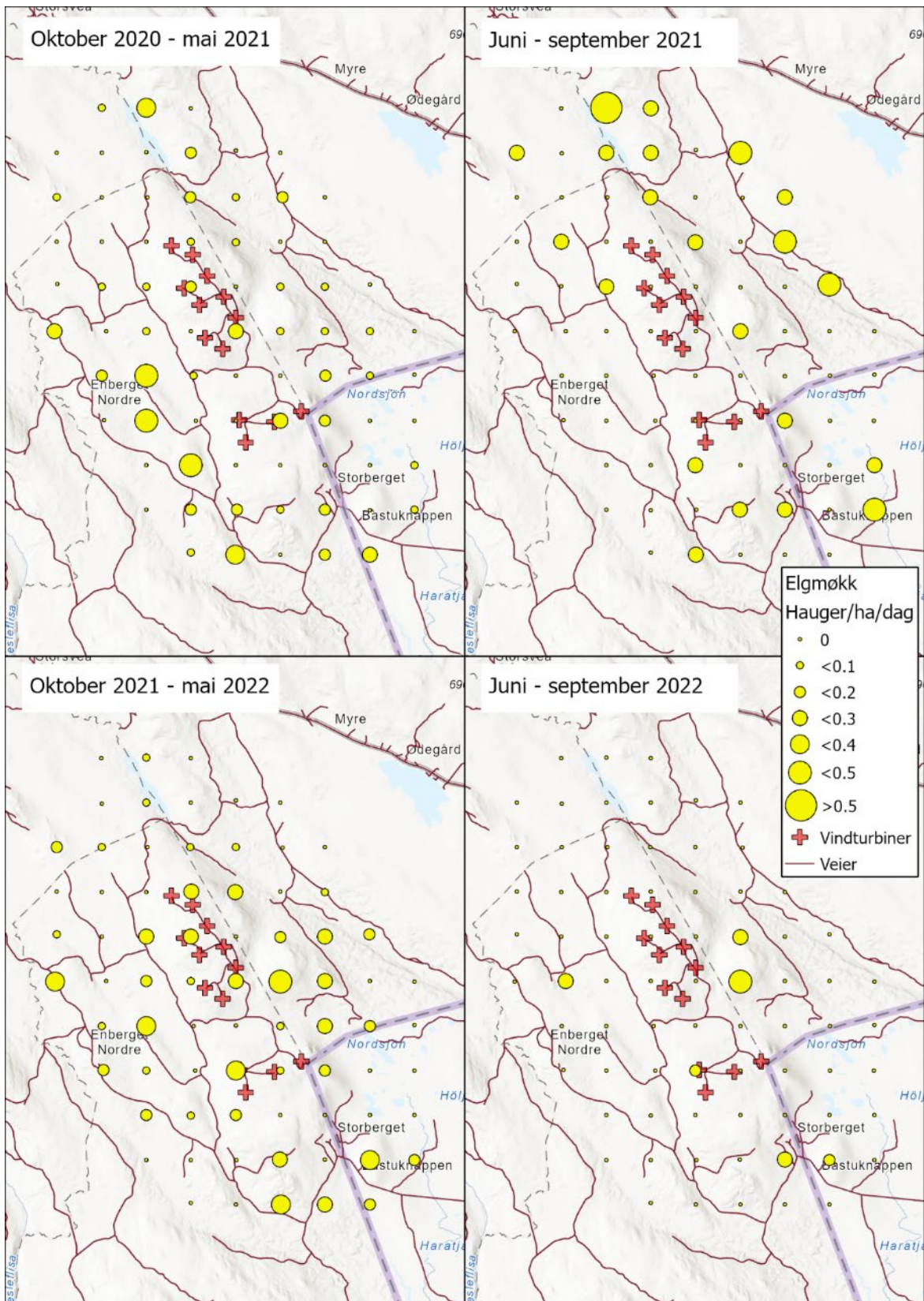
Tettheten av elgmøkkhauger var nokså lik i de første tre tellingene som dekker tidsrommet høst 2020 – vår 2022 (Tabell 1). Estimert elgtetthet i hele studieområdet varierte i dette tidsintervallet mellom 0,59 – 0,69 elg/ km². Derimot fant vi bare veldig få møkkhauger i den siste tellingen høsten 2022, som indikerer en 4,3 - 5,1 ganger lavere elgtetthet sommeren 2022 sammenlignet med de første tre periodene (Tabell 1). Vi vet ikke hva som er årsaken til denne sterke reduksjonen. Det kan skyldes lavere tetthet av elg i området og/eller en økt nedbryting av elgmøkk på grunn av klimatiske forhold. Uansett er det funnet for lite elgmøkk i høsttellingene 2022 for å kunne gjennomføre en romlig analyse av elgfordelingen i denne perioden.

Fordelingen av elgmøkk varierte med årstid (Figur 4). På den kaldere tiden av året (høst – vår) var andelen myr den viktigste forklaringsvariabelen, med mindre møkk i områder med mye myr (Figur 5 A,C). Dette er i samsvar med andre studier på elgens habitatvalg som viser at elg unngår områder med myr²⁶, trolig fordi det er lite mat å finne der samtidig som det er økt risiko for å bli skutt i jakta⁸. Hverken avstand til vindturbinene, andel ungskog, avstand til vei, bratthet eller solinnstråling hadde noe å si for fordelingen av elgmøkk i de samme periodene. Derimot var avstand til turbinene den eneste variabelen som forklarte sommerfordelingen av elgmøkk i 2021 (Figur 5 B). Det var mest møkk langt fra turbinene og minst i umiddelbar nærhet.

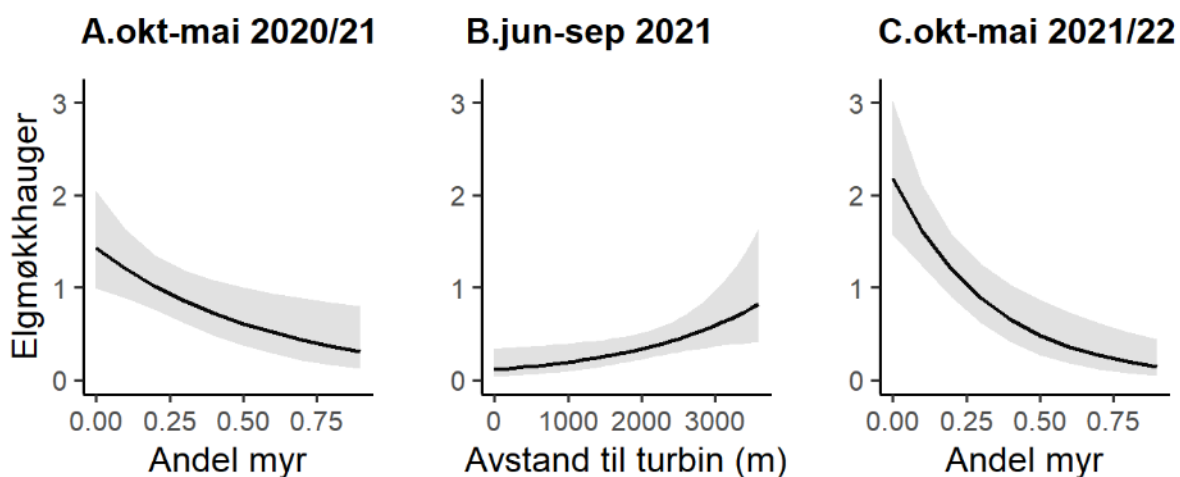
Hvorvidt denne sammenhengen mellom tetthet av elgmøkk og avstand til turbinene er en årsakssammenheng er vanskelig å si. Fordi turbinene ligger på åsryggene, kan det også tenkes at elgen generelt unngikk høyereliggende områder om sommeren, uavhengig av turbinene. Da vi byttet avstand til turbinene ut med høyde over havet i sommermodellene, fant vi ikke noe preferanse for ulike høydelag. Det kan tyde på en effekt av turbinene, som enten kan skyldes selve infrastrukturen eller den økte menneskelige aktiviteten i forbindelse med utbyggingen på sommeren 2021. Andre studier har vist at elg unngår habitat eller områder med høy menneskelig aktivitet¹⁹⁻²¹.

Tabell 1. Sammendrag av de fire møkkellingene som ble utført ved og rundt Kjølberget vindkraftverk i 2021 og 2022. Tidsintervallet, tetthet av elgmøkk og estimert tetthet av elg er oppgitt som gjennomsnitt ± 95% konfidensintervall.

År	Årstid	Tidsintervall (dager)	Møkkhauger elg	Tetthet elgmøkk (hauger/ha/dag)	Tetthet elg (elg/km ²)
2020-2021	Høst-vår	247 ± 1,2	76	0,082 ± 0,025	0,59 ± 0,18
2021	Sommer	82 ± 1,4	27	0,088 ± 0,036	0,63 ± 0,26
2021-2022	Høst-vår	272 ± 2,8	98	0,097 ± 0,027	0,69 ± 0,19
2022	Sommer	99 ± 2,9	7	0,019 ± 0,016	0,13 ± 0,11



Figur 4. Tetthet av elgmøkkhauger i de fire periodene høst 2020 - vår 2021, sommer 2021, høst 2021 - vår 2022, og sommer 2022 ved Kjølberget vindkraftverk. Det var mye byggeaktivitet i 2020-2021, og samtlige turbiner var i drift fra høsten 2021.



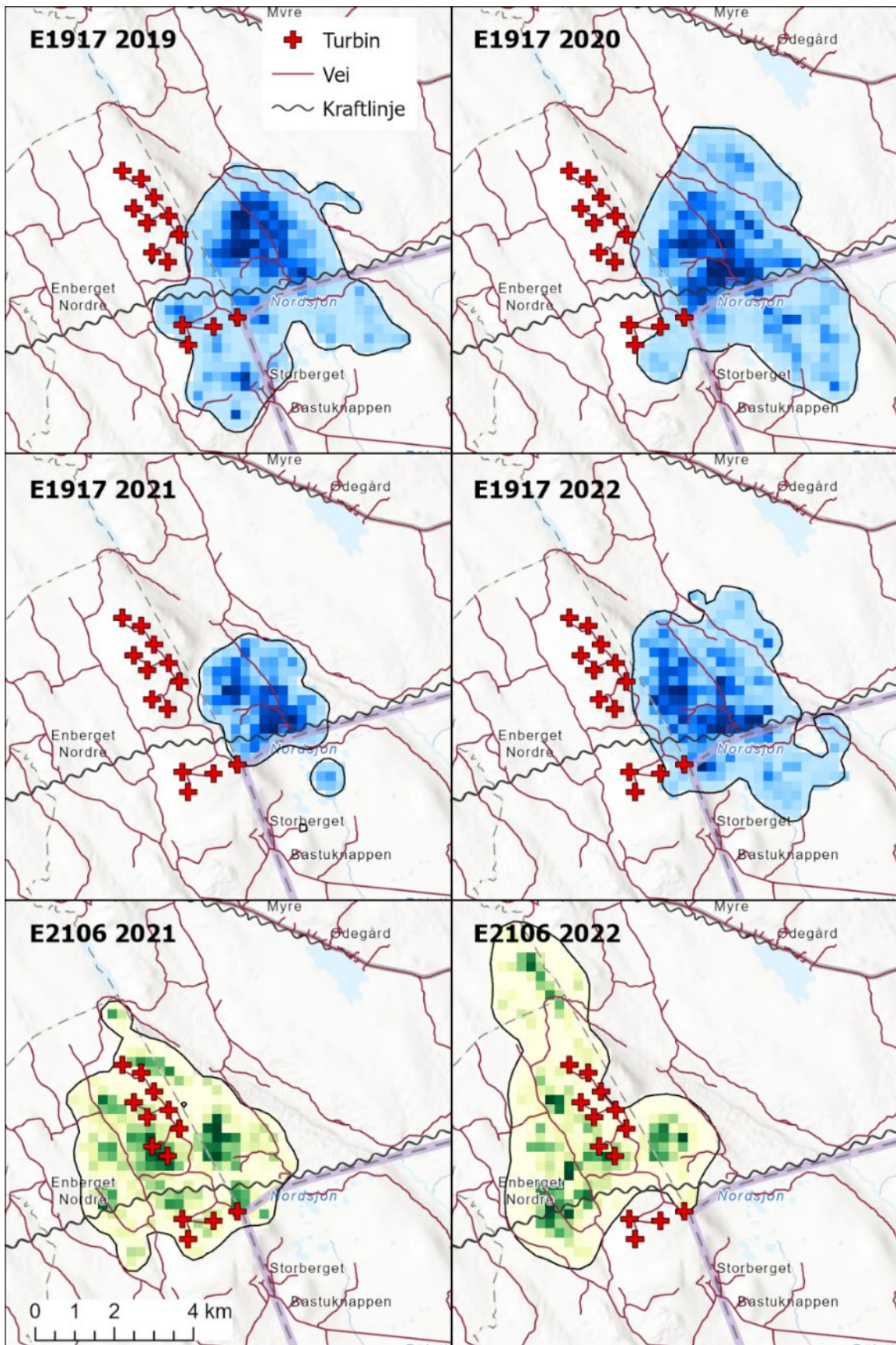
Figur 5. Sammenheng mellom tetthet av elgmøkkhauger ved og rundt Kjølberget vindkraftverk og ulike forklaringsvariabler for periodene høst 2020 - vår 2021 (A), sommer 2021 (B), og høst 2021 - vår 2022 (C).

2.3.2 Områdebruk til elgkyrne E1917 og E2106

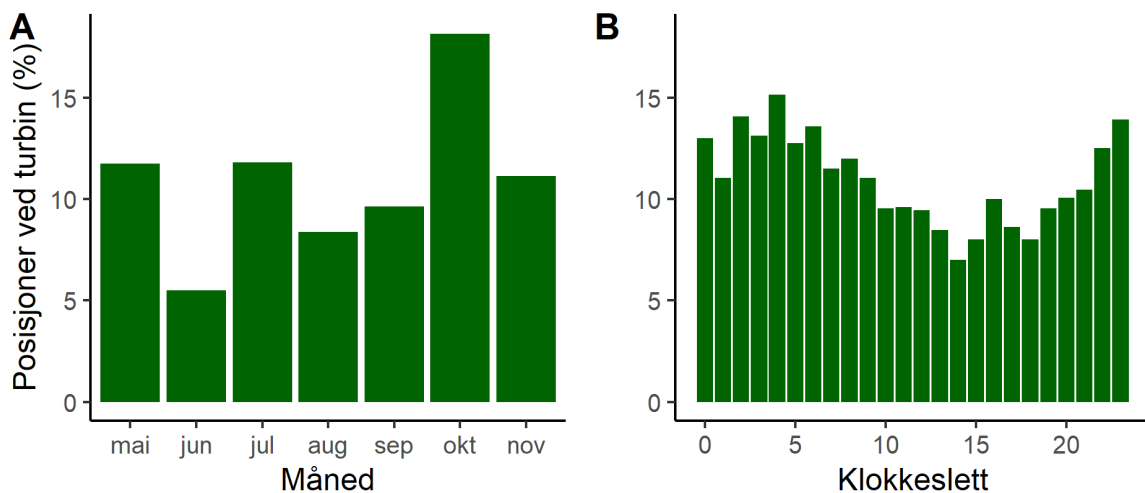
Elgku E1917, som var merket med GPS-halsband i 2019-2022, hadde sitt hjemmeområde øst for Kjølberget (Figur 6). I 2019, når veinettet ble bygget og fundamentene støpt på senhøsten, overlappet hennes hjemmeområde med de fire sørlige turbinplasseringene. Overlappet minsket i 2020 og omfattet kun de to østlige turbinene, som ble ført opp i september 2020 samtidig med de fleste andre turbinene. I 2021 holdt elgkua seg helt utenfor anleggsområdet. Da ble de siste tre turbinene satt opp og driften kom i gang. I 2022 brukte hun igjen området ved de to østlige turbinene. Hennes områdebruk kan tyde på at hun unngikk nærhet til turbinene mens det foregikk anleggsarbeid, men at hun begynte å bruke igjen området da arbeidet var avsluttet og kraftverket var i drift.

Elgku E2106 derimot, som var GPS-merket i 2021-2022, brukte området ved vindkraftanlegget mye, spesielt i 2021 (Figur 6). Da var 11% av hennes posisjoner nærmere enn 225 m fra turbinene, og den nærmeste posisjonen var bare 42 m unna en turbin. Hun brukte signifikant mindre tid ved turbinene i kalvingstiden i juni (5,5% av alle posisjoner i juni), sammenlignet med de andre månedene (Figur 7A). At elgkyr unngår kilder til menneskelige forstyrrelser i kalvingstiden er kjent fra før²⁷. I oktober brukte hun nesten en femtedel av sin tid ved turbinene, noe som er signifikant høyere enn i de andre månedene. Det kan skyldes at det på dette tidspunktet var lite trafikk og byggeaktivitet igjen, fordi den siste turbinen ble satt opp i begynnelsen av juli 2021. Avskoging ved turbinplassene og veiene to år tidligere kan ha ført til bedre næringstilgang for elgkua i nærheten av infrastrukturen. Man kan også tenke seg at elgkua oppsøkte nærhet til turbinene under elgjakta, da det er mindre jakttrykk i nærheten av installasjoner. Uansett er det vanskelig å generalisere våre observasjoner, da det bare er tilstrekkelig data fra én elg i ett år.

Hvor ofte elgkua E2106 oppholdt seg i nærheten av turbinene varierte også med tid på døgnet: Kua brukte mest tid ved turbinene nattetid, og mindre på dagtid (Figur 7B). Dette kan tyde på at elgkua unngikk menneskelig forstyrrelse som skyldes utbyggelsen i 2021.



Figur 6. Hjemmeområder til elgkyrne E1917 (blå) i 2019 - 2022 og E2106 (grønn) i 2021 - 2022, for perioden april - november. Mørkere farger viser områder som elgkyrne brukte mest.



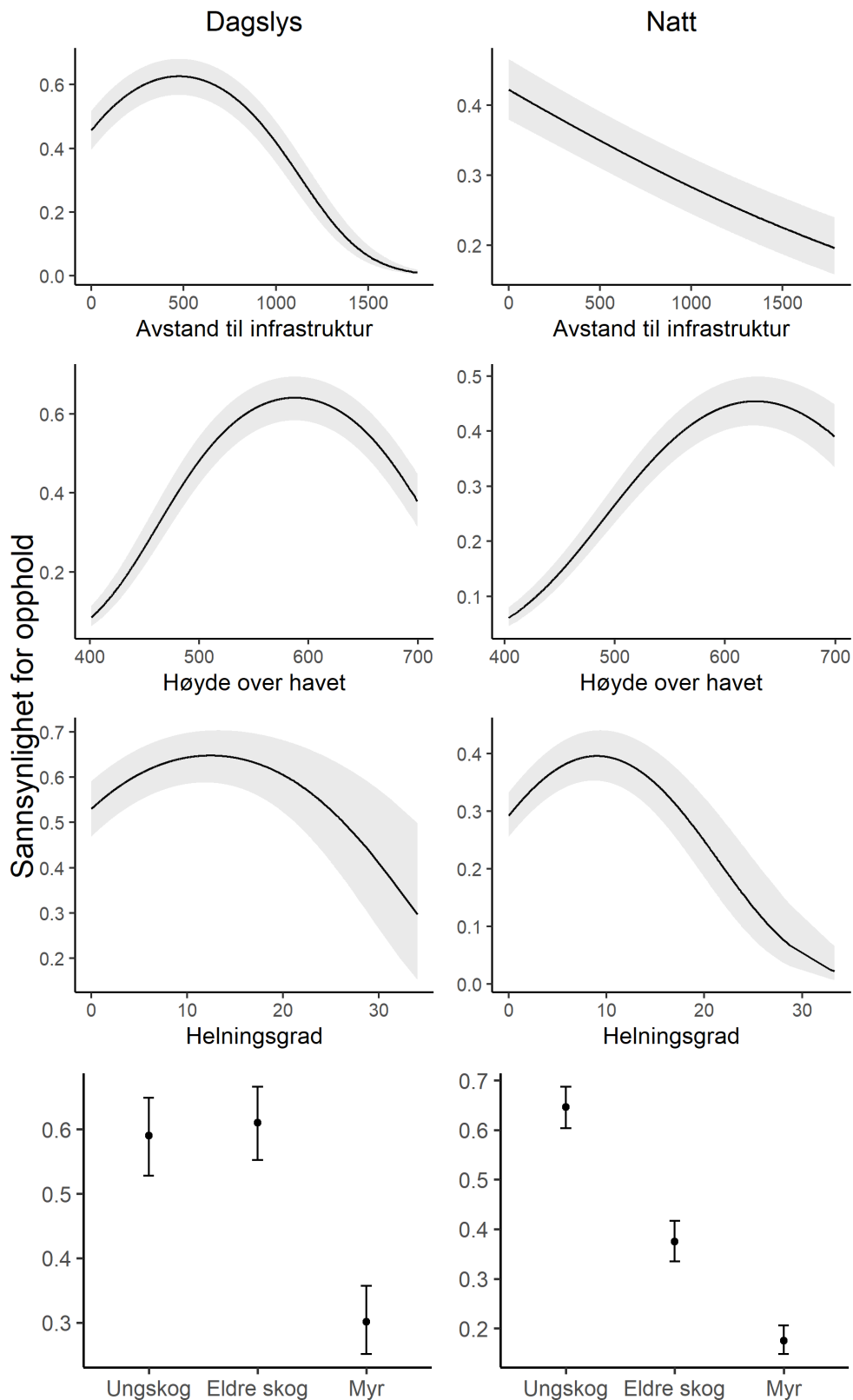
Figur 7. Andel av posisjonene til elgku E2106 i 2021 som er mindre enn 225 m fra nærmeste turbin, per måned (A) og tid på døgnet (B).

Elgers habitatvalg er vanligvis ikke bare påvirket av én, men av flere faktorer, som kan variere med tid på døgnet. I dagslys valgte de to elgkyrne helst områder på omtrent 500 m fra nærmeste infrastruktur (vei, turbin eller kraftlinje), mens de nattetid foretrakk områder nær infrastruktur (Figur 8). Igjen tyder dette på at elgene unngikk kilder for menneskelig forstyrrelse. En tidligere analyse av GPS-dataene fra samtlige GRENSEVILT-elger viste at elgene unngikk områder nær vei på dagtid i jaktseasonen, trolig som en respons på økt risiko for å bli skutt⁸. De to Kjølberget-elgene foretrakk noe lavereliggende, men samtidig brattere områder i dagslys, sammenlignet med nattetid. De valgte like mye eldre skog som ungskog på dagtid, men hadde en tydelig preferanse for ungskog om natten. Ungskog er viktig beitehabitat for elg, og trolig bruker elg mer tid til beiting nattetid, når det er mindre menneskelig forstyrrelse. I samsvar med resultatene fra elgmøkkellingen unngikk de GPS-merkede elgkyrne myrområder, uansett tid på døgnet.

2.4 Konklusjon

Vår pilotstudie tyder på at elgene som brukte området ved Kjølberget unngikk kraftverkets areal under anleggsarbeidet i 2021. Det gjaldt også elgkua E2106 som oppholdt seg en del i nærheten av de ferdigstilte turbinene, men minst i kalvingstiden og på dagtid. Hvorvidt denne unngåelsen skyldes forstyrrelse fra anleggsarbeidet eller andre faktorer, slik som konkurranse med andre elger eller klimatiske forhold, er vanskelig å avgjøre. Datasettet er for lite til å tillate en generalisering av resultatene, men studien kan sees som en metodetest for lignende framtidige studier.

Møkkelling er en godt etablert metode til å kartlegge fordeling av elg i større områder. På så liten geografisk skala foreslår vi større og/eller flere prøveflater, for å fange opp flere detaljer i elgfordelingen. Alternativt burde man teste bruk av distance sampling langs transekter. En analyse av GPS-posisjoner fra elg med opphold ved og utenfor vindkraftverk er en dyrere, men mer nøyaktig metodikk med høy presisjon i tid og rom. Det krever at elg kan merkes ved vindkraftverk. Det kan være utfordrende med trekkelg, da merkingen foregår i deres vinterområder, når det ikke er kjent enda hvor de trekker til om sommeren. Vi visste ikke under merking hvor mange av GRENSEVILT-elgene som brukte Kjølberget sommerstid. For framtidige studier foreslår vi i tillegg en analyse av akselerasjonsdata som samles av GPS-halsbånd, som et mål på elgers aktivitetsnivå i ulik avstand til turbinene, og å utstyre halsbåndene med en mikrofon for å fange opp lydintensiteten fra turbinene.



Figur 8. Habitatvalg til elgkyrre E1917 (2019-2022) og E2106 (2021-2022) i deres respektive sommerområder ved Kjølberget vindkraftanlegg, ved dagslys (venstre) og nattestid (høyre). Avstand til infrastruktur er definert som den nærmeste av vei, turbin eller kraftlinje.

3. Ulvers bruk av områder som er planlagt utbygget for vindkraft

3.1 Bakgrunn

Ulven er en habitatgeneralist og er svært tilpasningsdyktig²⁸, noe som gjenspeiles i artens vide utbredelse. Ulvenes arealbruk, spesielt om vinteren, er hovedsakelig drevet av fordelingen av byttedyr²⁹. Likevel unngår ulver vanligvis områder med høy menneskelig aktivitet³⁰⁻³⁴, og det ser ut til at ulver er mest sårbare for forstyrrelser i hi- og rendezvous-perioden³⁵.

Innenfor utbredelsesområdet til den skandinaviske ulvebestanden har det pågått vindkraftutbygging siden slutten av 1990-tallet³⁶. Utbyggingsplasser for vindkraft er begrenset av en rekke kriterier og plasseres vanligvis på vindrike steder, som på toppen av fjell og åser³⁷. Det er så langt ikke utført studier av ulvers respons på vindkraftutbygging i Skandinavia, men i Portugal har man funnet at hjemmeområdet skifter bort fra vindkraftverk, en nedgang i reproduksjonssuksess, endring i valg av hi-plass og flytting av rendezvous-plasser^{14,38,39}. Videre har Passoni m.fl.⁴⁰ funnet at vindkraftverk ofte bygges i høykvalitetsområder for ulvereproduksjon i Kroatia.

Vi har undersøkt om områder valgt for vindkraftutbygging innenfor utbredelsesområdet til den skandinaviske ulvebestanden sammenfaller med viktig ulvehabitat, for å kunne vurdere i hvilken grad vindturbiner kan forventes å påvirke ulvens habitatbruk. Vi analyserte overlapp mellom foreslåtte arealer for vindkraftutbygging og GPS-posisjoner fra stasjonære ulver før utbyggingen fant sted, ettersom vi ikke hadde nok data for å kunne sammenligne ulvers habitatbruk før og etter utbygging. Målet var å svare på følgende spørsmål:

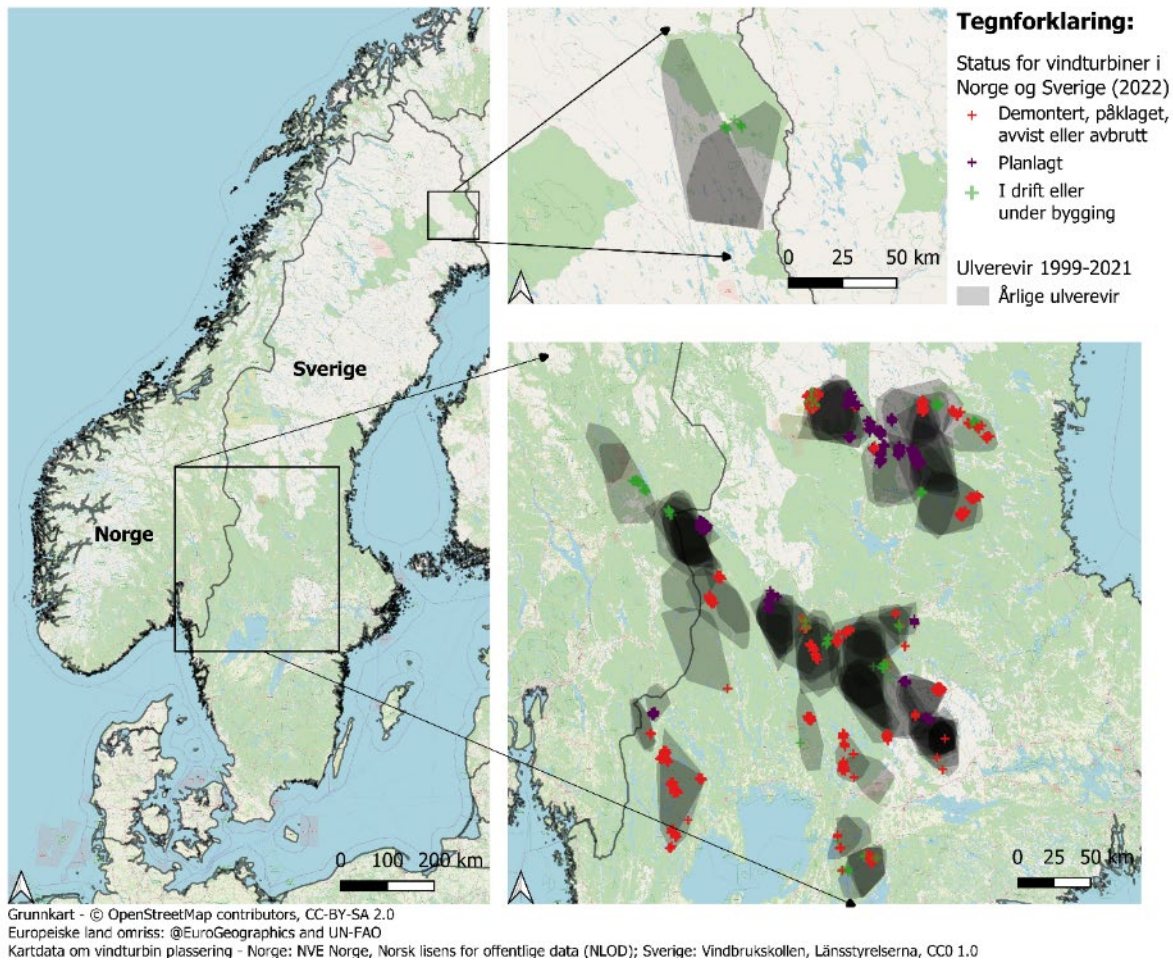
1. Overlapper ulverevir med lokaliteter valgt for vindkraftutbygging?
2. Innenfor ulverevir, overlapper arealer valgt for vindkraftutbygging med områder som er mye brukt av ulvene, og varierer dette med tid på året (hi- og rendezvous-perioden sammenlignet med tidlig og sen vinter)?
3. Ved vindkraftutbygging innenfor ulverevir, hva er sannsynligheten for at turbiner plasseres i ulvenes aktivitetssenter?
4. Hvilke faktorer påvirker graden av overlapp mellom vindkraftverk og ulvers aktivitetssenter?

Analysen av dyrs områdebruk før vindkraftutbygging kan være en tids- og kostnadseffektiv måte å forutsi potensielle konsekvenser av planlagt vindkraftutbygging. Denne metoden kan også brukes på andre landpattedyr som mistenkes å være påvirket av vindkraftutbygging.

3.2 Metoder

Denne studien fokuserte hovedsakelig på stasjonær ulv innenfor utbredelsesområdet til den skandinaviske ulvebestanden i Norge og Sverige, men i tillegg også ett individ i Nord-Sverige nær grensen til Finland (Figur 9). Den sørlige delen av studieområdet hadde en gjennomsnittshøyde på 273 meter over havet (0 – 1738 moh.) og den nordlige delen på 174 meter over havet (0 – 451 moh.). Den sørlige delen av undersøkelsesområdet er dominert av boreal barskog. Tettheten av private skogsbilveier er høy (gjennomsnitt: 0,85 km/km²), mens tettheten av offentlige veier er lavere

(gjennomsnitt: 0,27 km/km²)⁴¹. Generelt er vegtettheten høyere i sør enn i nord⁴¹. Klimaet er kontinentalt i det meste av studieområdet, med snødekke mellom desember og mars⁴².



Figur 9. Oversikt over studieområdet i Norge og Sverige (1999 - 2021). Kartet viser kun vindkraftutbygging og ulverevir som overlapper (eller er i kort avstand fra hverandre), brukt i denne undersøkelsen. Ulverevir per ulvepar per år vises.

Et vindkraftverk er definert som en gruppe vindturbiner som brukes til elektrisitetsproduksjon. Plasseringen av individuelle turbiner i et vindkraftverk er avhengig av ulike forhold, som terreng, vindhastighet og -retning⁴³.

I studieområdet overlappet totalt 1 240 planlagte vindturbiner med tidligere eller eksisterende ulverevir. Av disse er 270 nå i drift/bygget, 1 demontert, 386 ikke lenger aktuelle, 185 avvist, 209 godkjent, 6 påklaget, og 183 er konsesjonsbehandlet. Av vindturbinene i drift i studieområdet hadde 124 en total høyde mellom 100 – 150 m, 84 mellom 151 – 200 m, 18 > 200 m og 44 hadde ingen informasjon tilgjengelig vedrørende deres totale høyde.

Data for vindturbinplasseringer i Norge er hentet fra NVEs geografiske tematiske datanettsted¹⁵. Vindturbinplasseringene for Sverige er hentet fra Länsstyrelsens nettside Vindbrukskollen¹⁶.

Data fra totalt 166 GPS-merkede voksne territorielle ulver fra perioden 1999-2021 ble vurdert for denne studien. Beskrivelse av metoder for fangst og merking finnes i Sand m.fl.⁴⁴ og Arnemo & Evans⁴⁵. Vi brukte kun posisjoner med posisjoneringsintervall på 4 timer eller mer. Posisjonene ble delt inn i fire sesonger innenfor et typisk ulveår: Hiperioden (1. mai – 31. juli), etterfulgt av rendezvous (1. august til 31. oktober), tidlig vinter (1. november – 31. januar) og senvinter (1. februar – 30 april). For å ha et tilstrekkelig antall posisjoner inkluderte vi kun sesonger med data fra minimum 60 dager.

Siden ulvepar forflytter seg sammen det meste av året⁴⁶ bortsett fra hiperperioden, analyserte vi dataene på individnivå i hisesongen og på ulveparnivå resten av året. Dersom turbiner manglet nøyaktig byggestartdato, satte vi denne til to år før driftsstart. For å analysere arealbruken til ulv som enda ikke var påvirket av vindkraftutbygging brukte vi kun ulveposisjoner fra før byggestart av den første vindturbinen innenfor et ulverevir. Dette ga oss totalt 56 335 posisjoner fra 58 ulver. Vi inkluderte vindturbiner av alle statuser unntatt "demontert", da det ikke var mulig å få informasjon om når vindturbinene ble demontert. Vi inkluderte alle andre prosjektstatuskategorier fordi vi antok at alle disse turbinene var planlagt på gunstige plasser for vindkraftutbygging.

Vi opprettet hjemmeområder ved å bruke metoden 100 % minimum convex polygon (MCP) for hvert ulvepar, år og sesong, og identifiserte hvilke hjemmeområder som overlappet med vindkraftutbygging. Vi brukte funksjonen "kernelUD" og beregnet en bruksindeks med en oppløsning på 250 m for hvert ulvepar, år og sesong med følgende formel:

$$\text{Bruksindeks} = (1 - UD\text{-verdi})/100$$

Dette gir en bruksindeks fra 0 til 1, der høyere verdier tilsvarer høyere sannsynlighet for bruk og lavere verdier til lavere sannsynlighet for bruk. Vi ønsket å undersøke ulvenes bruk av nærområdet rundt den planlagte plasseringen av turbinene, der man kan forvente mest aktivitet under byggingen. Vi hentet derfor ut verdien for ulvenes bruksindeks ved koordinaten for hver turbin for hver sesong. For å modellere hva som påvirker variasjonen i ulvebruksindeks på turbinlokalitetene, brukte vi en generalisert lineær blandet modell (GLMM) med en beta-fordeling og logit link-funksjon, med ulvebruksindeksen på turbinstedene som responsvariabel, og årstid og tid på døgnet som forklaringsvariabler. I tillegg korrigerer vi for det relative aktivitetssenterarealet. Vi inkluderte revir- og vindkraftverks-ID i modellens tilfeldige feilstruktur.

Vi definerte en ulvs eller et ulvepars aktivitetssenter som arealet som utgjør 50% kjerne-UD, dvs. områder med bruksindeks > 0,5. Andelen av reviret som dekkes av aktivitetssenteret forventes å variere mellom årstidene, for eksempel dekker aktivitetssenteret trolig et mye mindre areal under hiperperioden enn andre årstider. Derfor beregnet vi "relativt aktivitetssenterareal" ved å dele arealet til aktivitetssenteret med det totale arealet av de enkelte hjemmeområdene for hver kombinasjon av ulvepar og årstid. For å modellere sannsynligheten for at individuelle vindturbiner blir plassert i et ulveaktivitetssenter brukte vi en logistisk GLMM med logit link-funksjon. Responsvariabelen var andelen av det totale antall vindturbiner i reviret som befant seg i aktivitetssenteret. Vi inkluderte den tilfeldige feilstrukturen revir-ID, og forklaringsvariablene årstid og tid på døgnet, og det relative aktivitetssenterarealet for å korrigere for sesongvariasjon.

Vi telte antall individuelle vindturbiner innenfor aktivitetssenteret (området med bruksindeks > 0,5), samt det totale antallet individuelle vindturbiner innenfor det enkelte hjemmeområdet. For å estimere omfanget av overlapp mellom aktivitetssentrene og vindkraftverkene beregnet vi vindkraftverksarealene ved å lage en 100 % MCP av vindturbiner med samme kraftverks-ID. Vi beregnet deretter andelen arealoverlapp mellom vindkraftverk og ulveaktivitetssenter. Andelen overlapp ble brukt som responsvariabel i en Bayesiansk generalisert lineær flernivå-modell. Vi inkluderte revir-ID i modellens tilfeldige feilstruktur, og forklaringsvariablene som ble inkludert var årstid og tid på døgnet, og det relative aktivitetssenterarealet for å korrigere for variasjonen i aktivitetssenterarealet gjennom året.

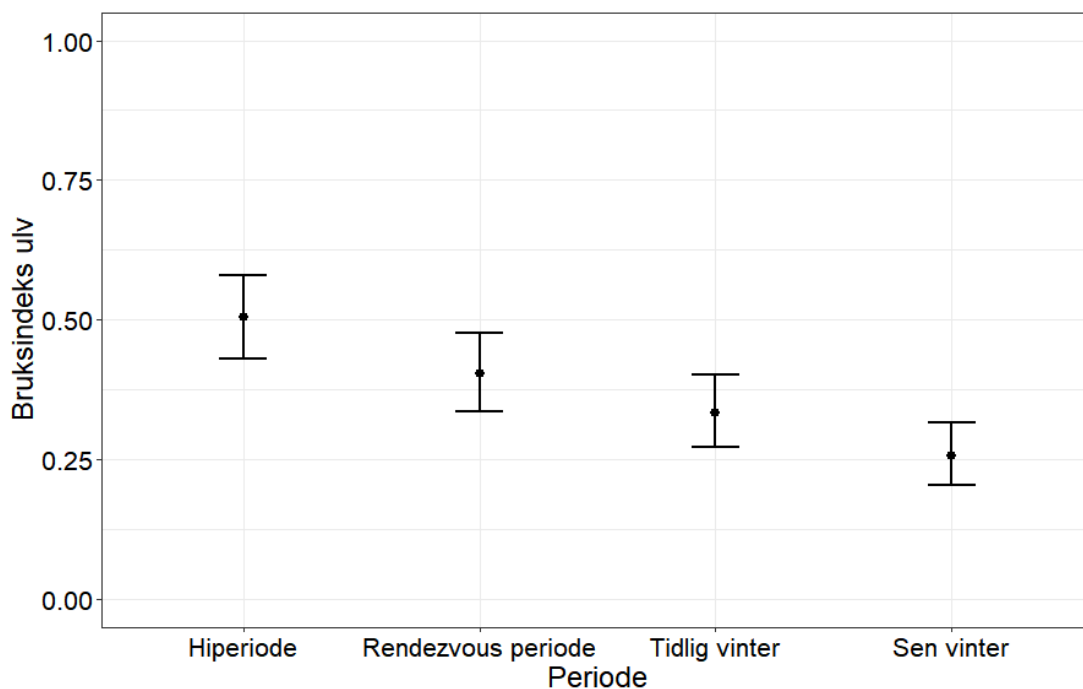
Vi tok ikke med habitatvariabler som forklaringsvariabler, da vi ikke var interessert i effekter av disse på ulvenes arealbruk.

3.3 Resultater

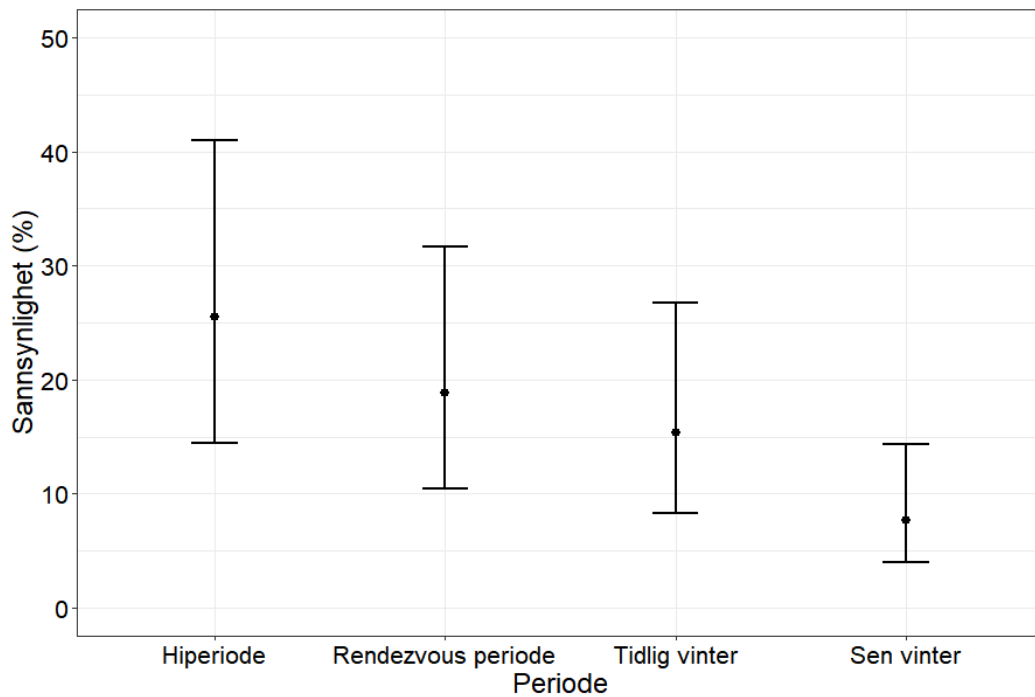
Totalt 1 240 vindturbiner overlappet med tidligere revir fra totalt 48 ulvepar som utgjorde et datasett på 56 335 posisjoner fra 32 hanner og 26 tisper. Ulvebruksindeksen ved de planlagte turbinstedene hadde en gjennomsnittsverdi på 0,31, og varierte fra 0,00 til 0,99. Bruksindeksen ved vindturbinlokalitetene var høyest i hi-sesongen, etterfulgt av rendezvous, tidlig og sen vinter (Figur 10). Gjennomsnittlig ulvebruksindeks ved turbinlokaliteter i løpet av hi-sesongen var 0,21 for reproduserende ulv og 0,31 for ikke-reproduserende ulv. Reproduserende tisper hadde litt høyere bruksindeks ved turbinplasser sammenlignet med hanner.

Av alle sesonghjemmeområder hadde 54 % (n = 177) planlagte vindturbiner i aktivitetssenteret, og 46 % (n = 148) hadde ingen. Ifølge modellen er sannsynligheten høyest for at individuelle vindturbiner plasseres i aktivitetssenteret for hisesongen, etterfulgt av rendezvous, tidlig og sen vinter (Figur 11).

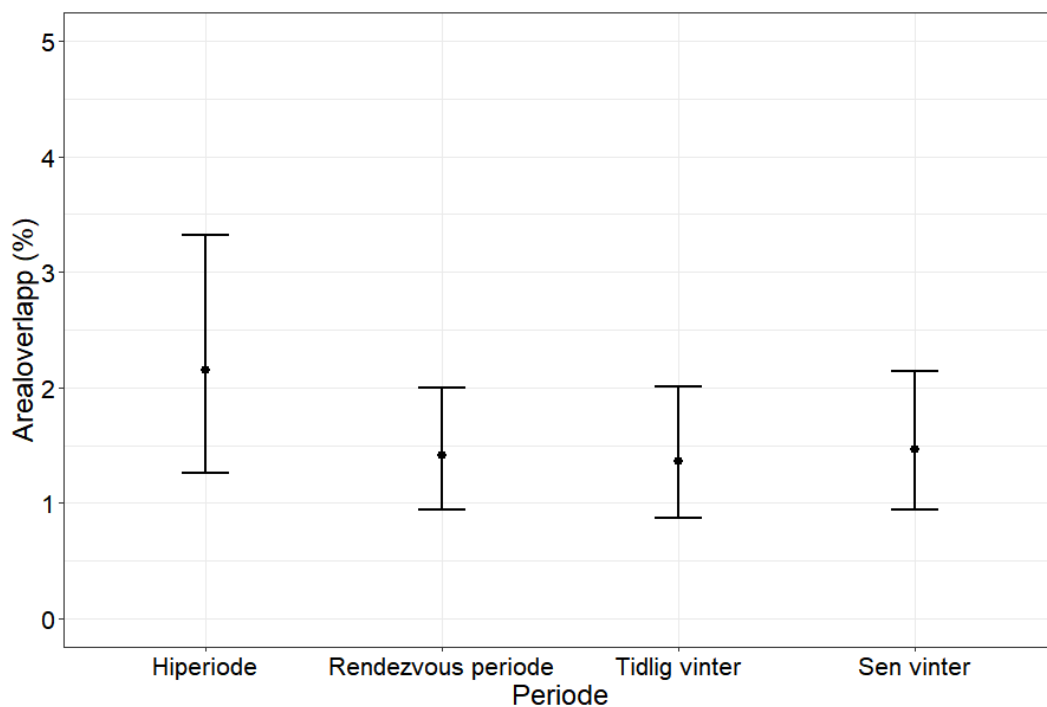
Andelen arealoverlapp mellom vindkraftverk og ulveaktivitetssenter hadde en gjennomsnittsverdi på 0,02 (0,00 - 0,56). Ifølge modellen var andelen arealoverlapp høyest i hiperperioden, etterfulgt av senvinter, tidlig vinter og rendezvous (Figur 12).



Figur 10. Stasjonære, revirmarkerende ulvers bruksindeks for fire sesonger ved lokaliteter for planlagte vindturbiner. Figuren viser modellestimat og 95% konfidensintervall.



Figur 11. Sannsynlighet for at vindturbiner planlagt innenfor hjemmeområdet til stasjonære, revirmarkerende ulver plasseres innenfor ulvenes aktivitetssenter (bruksindeks >0,5) for fire ulike sesonger. Figuren viser modellestimat og 95% konfidensintervall.



Figur 12. Prosentvis overlapp mellom planlagte vindkraftverk og stasjonære, revirmarkerende ulvers aktivitetssenter (bruksindeks > 0,5) for fire ulike sesonger. Figuren viser modellestimat og 95% konfidensintervall.

3.4 Diskusjon

Vi fant stor variasjon i ulvenes bruksindeks ved planlagte vindturbinlokalteter. Selv om gjennomsnittlig bruksindeks ved turbinlokalitetene ikke var spesielt høy, fant vi at områder med planlagt vindkraftutbygging kan sammenfalle med høye bruksområder for ulv under visse forhold, for eksempel for reproduserende tisper i hiperperioden. Generelt fant vi den høyeste bruksindeksen ved turbinlokalitetene i hi- og rendezvous-perioden. Også sannsynligheten for at individuelle vindturbiner ble plassert i ulvenes aktivitetssenter var høyest under hi- og rendezvous-perioden. Andelen arealoverlapp mellom vindkraftverk og ulveaktivitetssentere var imidlertid ganske lav. Ahmadi m.fl.⁴⁷ og Roffler m.fl.⁴⁸ fant at ulver plasserte hi i ganske høye områder og ulendt terreng. Siden vindkraftverk ofte er plassert i forhøyede områder og dette kan sammenfalle med habitat som er valgt for lokaliteter, kan dette være en forklaring på de relativt høye ulvebruksindeksverdiene på turbinlokaliteter i hi-sesongen. Andre studier har imidlertid funnet at ulvehi blir plassert i lavere høyder så vel som flatt terreng^{49,50}. Videre har noen studier funnet at rendezvous-plasser ofte ligger i høyden, i bratte bakker, og ulendt terreng for å unngå mennesker^{39,47,51}. Dette kan være med på å forklare høye ulvebruksindeksverdier på turbinplasser samt sannsynligheter for at individuelle vindturbiner plasseres i aktivitetssenteret i løpet av rendezvous-perioden, selv om bratte bakker ikke er foretrukket for vindkraftutbygging³⁷. Andre studier har imidlertid rapportert at rendezvous-plasser er plassert i mindre ulendt terreng fordi det krever mindre energi å forflytte seg i disse områdene⁵².

Under vintersesongen utnytter ulver flere områder innenfor reviret fordi valpene nå kan følge de voksne ulvene²⁸, og ulvene kan følge byttedyrenes vandring inn i lavereliggende vinterområder^{53,54}. Dermed kan sannsynligheten for overlapp med vindturbiner reduseres ettersom disse områdene ikke er foretrukket for vindkraftutbygging. Den enda mindre graden av overlapp på senvinteren kan ha sammenheng med at ulvenes bevegelse er begrenset av dyp snø³⁵, noe som kan redusere arealbruken.

Generelt har vi observert et veldig høyt spenn i ulvebruksverdier på turbinplasser både på individ- og ulveparnivå. Dette reflekterer muligheten for høy variasjon blant individer og kan forklare hvorfor en relativt stor del av variasjonen forklares av den tilfeldige effekten i modellene.

En studie i Portugal har funnet at hi-perioden er den mest sårbare sesongen for ulv, og at ulver flyttet hi lenger unna vindkraftutbyggingsområdet i byggefasen dersom hiet var innenfor 3 km fra byggeplassen^{14,38}. Også andre arter kan unngå vindkraftutbygginger i konstruksjonsfasen, som for eksempel svartbjørn⁵⁵. Den høyeste ulvebruksindeksen ved planlagte turbinlokaliteter under hi- og rendezvous-perioden kan tilsa at man kan forvente lignende atferd blant ulv i Skandinavia.

I forbindelse med fremtidige utbygginger kan det vurderes å gjennomføre kvasi-eksperimentelle studier av GPS-merkede ulver med et før-under-etter-design. Det kan også være fordelaktig å utføre analysene på en bredere romlig skala for å identifisere effekter utover turbinenes umiddelbare nærhet. Siden vindkraftverk kan beslaglegge et stort område da avstandene mellom turbinene kan være store, vil det være nyttig å vite ved hvilke avstander vindkraftutbygging kan påvirke ulv.

4. Jerv, høydegradient og vind i barskog

4.1 Bakgrunn

Blant de landlevende fire store rovdyrartene bjørn, ulv, gaupe og jerv, er jerven Europas sjeldneste. Den forekommer i minst antall og med svært begrenset utbredelsesområde, begrenset til Fennoskandia og deler av Russland. Dessuten er jerv en truet art i Fennoskandia, og basert på IUCN-kriteriene har Artsdatabankene i respektive land klassifisert jerven som sterkt truet i Norge og Finland, og som sårbar i Sverige. Således har Norge sammen med Sverige og Finland et særlig ansvar for bevaring av arten, noe FNs Naturpanel også har påpekt overfor Norge.

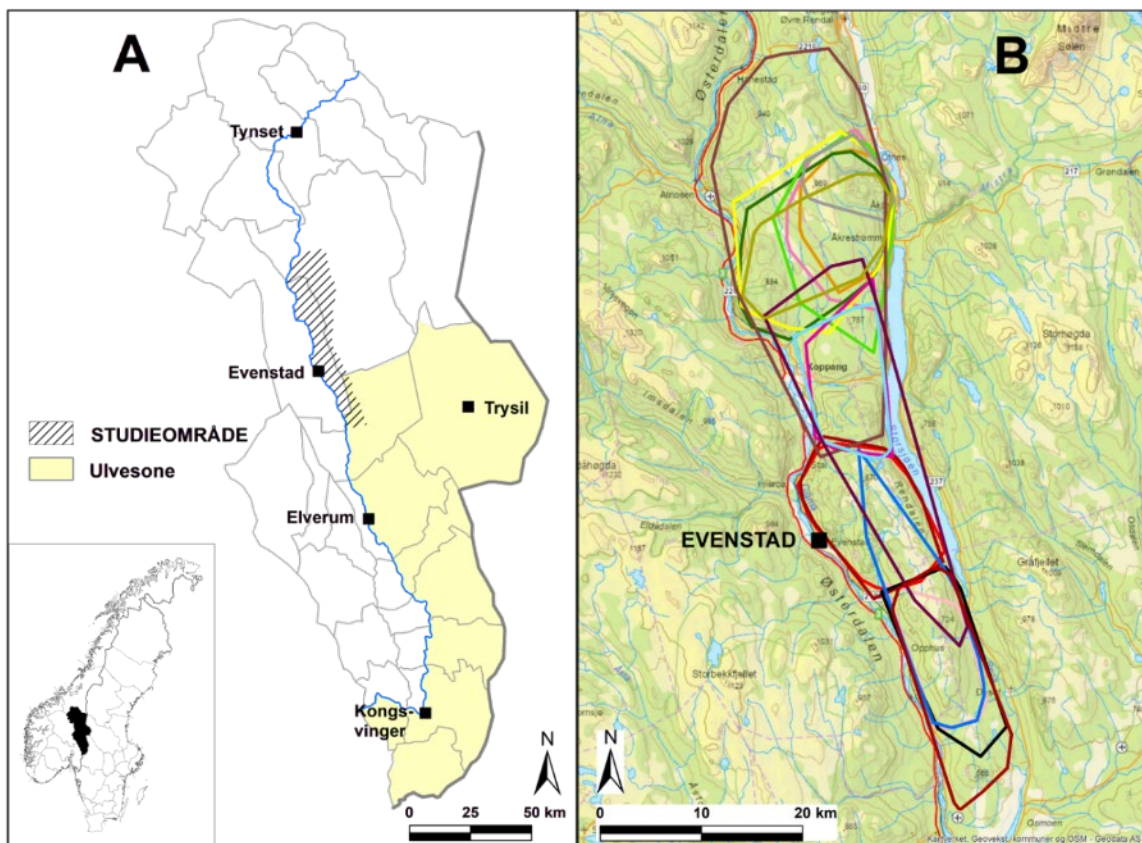
På 1960- og 70-tallet var jerven på randen av utryddelse både i Sverige og Norge. Noen få individer overlevde i lite tilgjengelige høvfjellsområder etter fredning i begge land. Senere har jervebestanden de siste årene ekspandert i utbredelse og rekolonisering pågår nå i skandinavisk barskog der den tidligere hadde tilhold. Samtidig har behovet for grønn energi økt, noe som har medført økt utbygging av vindturbiner og vindkraftverk, ofte innenfor de begrensede gjenværende områder med få menneskelige inngrep fra før. Dette har medført både konflikter og behov for mer kunnskap om miljøeffektene av slike inngrep, inklusiv effekter på vilt. Lite er kjent om effekter av vindkraftutbygging på jerv.

I mangel på tilgang til GPS-merkede jerver som overlappet med planlagte eller etablerte vindkraftverk, analyserte vi høydebruken til GPS-merkede jerver i områder uten vindkraftanlegg. Formålet med undersøkelsen var således 1) å analysere GPS-merkede jervers bruk av ulike høydelag, samt beliggenhet av dokumenterte ynglehei i et studieområde uten vindkraftverk, og 2) evaluere om skogslevende jerver har en habitatseleksjon som kan gjøre dem utsatt for forstyrrelser ved landbasert vindkraftutbygging.

4.2 Metoder

4.2.1 Studieområde

Studieområdets beliggenhet var i østre deler av Innlandet fylke, nær Evenstad i deler av Norges lengste dalføre (Østerdalen). Studieområdet var avgrenset mellom to dalfører med tilhørende vassdrag, elva Glomma i vest og Renaelva-Storsjøen i øst, Rødsmoen militære skytefelt i sør og fylkesveien mellom Hanestad og Rendalen i nord (Figur 13). Estimert totalareal var 889 km². Landskapet mellom de to dalførene med tilhørende vassdrag var karakterisert ved en sammenhengende nord-sørgående fjellrygg dominert av produktiv, drivverdig barskog, med et tilhørende velutviklet skogsbilveinett og store arealer med en betydelig høydegradient. Studieområdets laveste og høyeste punkt var henholdsvis 220 og 969 m.o.h. Kun små arealer lå over tregrensen (til sammen 2 %). Befolkingstettheten var lav. I tillegg til jerv fantes det tidvis ynglende individer av de tre andre store rovdyrene ulv, bjørn og gaupe i studieområdet, og streifdyr av alle de tre artene forekom jevnlig. De ville klauviltartene er viktig føderessurs for både mennesker og rovdyr og blant disse var særlig elg, men også hjort og rådyr forekommende. Med unntak av én besetning storfe fantes ikke bufe eller tamrein på utmarksbeite i området. Bebyggelsen var spredt og fåtallig (oftest enkelthus eller gardsbruk), hovedsakelig lokalisert til lavereliggende deler av studieområdet. Vindmøller fantes ikke i studieområdet.



Figur 13. Studieområdet (skravert) med GPS-merkede jerver, men uten vindmøller (A). I praksis heldekkende bruk av studieområdet av GPS-merkede jerver er også illustrert ved totalt 17 årlige leveområder (100% MCP) fordelt på åtte individer for sjuårs-perioden 2016-2022 (B).

4.2.2 Fangst, radiomerking og datainnsamling

Alle jerver ble fanget og bedøvet i jervebås. Etter bedøvelse ble jerv undersøkt av veterinær i henhold til fastsatte prosedyrer og påmontert et radiohalsband med GPS-funksjon av fabrikat Vectronics GSM/GPS Vertex Lite (Vectronics Aerospace GmbH, Germany), med unntak av ett halsbånd av typen Followit Tellus (Followit AB, Sweden). All håndtering av jerv skjedde etter nødvendige tillatelser og i tråd med gjeldende etiske og faglig godkjente prosedyrer. GPS-posisjonene fra jervene ble sendt til oss via kodede GSM-meldinger og alle posisjoner ble dessuten lagret i halsbandets minne i tilfelle f.eks. batterisvikt eller tekniske problemer med overføring av data. Alle GPS-halsband på jerv ble programmert til å ta en GPS-posisjon hver fjerde time gjennom døgnet (00, 04, 08, 12, 16, 20; UTC+1), så lenge GPS-halsbandet var i funksjon på den enkelte jerven. Ynglehi hvor jervetisper hadde valper, såkalte primær- eller sekundærhi, ble påvist for samtlige voksne tisper som ble GPS-merket. Dessuten ble dokumenterte hifunn med yngling av umerkede tisper i studieområdet også innhentet til analyse fra Miljødirektoratets ROVBASE. Alle hifunn ble kvalitetssikret og dokumentert ved feltkontroll.

Studieperioden for innsamling og analyser av GPS-posisjoner fra radiomerkede jerver var årene 2016-2022, mens dokumenterte hifunn av umerkede jervetisper ble innsamlet og analysert for 17-årsperioden 2006-2022.

Vi hentet ut beregnet gjennomsnittlig vindhastighet (meter per sekund) 80 m over bakken fra et rasterdatasett med en oppløsning på 1 x 1 km, beregnet på oppdrag fra NVE¹⁵.

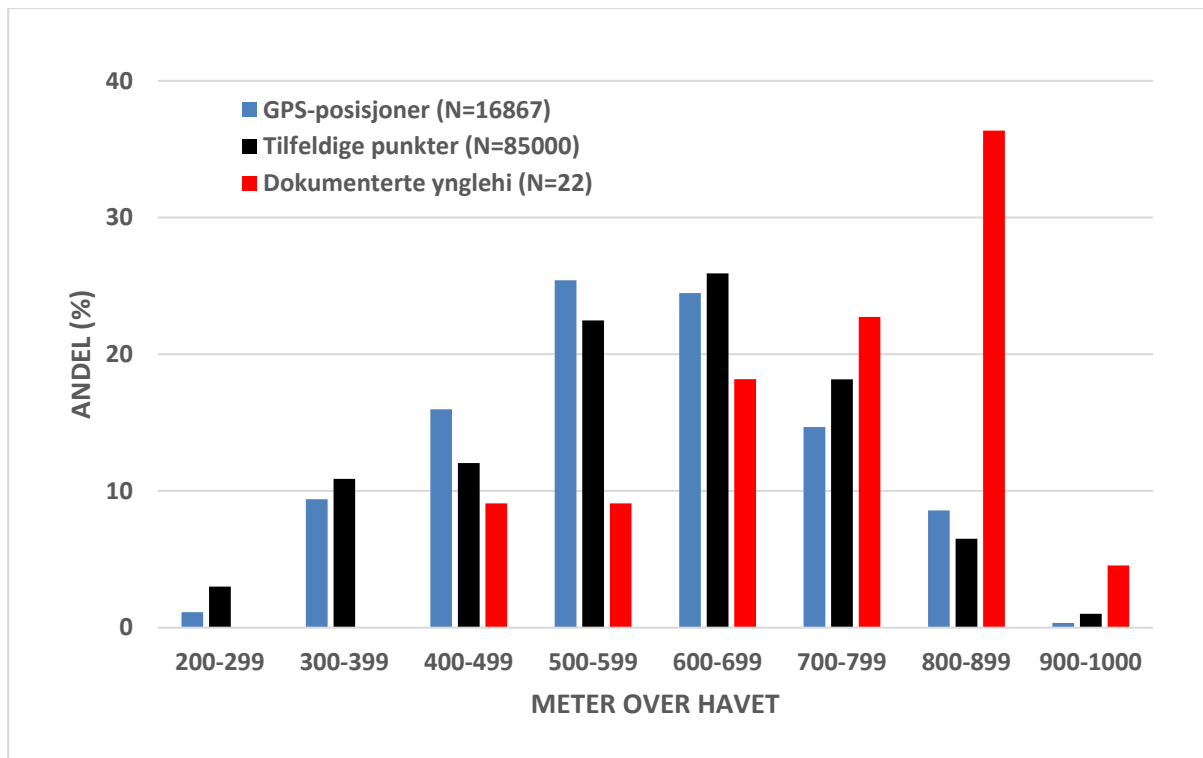
4.2.3 Analyser

For å se på jervens habitatbruk med hensyn til ulike høydeler brukte vi logistiske regresjonsmodeller der vi sammenlignet 16 866 jerveposisjoner fra 8 ulike individer med 5 000 tilfeldige punkter innenfor hvert av 17 årlige hjemmeområder. Modellene inkluderte forklaringsvariablene meter over havet, og avstand til skogsvei, myrkant og elv/bekk (m). Vi inkluderte år gruppert innenfor individ som tilfeldig effekt. Høyde over havet var korrelert med gjennomsnittlig vindhastighet, og vi kunne derfor ikke inkludere disse to forklaringsvariablene i samme modell. I stedet gjorde vi en tilsvarende analyse der vi erstattet høyde over havet i modellen med beregnet gjennomsnittlig vindstyrke 80 meter over bakken for å se om jervens habitatpreferanser gjør at dens arealbruk sammenfaller med områder med stor vindressurs. Ettersom plassering av hi påvirker reproduserende hunners arealbruk i hiperioden gjentok vi modellene med data kun fra reproduserende tisper i hiperioden, her definert som 1. februar - 31. mai. I våre hianalyser ble kun det tidligste/første hifunn pr. individ og år benyttet både for GPS-merkede og umerkede yngletisper.

4.3 Resultater og diskusjon

Totalt ble ni jerver fanget og GPS-merket i sjuårs-perioden 2016-2022, fem tisper og fire hanner. Data fra én voksen hann ble ikke analysert da vi mottok kun noen få posisjoner før den ble skutt under lisensjakt utenfor studieområdet. Tilsvarende ble data fra én ung jervetispe utelatt fordi datasettet var begrenset til kun en håndfull dager, men den samme tisper ble noen år seinere studert som voksen etter gjenfangst og remerking i tre ynglesesonger. GPS-halsbåndenes varighet varierte fra 3 til 13 mnd og i alt ble 16 866 4-timers GPS-posisjoner fra de ni jervene innsamlet for analyse. Antall 0-posisjoner var totalt 2 671, dvs. antall 4-timers forventede GPS-posisjoner som aldri ble mottatt. Med andre ord var det en gjennomsnittlig GPS-suksess-rate på 86,3% mht. mottatte GPS-posisjoner.

Høydefordelingen (moh.) til GPS-posisjoner sammenlignet med høydefordelingen for tilfeldige punkter viste at jerven i stor grad brukte hele den tilgjengelige høydegradienten (Figur 14). Derimot viste høydefordelingen til dokumenterte ynglehi at disse i større grad var plassert i høyereliggende områder. Høydesonene fra 700-1000 moh. innenfor vårt studieområde utgjorde 25,7 % av det totale arealet, samtidig fant vi 63,6% av alle ynglehi innenfor disse høydesonene (Figur 14).



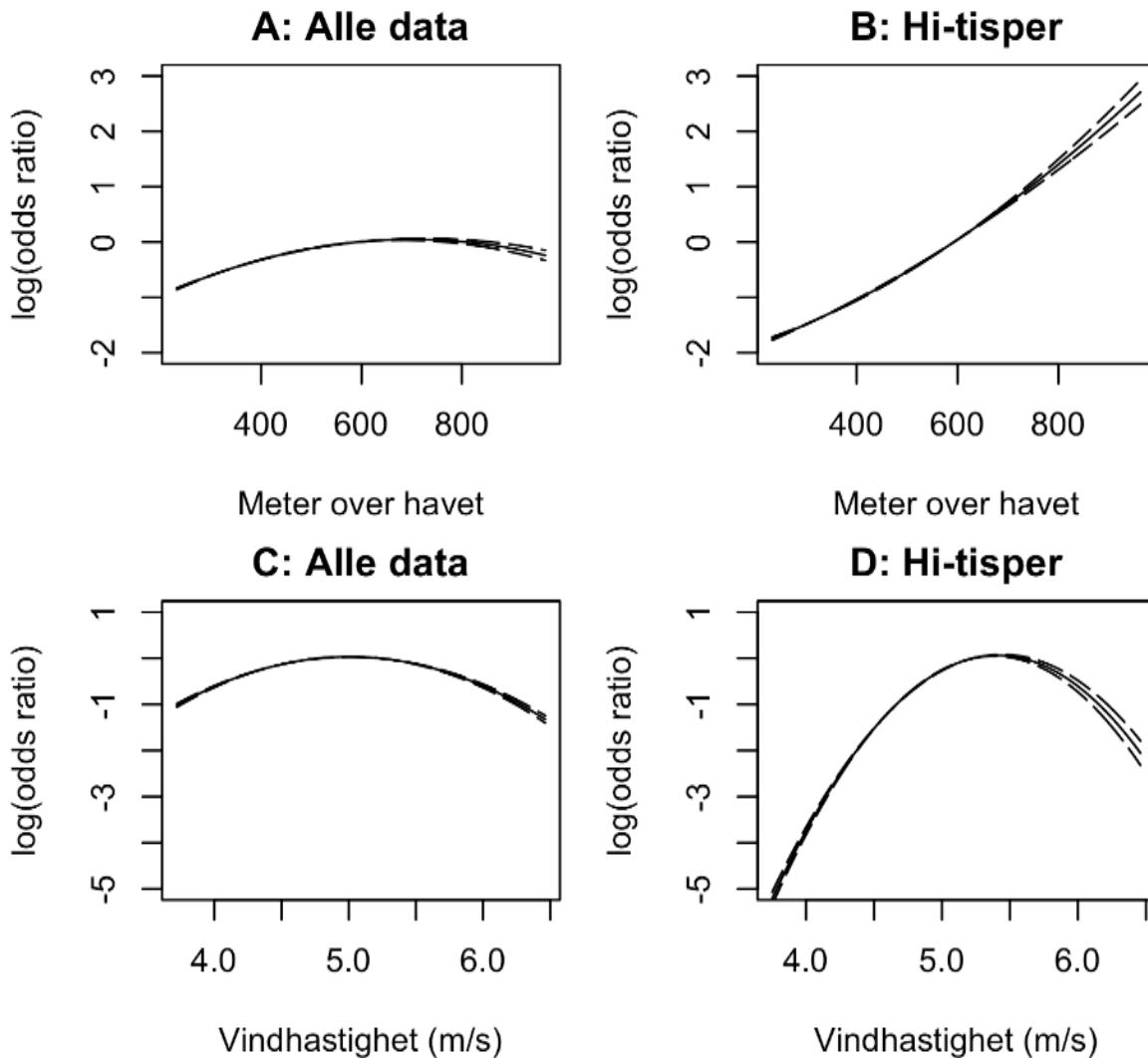
Figur 14. Prosentandel av GPS-posisjoner fra åtte GPS-merkede jerver (blått), tilfeldig utvalgte punkter innenfor jervenes årlige hjemmeområder (svart), og dokumenterte jervehi (rødt) fordelt på høydegradient i 100 meters høydesoner.

Når vi kontrollerte for avstand til skogsvei, myrkant og elv/bekk fant vi at jerver generelt viste størst seleksjon for arealer på rundt 700 moh. (Figur 15A), mens reproduserende tispers områdebruk i hiperioden viste en konstant økning med økende høyde over havet helt opp til de høyeste områdene innenfor deres årlige hjemmeområder (Figur 15B). Når vi erstattet høyde over havet med gjennomsnittlig vindhastighet var seleksjonen sterkest ved 5 m/sek for jerver generelt (Figur 15C), og 5,4 m/sek for tisper i hiperioden (Figur 15D), med avtagende seleksjon i områder med lavere og høyere gjennomsnittlig vindhastighet, spesielt for reproduserende tisper.

I denne preliminnære undersøkelsen har vi vist at jerven bruker hele høydegradienten i reviret igjennom året. Medianen av tilgjengelig høyde over havet innenfor jervenes hjemmeområder var 604 moh. (232 min, 966 max.) og jervens generelle habitatseleksjon kontrollert for avstand til skogsvei, myrkant, og elv/bekk viste sterkest seleksjon ved om lag 700 moh. Jervens seleksjon i moh. var derfor ikke langt fra median-verdien til tilbudet, men indikerte høyere bruk av de høyereliggende enn de lavereliggende områdene. Denne effekten ble imidlertid tydeligere da vi tok for oss dokumenterte reproduserende tisper i hi-perioden, som viste en seleksjon for de høyeste områdene (Figur 15B). Dette gjenspeiles i reproduserende tispers ynglehi, hvorav om lag ⅓ av ynglelokalitetene befant seg i høydesonene fra 700-1000 moh., noe som utgjorde om lag ¼ av det tilgjengelige arealet. Dette kan tyde på at de høyereliggende områdene i vårt studieområde er av større betydning for reproduserende tisper, og således deres områdebruk og ynglelokaliteter.

Vi har gjennomført denne undersøkelsen i områder uten etablert vindkraft, eller estimert årlig gjennomsnittsvind over 6,5 m/s. Vi har derfor ikke kunnet relatere jervens habitatvalg direkte til vindkraft eller områder i dag ansett som verdifulle med hensyn til vindkraftutbygging (> 6,5 m/s årlig gjennomsnittsvind). Dessuten er grunnleggende kunnskap om jervens økologi og atferd i barskog høyest mangelfull. Selv om vi har et stort antall (> 10.000) GPS-posisjoner har vi et begrenset data-materiale i antall individer (n = 5), noe som reduserer muligheten til å trekke generelle konklusjoner om jerv i barskog i Skandinavia. Til tross for disse åpenbare svakhetene har vist jervens bruk av ulike

høydelag innenfor reviret, og da særskilt reproduserende tispers seleksjon av høyereliggende områder i reviret. Våre foreløpige konklusjoner er at jerven som art, og da spesielt i potensielle yngleområder, bør være høyaktuell for fremtidige vurderinger og konsekvensutredninger av landbasert vindkraftutbygging i skandinavisk utmark.



Figur 15. GPS-merkede jervers seleksjon for ulik høyde over havet (A og B) og områder med ulik beregnet gjennomsnittlig vindhastighet 80 m over bakken (C og D). Prediksjonene (heltrukket linje) og standardfeil (stiplet linje) er fra logistiske regresjonsmodeller korrigert for avstand til skogsbilvei, myrkant og elv/bekk. Resultatene vises for alle jerver gjennom hele året (A og C) og for kun reproduserende tisper i hiperioden, februar-mai (B og D).

5. Enkätundersökning om vindkraftens påverkan på älgjakt

5.1 Bakgrund

Utbyggnaden av vindkraftverk innebär i många fall ett betydande ingrepp i naturen och bidrar ofta till ett utökat vägnät i våra skogsområden. Vindkraftverk kan upplevas som störande. Den främsta källan till störning är det buller som uppstår när rotorbladen passerar genom luften, men även varningsbelysning och rörelser från rotorbladen och de skuggor från dessa som uppstår när rotorbladen skymmer solen kan upplevas som störande. Påverkan kan även ske av störningar under konstruktionsfasen, av trafik och annan mänsklig aktivitet i samband med underhållsarbete eller av att området tillgängliggörs för friluftsliv.

Gemensamt för de flesta tidigare genomförda studier om vindkraftens effekter i Skandinavien är att de fokuserar på effekter på olika grupper av djur. Effekter på hur uppförandet av vindkraft påverkar människor och deras aktiviteter är studerad i mindre omfattning. Ett undantag är de studier som har genomförts i norra delarna av Sverige och Norge över vindkraftens effekter på ren och renskötsel^{56,57}. Resultaten från dessa studier visade att både renar och renskötsel påverkades negativt av vindkraftutbyggnad samt att graden och arten av påverkan varierade över året och med respektive områdes övriga förutsättningar.

I Skandinavien är skogen och viltet en viktig resurs för både jägare och markägare där upplevelser relaterade till jakt och skog är en viktig del av vårt kulturarv. Älgjakten berör ca 260 000 jägare i Norge och Sverige och har både ett stort ekonomiskt och socialt värde^{58,59}. I denna studie var vår avsikt att samlas erfarenheter från enskilda jägare om, och i så fall hur, etablering av vindkraftverk i eller i anslutning till den egna jaktmarken påverkar både upplevelsen och genomförandet av jakt på älg.

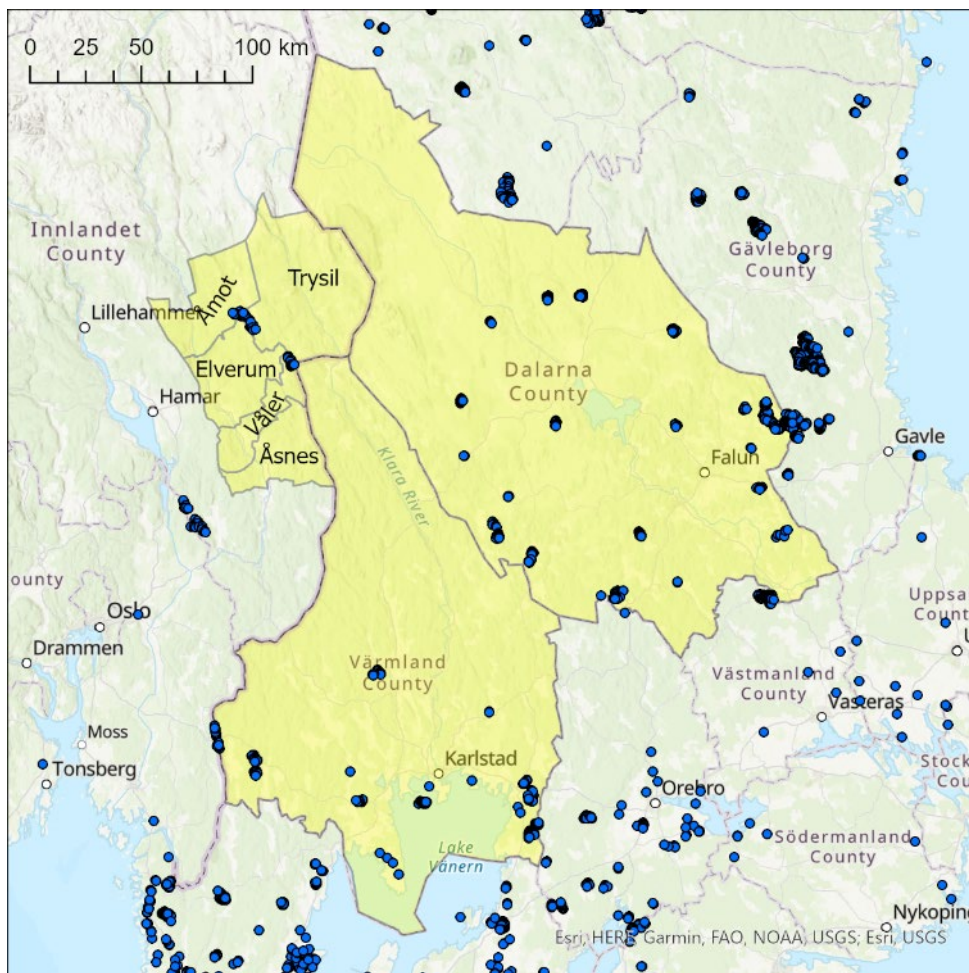
5.2 Metoder

Studien genomfördes som en webbaserad anonym enkätundersökning och var riktad till ett urval av jägare varav 4 624 i Norge och 1 190 i Sverige. Totalt 656 jägare svarade på enkätundersökningen. Denna började med en fråga om man jagade älg. De som svarade ja på den frågan gick vidare till ca 50 frågor att besvara om hur jägaren upplevde att befintliga vindkraftverk (vindturbiner) påverkade genomförande och upplevelse vid älgjakt. Även kompletterande frågor om tillgång på älg och avskjutning och hur detta har förändrats i samband med utbyggnaden av vindkraft samt betydelsen av en utbyggnad av skogsbilvägnätet som ofta sker i samband med vindkraft ingick i undersökningen. Enkätundersökningen avslutades med några bakgrundsfrågor samt frågor till alla jägare (oavsett om man jagade älg eller inte) om deras inställning till en fortsatt utbyggnad av vindkraft generellt samt i anslutning till deras eget jaktområde.

I Sverige genomfördes ett utskick om att delta i undersökningen till ett antal jägare som jagar på marker som ägs av Sveaskog och Kopparfors skogar i Värmland och Dalarnas län genom att en webblänk till undersökningen förmedlades tillsammans med information om undersökningen av samma skogsbolag till deras respektive jägare via e-post. 142 svenska jägare svarade på undersökningen vilket motsvarar en svarsfrekvens på 11,9%.

I Norge skickades samma typ av förfrågan ut till personer som hade betalat jägaravgift efter 2016 och som var bosatta i delar av Innlandet fylke omfattande Våler, Åsnes, Elverum, Åmot och Trysil kommuner. Dessa kommuner är berörda av vindkraftanläggningarna Raskiftet i Åmot kommun och Trysil kommun och Kjølberget i Våler kommun. E-post adresser till potentiellt aktiva och berörda jägare i Norge tillhandahölls av Miljødirektoratet. 514 norska jägare svarade på undersökningen vilket motsvarade en svarsfrekvens på 11,1%. Den relativt låga svarsfrekvensen i båda länderna beror möjligen på att majoriteten av jägarna i dessa områden inte jagar i områden med vindturbiner och därför upplevde att deras svar ej var relevanta för undersökningen (se Figur 16). I det norska utskicket är det dessutom möjligt att flera av de kontaktade jägarna inte hade bedrivit jakt under de fem senaste åren och därför valde att inte svara på undersökningen.

Denna rapport redovisar de huvudsakliga preliminära resultaten från ett urval av frågorna men fullständig statistisk bearbetning är inte genomförd än. I texten redovisas svarsalternativen gemensamt för Sverige och Norge medan figurerna innehåller en uppdelning av svarsalternativen för respektive land. För de frågeställningar där vi fann en statistisk säkerställd skillnad ($P < 0,05$) i fördelningen av olika svarsalternativ mellan länderna så rapporteras detta i löpande text. Dessa skillnader mellan länder testades med antingen ett Wilcoxon test alternativt ett Chi-två test beroende på svarsalternativens utformning.



Figur 16. Karta över vindkraftsanläggningar (blå prickar) i det aktuella studieområdet (gul färg) bestående av Värmland och Dalarnas län i Sverige samt Våler, Åsnes, Elverum, Åmot och Trysil kommuner i Innlandet fylke i Norge.

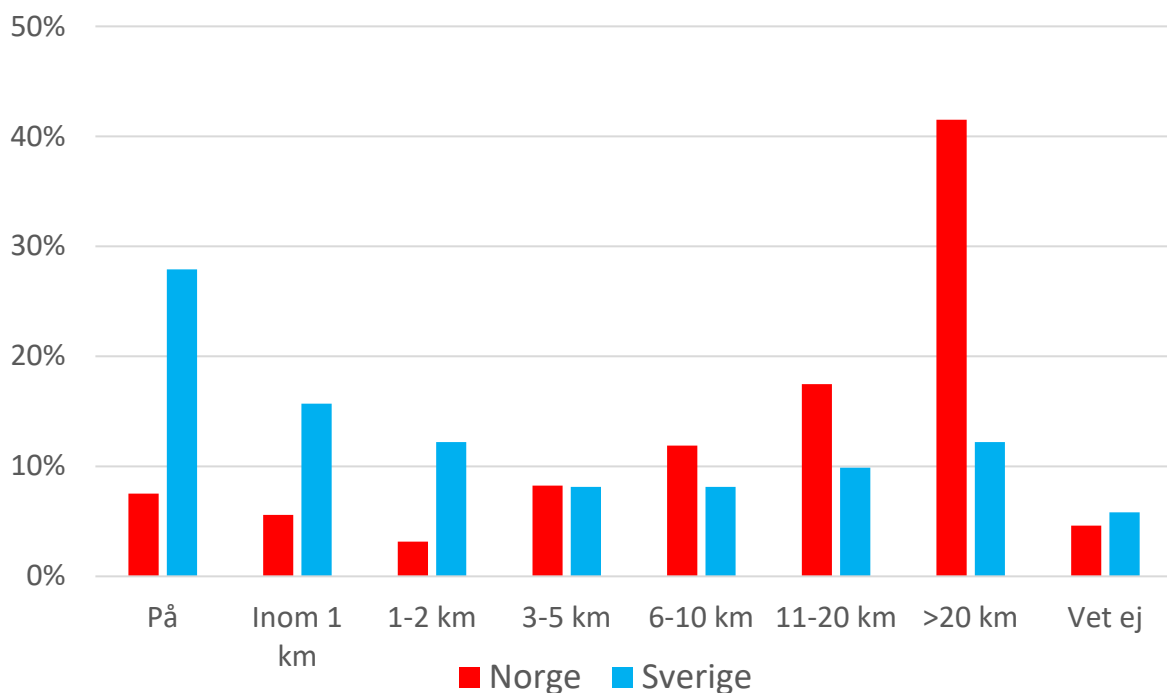
5.3 Resultat

5.3.1 Urval av respondenter

Svarsfördelningen mellan de tre olika åldersgrupperna var 8% i åldern 18-30 år, 54% i åldern 31-60 år samt 39% över 60 år. Av dessa var 90% män och 10% kvinnor. Av de totalt 656 personer som svarade på enkäten bodde 61% på landsbygden eller i en by medan 39% uppgav att de bodde i ett samhälle eller i en tätort (tettsted). Huvuddelen (524) av de 656 personerna som svarade på enkäten uppgav att de jagade älg och fick då möjlighet att svara på samtliga frågor i enkätundersökningen om vindturbinernas effekter på älgjakt.

5.3.2 Avstånd och effekter av vindturbiner på syn och hörsel

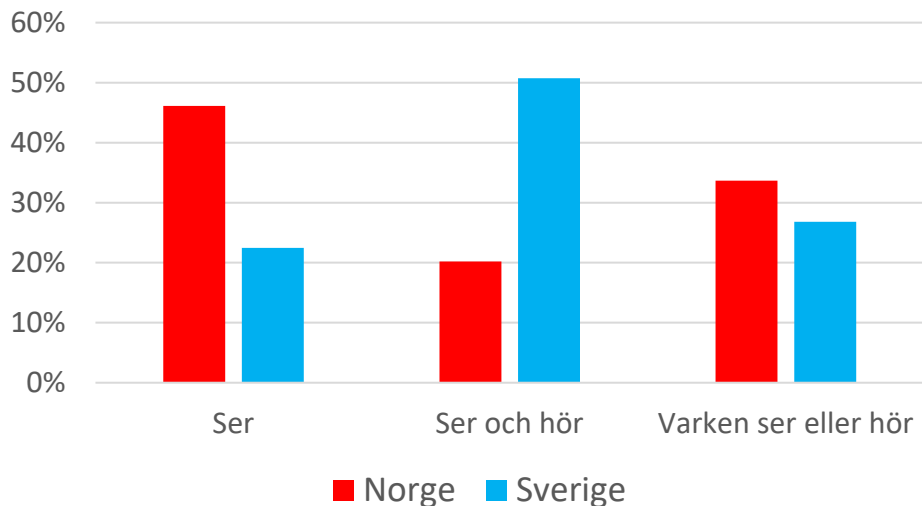
Av de 524 svarande från både Norge och Sverige så angav 15% att de hade vindturbiner på sitt jaktområde (Figur 17). Av samma antal svarande angav 25% att de hade vindturbiner, belägna inom 1-5 km från gränsen till sitt jaktområde och ytterligare 29% att de hade vindturbiner inom 6-20 km från gränsen till sitt jaktområde (Figur 17). Svaren visade att de svenska jägarna hade generellt kortare avstånd till vindturbiner jämfört med de norska jägarna (Wilcoxon test, $P < 0,0001$).



Figur 17. Antalet angivna vindturbiner på samt på olika avstånd utanför det egna jaktområdet för jägare i Norge ($n = 386$) och Sverige ($n = 138$). Eftersom man hade möjlighet att ange flera svar från de olika alternativen så adderar samtliga svar till mer än 100% för respektive land.

Av de 524 svarande uppgav 40% att de endast såg vindturbiner från sin jaktmark medan 28% uppgav att de både kunde se och höra ljuden från vindturbiner från sin jaktmark (Figur 18). Resterande 32%

uppgav att de varken såg eller hörde vindturbiner från sin jaktmark. Det var en större andel av de svenska jägarna som kunde se och höra vindturbinerna jämfört med de norska jägarna (Chi-två test, $P < 0,0001$).



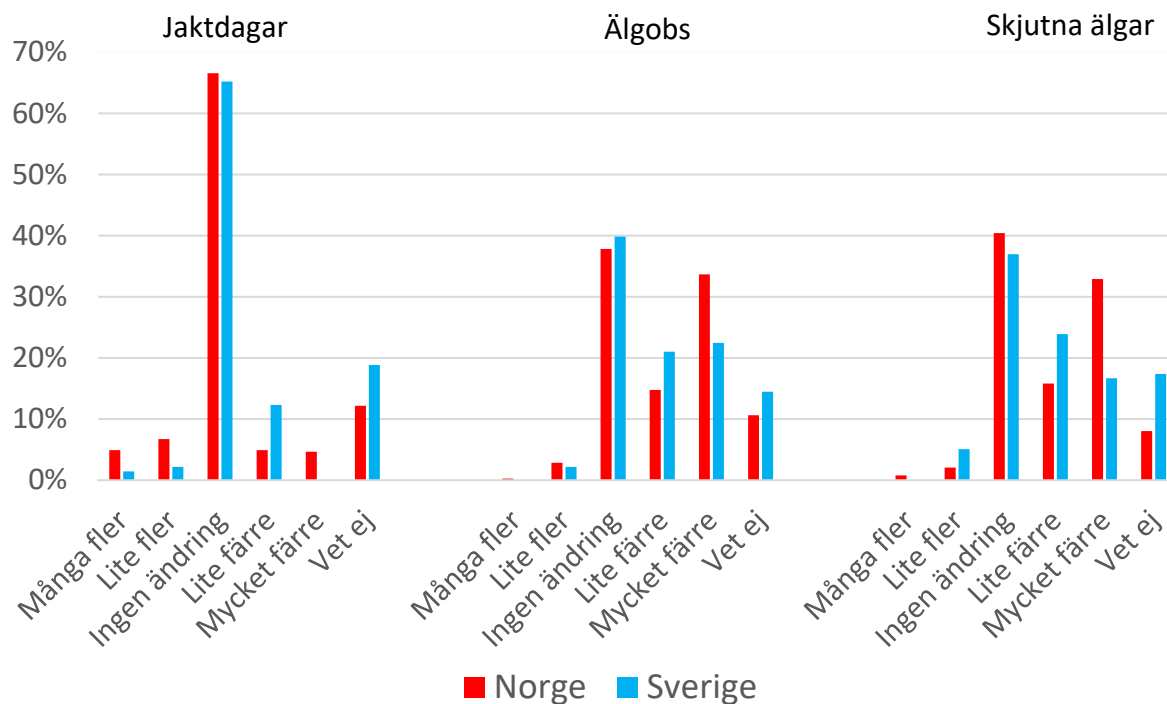
Figur 18. Antal jägare som kan se, se och höra, samt varken ser eller hör vindturbiner från sitt jaktområde, fördelat på norska ($n = 386$) och svenska ($n = 138$) jägare. Inga respondenter svarade att de bara hörde men ej såg vindturbinerna.

5.3.3 Förändring i antal jakt dagar, älgobservationer, och skjutna älgar efter utbyggnad av vindkraft

På frågan om antalet egna jakt dagar hade förändrats efter uppförandet av vindturbiner svarade majoriteten (66%) att de inte hade förändrat det egna antalet jakt dagar (Figur 19). Tio procent uppgav att man hade lite fler eller många fler jakt dagar medan 10% angav att man hade lite färre eller många färre jakt dagar. Ytterligare 14% svarade att man inte hade någon uppfattning om detta. Jämfört med svenska jägare så rapporterade en större andel av de norska jägarna att dessa hade förändrat sin jakt till något färre jakt dagar efter uppförandet av vindturbiner (Wilcoxon test, $P = 0,021$).

Samma typ av fråga ställdes om antalet älgobservationer i deras jaktlag har förändrats efter uppförandet av vindturbiner. Av dessa ansåg 38% av det inte hade upplevt någon förändring medan 47% ($n = 247$) svarade att det hade skett en liten eller tydlig minskning av antalet älgobservationer (Figur 19). Endast 3% ansåg att man hade haft lite fler eller mycket fler älgobservationer efter utbyggnaden av vindkraft. Tolv procent av de tillfrågade svarade att man inte hade någon uppfattning om detta.

Därefter ställdes frågan om antalet skjutna älgar i deras jaktområde hade förändrats efter uppförandet av vindturbiner. Av dessa ansåg 40% att det inte hade skett någon förändring medan 47% ($n = 244$) uppgav att det hade skjutits lite mindre eller klart mindre med älg (Figur 19). Tre procent uppgav att det hade skjutits lite fler eller många fler älgar efter uppförandet av vindturbiner i området. Ytterligare 11% personer svarade att man inte hade någon uppfattning om detta. Jämfört med svenska jägare så hade en större andel av de norska jägarna skjutit färre älgar efter uppförandet av vindturbiner (Wilcoxon test, $P = 0,039$).

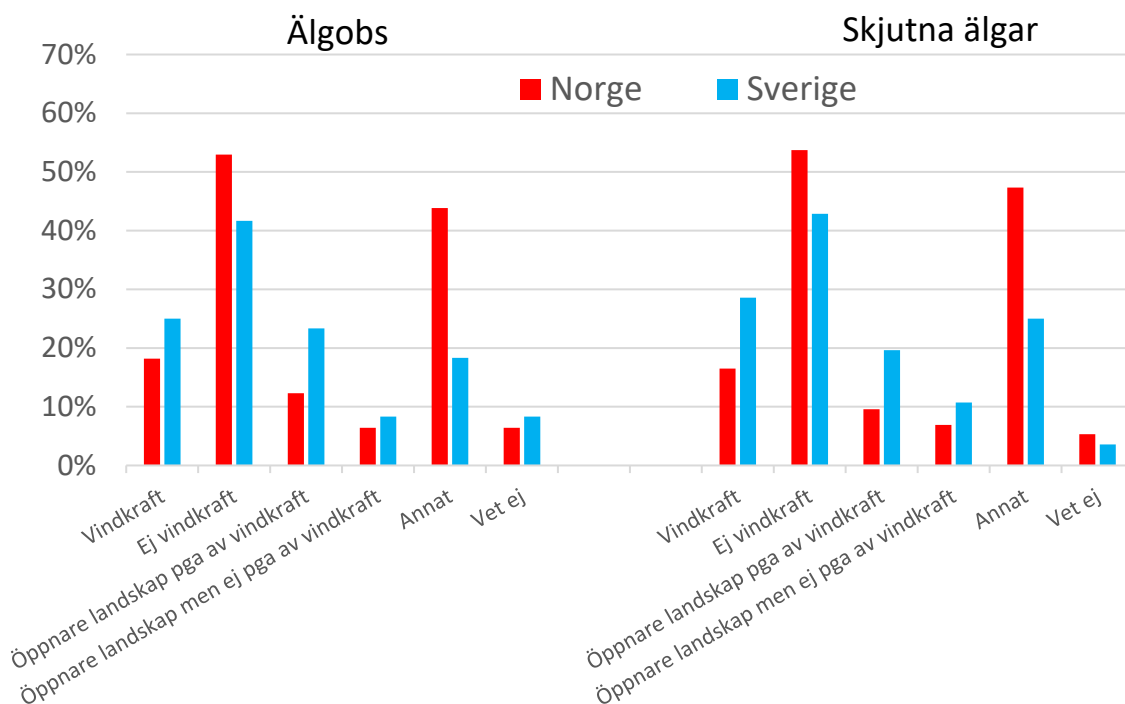


Figur 19. Förändring i antalet jakt dagar, älgobservationer, samt skjutna älgar efter utbyggnaden av vindkraft för norska (n = 386) och svenska (n = 138) jägare.

5.3.4 Angivna orsaker till förändring i antalet älgobservationer och skjutna älgar

Av de 247 personer som ansåg att antalet älgobservationer hade minskat sedan utbyggnaden av vindkraft svarade 20% att de ansåg att detta orsakades av vindkraftsutbyggnaden (Figur 20). Femton procent ansåg att minskningen berodde på en ökning av öppet landskap till följd av vindkraftutbyggnaden medan 7% ansåg att denna var orsakad av rådande skogsbruk som inte var kopplad till vindkraft. Trettioåtta procent uppgav att denna minskning hade andra orsaker medan 50% ansåg att minskningen inte hängde ihop med utbyggnaden av vindkraft. Flera svar kunde anges på frågan vilket medförde att den totala svarsprocenten för respektive land blev mer än 100%. En jämförelse av svaren mellan länderna visade att en större andel av de svenska jägarna ansåg att minskningen av älgobsen kunde orsakas av utbyggnaden av vindkraft i sig, alternativt av en ökad andel öppet landskap till följd av vindkraftutbyggnaden, jämfört med de norska jägarna (Chi-två test, $P = 0,006$).

Av de 244 personer som uppgav att antalet skjutna älgar hade minskat efter utbyggnaden av vindkraft ansåg 19% att det berodde av vindkraftutbyggnaden medan 12% ansåg att minskningen berodde på en ökning av öppna landskap till följd av vindkraftutbyggnaden (Figur 20). Åtta procent ansåg att minskningen var orsakad av ökad hyggesareal som följd av skogsbruket medan 42% uppgav att denna minskning hade andra orsaker. 51% menade dock att minskningen inte hängde ihop med utbyggnaden av vindkraft. Flera svar kunde anges på frågan. Även på denna fråga var det en större andel svenska jämfört med norska jägare som ansåg att nedgången i antalet skjutna älgar berodde antingen av vindkraftsutbyggnaden i sig, eller av den ökning av öppna ytor som skapades av vindkraft eller av andra orsaker (Chi-två test, $P = 0,005$).



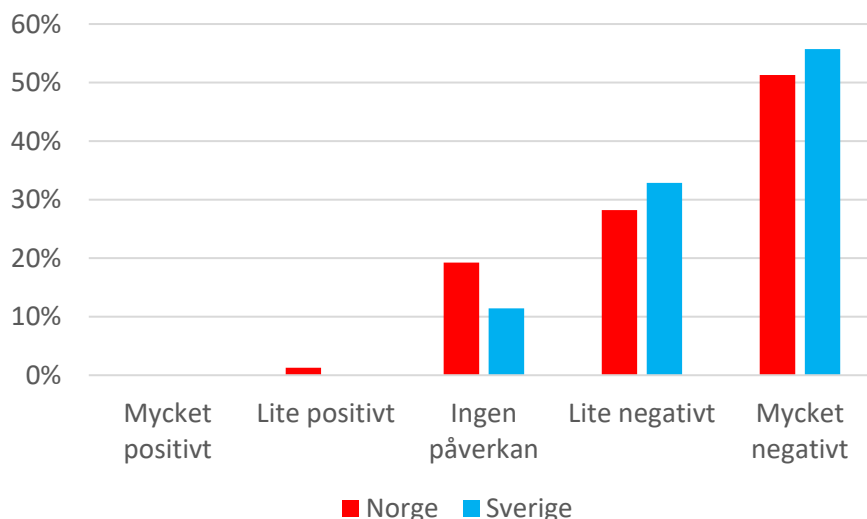
Figur 20. Fördelningen av angivna orsaker till minskningen av antalet älgobservationer (n = 337 svar) samt skjutna älgar (n = 335 svar) efter utbyggnaden av vindkraft hos norska och svenska jägare som uppgav att antalet älgobservationer respektive skjutna älgar hade minskat efter utbyggnaden av vindkraft. Flera svar kunde anges på frågorna vilket medför att den sammanlagda procentsatsen för respektive land adderar till mer än 100%.

5.3.5 Förändring var man jagar och varför

Vi frågade även om man hade förändrat var på jaktmarken man jagade älg efter utbyggnaden av vindkraft. En klar minoritet (15%) av 524 svarade att man hade förändrat var man jagade på jaktmarken efter utbyggnaden av vindkraft. Om man istället begränsade frågan till de som uppgav att de hade vindturbiner på sitt jaktområde (n = 79 eller 15% av 524) så uppgav 53% av dessa att det hade förändrat var på jaktmarken man jagade efter uppförandet av vindturbiner. Av dessa 79 jägare uppgav en större andel svenska jämfört med de norska, att denna förändring berodde av vindturbinerna placering eller av risken för fallande isklumpar från dessa (Chi-två test, P = 0,0002).

5.3.6 Påverkan av ljud från vindturbiner på jaktutförande och naturupplevelse

Av de totalt 148 personer som upplevde ljud från vindturbinerna angav 16% att det inte hade någon påverkan på deras jaktutförande medan 30% respektive 53% angav att ljuden hade en liten negativ respektive mycket negativ inverkan. Endast en person uppgav att ljuden hade lite positiv inverkan och ingen ansåg att det hade en stark positiv inverkan (Figur 21).



Figur 21. Svaren från de 148 personer som uppgav att de hörde vindturbiner från sitt jaktområde och hur de upplevde dessa ljud.

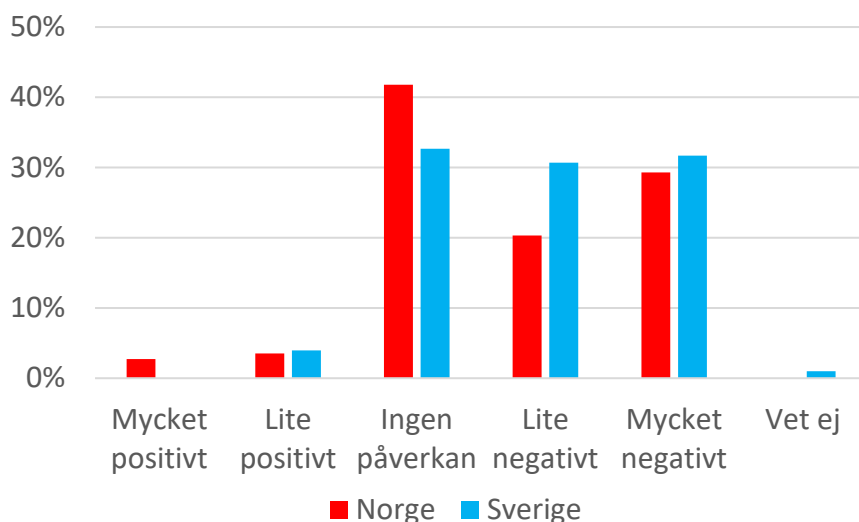
Av de 148 personer som uppgav att de hörde vindturbiner från sin jaktmark var 62% helt eniga med påståendet att "ljuden från vindturbinerna var störande för själva jaktupplevelsen" medan 22% uppgav att de var lite eniga med detta påstående. Av de resterande uppgav 10% att de inte påverkades eller att de var lite eller helt oeniga med detta påstående (7%).

På påståendet att "ljuden från vindturbinerna kamouflerade deras egna ljud" svarade 22% av dessa var mer eller mindre eniga med detta påstående medan 25% varken höll med eller mot. Däremot var 43% helt eller delvis oeniga med detta påstående. Resterande 10% svarade att det inte hade någon uppfattning om detta. En större andel av de svenska jägarna var enig med detta påstående jämfört med de norska jägarna (Wilcoxon test, $P = 0,024$).

Vidare frågade vi om man ansåg att ljuden från vindturbinerna gör det svårare att under jakt uppfatta ljuden från älg och/eller hund. Här svarade 147 personer och av dessa var 74% helt eller delvis enig om att det var så medan 15% uppgav att man inte hade någon uppfattning om detta och där 12% var helt eller delvis oenig med detta påstående.

5.3.7 Påverkan av synen från vindturbiner på jaktutförande och naturupplevelse

Av de 357 personer som uppgav att de kunde se vindturbiner under jakten rapporterade 2% respektive 4% att detta hade en mycket respektive liten positiv effekt på deras jaktutförande. 39% uppgav att det inte hade någon påverkan medan 23% respektive 30% uppgav att detta hade en liten respektive mycket negativ inverkan på deras jaktutförande (Figur 22). 2% svarade att de inte hade någon uppfattning.



Figur 22. Svaren från de 357 personer som uppgav att de såg vindturbiner från sitt jaktområde och hur de upplevde dessa ljud.

357 personer svarade på påståendet om man anser att "synen av vindturbiner är störande när man sitter på pass". Av dessa svarade 50% att man var helt eller delvis enig med detta påstående medan 24% var helt eller delvis oenig om detta, och 25% svarade att man inte påverkades av detta. 2% uppgav att de inte hade någon uppfattning om detta. En större andel av de svenska jägarna var eniga med detta påstående jämfört med de norska jägarna (Wilcoxon test, $P = 0,003$).

Av samma antal personer uppgav 54% att man var helt eller delvis enig om att "synen av vindturbiner var störande för deras jaktupplevelse" medan 22% var helt eller delvis oenig om detta. Tjugotvå procent av de tillfrågade svarade att man inte påverkades av detta medan 3% inte hade någon uppfattning alls i frågan. Även i detta påstående var en större andel av de svenska jägarna eniga jämfört med de norska jägarna (Wilcoxon test, $P = 0,002$).

Slutligen frågade vi om man var enig med påståendet att "synen av vindturbiner under älgjakt hade någon effekt på deras naturupplevelse". Sextioåtta procent svarade då att man var helt eller delvis enig om detta medan 18% var helt eller delvis oenig med detta påstående. Tretton procent svarade att man inte påverkades av detta i någon riktning medan 1% svarade att man inte visste. Återigen var en större andel av de svenska jägarna eniga med detta påstående jämfört med de norska jägarna (Wilcoxon test, $P = 0,032$).

5.3.8 Effekter av ett utbyggt vägnät på jakten

Eftersom uppförande av vindturbiner i de flesta fall även kommer att medföra en utbyggnad av det befintliga skogsbilvägnätet så frågade vi hur jägarna upplevde olika aspekter av denna utbyggnad. Endast 76 personer svarade på något av alternativen om effekter av ett utbyggt skogsbilsvägnät. Av dessa hade majoriteten (68%) uppgivit att de hade vindturbiner på det egna jaktområdet och hade därför troligen egna erfarenheter av denna utbyggnad.

På påståendet om "utbyggnaden av vägnätet gör det lättare för jägarna att utnyttja hela jaktmarken" svarade 52% att de var helt eller delvis eniga medan 21% var helt eller delvis oeniga medan 26% svarade att det varken var eniga eller oeniga i detta påstående. En procent uppgav att de inte visste vad de skulle svara på frågan.

På påståendet om att "utbyggnaden av vägnätet i samband med uppförande av vindturbiner även medförde en högre standard som underlättade genomförandet av älgjakt" svarade 53% att de var helt eller delvis eniga. Däremot var 21% av dessa helt eller delvis oeniga om detta påstående medan 23% inte hade någon bestämd uppfattning. Tre procent svarade vet ej.

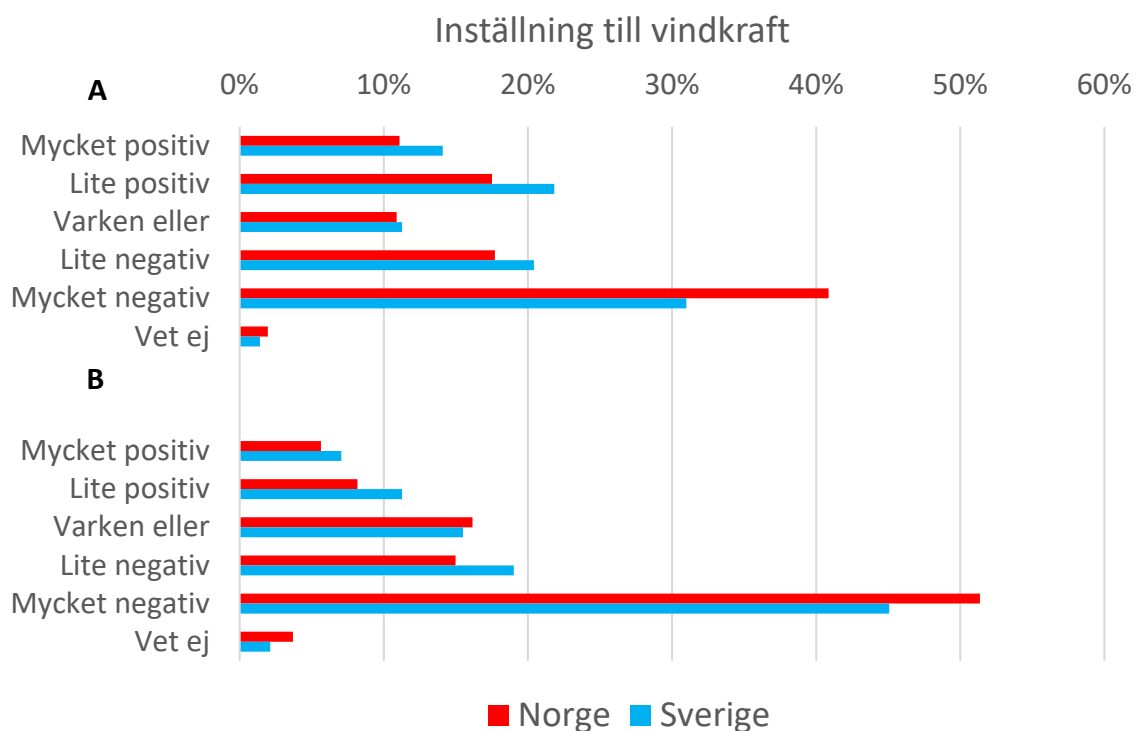
Fyrtiofyra procent ansåg dessutom att "utbyggnaden av vägnätet skapade flera möjliga älgpass" medan 31% inte var eniga med ett sådant påstående. Tjugotvå procent hade ingen bestämd uppfattning om detta påstående medan 3% svarade vet ej.

Slutligen frågade vi om de var eniga med påståendet att "utbyggnaden av vägnätet bidrog till att skapa störning av jakten genom att detta även nyttjades av folk som inte jagar på jaktmarken". I detta påstående var 68% helt eller delvis eniga medan endast 5% ansåg att så inte var fallet. Tjugosex procent hade ingen bestämd uppfattning och 1% av de tillfrågade svarade vet ej.

5.3.9 Jägarnas generella inställning till vindkraft

Avslutningsvis frågade vi även om samtliga (656) jägares generella inställning till vindkraftsutbyggnad i respektive land. Av dessa uppgav 30% att de var lite eller mycket positiva till detta medan 57% uppgav att de var lite eller mycket negativa till detta (Figur 23A). Elva procent svarade att det varken var positiva eller negativa medan 2% uppgav att de ej visste vad de ansåg om detta. Jämfört med svenska jägarna så var en större andel av de norska jägarna mer negativt inställd till en generell utbyggnad av vindkraften (Wilcoxon test, $P = 0,033$).

Vi frågade även om vad de ansåg om en eventuell utbyggnad av vindkraft i närheten av deras jaktområde. Där svarade 15% att de var lite eller mycket positiva till detta medan 66% ansåg att detta var lite eller mycket negativt (Figur 23B). Sexton procent uppgav att de varken var positiva eller negativa till en utbyggnad av vindkraften i närheten av den egna jaktmarken medan 3% svarade att de ej visste vad de ansåg om detta. Ingen skillnad mellan länderna fanns i svaren för denna fråga.



Figur 23. Jägarnas inställning till utbyggnad av vindkraft generellt i respektive land (A) samt i närheten av deras jaktområde (B).

5.4 Diskussion

Nedan följer en översiktlig sammanfattning av resultaten från denna studie. De flesta som deltagit denna undersökning har inte vindturbiner på den egna jaktmarken men en majoritet av de tillfrågade berörs av närliggande vindturbiner genom att de ser eller hör ljud från vindturbiner från den egna jaktmarken.

En majoritet av de tillfrågade rapporterade att utbyggnaden av vindturbiner inte har lett till färre jakt dagar. Däremot svarade de flesta att utbyggnaden av vindkraft är förknippad i tid med en nedgång i antalet älgobservationer och skjutna älgar men en övervägande andel av dessa anser att denna minskning är orsakad av andra faktorer än av utbyggnaden av vindkraft.

En klar majoritet (> 80%) av de personer som uppgav att de kunde höra ljud från vindkraftverk från den egna jaktmarken ansåg även att detta upplevdes negativt under jakt samt att ljuden från vindturbinerna upplevdes som störande för själva jaktupplevelsen. En något mindre majoritet var negativt inställda till synen av vindkraftverk från den egna jaktmarken och ansåg att detta negativt påverkade både jaktens utförande samt själva jakt- och naturupplevelsen. Generellt svarade de svenska jägarna att de upplevde mer negativa inslag av vindkraftverken under jakt jämfört med de norska jägarna. Detta kan möjligtvis förklaras av att de svenska jägarna ser och hör fler vindkraftverk på sitt jaktområde eller i närområdet jämfört med de norska jägarna som deltog i undersökningen. En stor andel av de tillfrågade ansåg dock att utbyggnaden och den höjda standarden på skogsbilvägnätet som skedde i samband med utbyggnaden av vindkraft var huvudsakligen positiv.

En klar majoritet av de tillfrågade hade en negativ inställning till fortsatt utbyggnad av vindkraft generellt och denna negativa inställning blev än mer tydlig när det gällde en utbyggnad på eller i anslutning till den egna jaktmarken. Sammantaget för studien kan man säga att en utbyggnad av vindkraftverk upplevs negativt bland älgjägare och att den negativa hållningen ökar med närheten till vindkraftverken från den egna jaktmarken. Om vi dessutom jämför våra resultat med en nyligen publicerad norsk studie⁶⁰ över allmänhetens attityder till vindkraft i Norge så visar vår undersökning att den finns en klart mer negativ hållning till vindkraft bland de norska jägarna jämfört med den norska allmänheten. Samma undersökning slår fast att politiker, landskapsförvaltande myndigheter och utvecklingsföretag har underskattat eller helt ignorerat styrkan och mångfalden av attityder till vindkraft vilket har medfört att nationella myndigheter har tvingats stoppa vidare planering av vindkraft i Norge⁵⁹.

Forskningsprogrammet Vindval i Sverige är ett samarbete mellan Energimyndigheten och Naturvårdsverket och har som uppgift att samla in och sprida kunskap om vindkraftens effekter på människor, natur och miljö⁶¹. Forskningsprogrammet har publicerat ett flertal rapporter om vindkraftens effekter i både havsmiljö och på land. I en tidig rapport från 2008 slår man fast att få människor blir störda av ljudet från vindkraft och att detta beror av vilken miljö man lever i så att människor i glesbygd har en tendens att uppleva en större grad av störning⁶². I en annan rapport från 2012⁶³ slår man fast att vindkraftsetableringar kan uppfattas som störande i miljöer som upplevs som rofyllda och att sådana miljöer är viktiga ur rekreationssynpunkt och därmed även ur folkhälsosynpunkt. I en uppdaterad version av rapporten från 2012⁶⁴ framförs att det är framförallt ljud- och rotationsrörelser med skuggbildning som kan vara störande element ur detta perspektiv men man påtalar även hur vindkraftverk kan upplevas som ett störande element i själva landskapsbilden. Man slår fast att vindkraft tillför nya ljud (buller), visuella intryck (inklusive skuggor och blinkande ljus), och förändrar landskapets estetiska värden och att känsligheten för dessa

förändringar beror på vilka värden som finns i de aktuella områdena och är representerade av till exempel friluftsliv och besöksnäringen, eller landskapets natur- och kulturmiljöer.

I Norge har både Turistföreningen (Den Norske Turistforening) och paraplyorganisationen Norsk Friluftsliv varit tydligt kritiska mot vindkraft eftersom det anses hota friluftsliv och allemansrätten. Återigen så stödjer vår undersökning att det finns en mer negativ inställning till vindkraft bland norska jägare jämfört med svenska jägare. Sådant motstånd finns inte i Sverige på samma uttalade sätt från motsvarande organisationer, men vikten av rekreativa miljöer för avkoppling är något som har uppmärksammats internationellt under många decennier, inte minst genom miljöpsykologisk forskning⁶⁵.

När det gäller vindkraftens effekter på utförandet av jakt och hur jägare upplever detta i Skandinavien eller i Europa så finns enligt vår kännedom inga tidigare kvantitativa undersökningar gjorda. Jakt faller under kategorin friluftsliv och rekreation i Vindvalprogrammets rapporter från 2012 och 2021 men i dessa nämns inget specifikt om hur vindkraft eventuell kan påverka utförandet och upplevelsen av jakt. Här skriver man att: *"Forskning om vindkraftens påverkan på besöksnäringen, friluftsliv och turism har inte gett några definitiva slutsatser. Det specifika sammanhanget verkar helt avgörande och bilden som kommer fram ur forskningen är snarare tvetydig."*⁶⁴.

Svenska Jägareförbundet anger i sin officiella syn på vindkraft från 2012⁶⁶ att man har en positiv grundinställning till förnyelsebar energi samtidigt som man anser att en vindkraftsutbyggnad kan påverka såväl viltet som själva jaktutövandet. Man säger vidare att: *"Kunskapen på området är dock bristfällig och Svenska Jägareförbundet verkar därför aktivt för att bygga upp kunskapen om vindkraftsetablerings inverkan på såväl människor som däggdjur och fåglar."*

Sammantaget visar denna relativt översiktliga genomgång av litteraturen att undersökningar av vindkraftens effekter på människors intressen i form av jakt är ett förbiset område i både Norge och Sverige. Resultaten från vår enkätundersökning (pilotstudie) visar att närheten av vindkraftverk på eller i anslutning till den egna jaktmarken av många upplevs ha betydande negativa effekter på både jaktutförandet och naturupplevelsen i samband med älgjakt. En konsekvens av detta är att större uppmärksamhet bör ges till att även täcka in denna aspekt vid kommande utvärderingar av vindkraftens effekter på människan och deras intressen. I detta ingår även att ta fram ett bättre kunskapsunderlag som täcker en större geografisk region än i föreliggande pilotstudie samt att beakta hur vindkraften upplevs påverka vid olika typer av jaktformer.

6. Avskjutning av älg i relation till vindkraftsutbyggnad

6.1 Bakgrund

Älgjakten har både ett stort ekonomiskt och rekreativt värde i Sverige och Norge och ger inkomster och kött till markägare respektive jägare^{58,67}. Jaktsystemet i Skandinavien är organiserat i olika geografiska förvaltningsområden som förvaltar samma älgpopulation över tid. Därmed kan jägare planera för ett hållbart jaktuttag under ett flerårsperspektiv. Flera faktorer påverkar det möjliga jaktuttaget där predation från varg och björn, vilka andra klövdjur utöver älg som finns i förvaltningsområdet, och nivån av älgbetesskador är några exempel⁶⁸⁻⁷⁰. Även utbyggnad av vindkraft kan komma att påverka det möjliga jaktuttaget på älg antingen genom en påverkan på älgens beteende i närheten av vindkraftverk eller att jägare undviker att jaga i närområden till vindkraftverk.

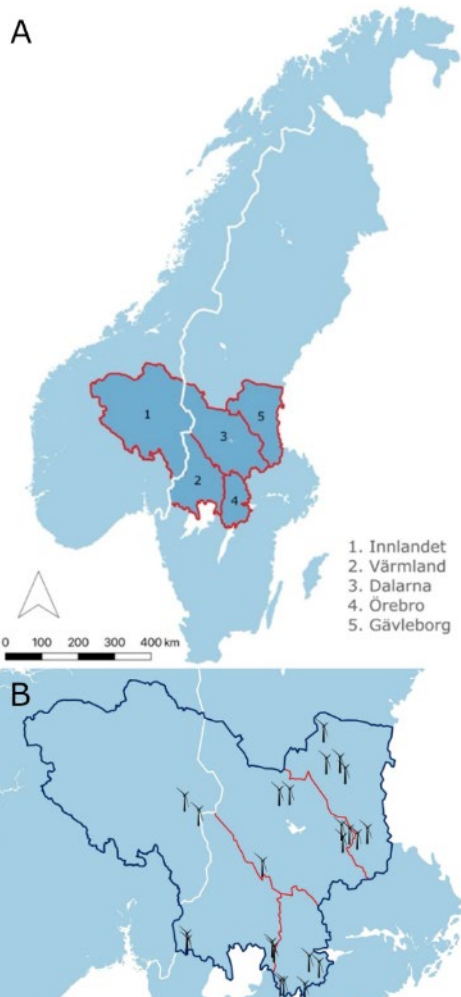
6.1.1 Syfte

Syftet med detta pilotprojekt var att undersöka om den totala avskjutningen av älg har påverkats av utbyggnad av vindkraft i olika geografiska förvaltningsområden för älg. Vi undersökte om antalet turbiner, avståndet till närmsta vindkraftverk, höjden på de närmsta turbinerna samt antal år sen utbyggnad av vindkraftverk påverkade den totala avskjutningen av älg. Vi inkluderade även faktorer där det är känt sen tidigare att dessa påverkar jaktuttaget på älg. Utöver tre tidsperioder (2012-2014, 2015-2017, 2018-2020) inkluderade vi vargförekomst, björnförekomst, andel av marken som utgörs av hyggen, vägtäthet och latitud i analyserna⁷¹.

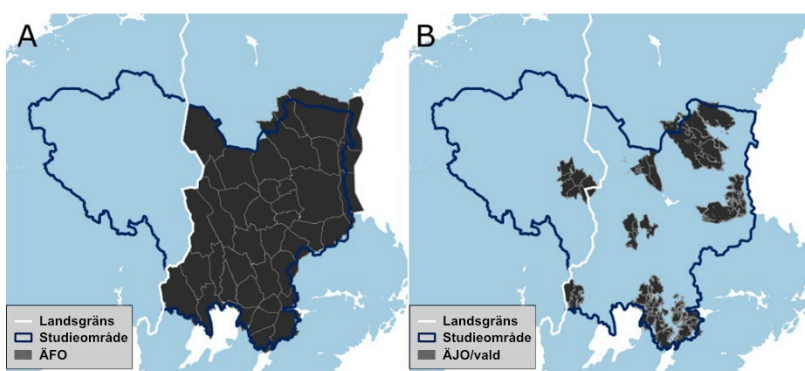
6.2 Metoder

6.2.1 Studieområde

Studien genomfördes i Inre Skandinavien och omfattar hela Värmlands och Dalarnas län och Innlandets fylke i Norge samt Gävleborgs och Örebro län. Inom detta område har vi använt data från 23 stycken vindkraftsparker (Figur 24) och avskjutningsstatistik på älg för 1) älgförvaltningsområden (ÄFO) i Sverige, och 2) älgjaktområden (ÄJO) i Sverige och vald i Norge (Figur 25).



Figur 24. Studieområdet innefattar avskjutningsstatistik på älg i relation till vindkraftsutbyggnad i Inlandets fylke i Norge och fyra län i Sverige (A) för 23 vindkraftverk som byggdes under perioden 2014-2018 (B).



Figur 25. Geografisk belägenhet av (A) älgförvaltningsområden (ÄFO) i Sverige, och (B) älgjaktområden (ÄJO) i Sverige och vald i Norge som inkluderades i analyserna av effekter på avskjutning av älg i relation till utbyggnad av vindkraftverk.

6.2.2 Avskjutningsstatistik

Dagens älgförvaltningsystem i Sverige blev infört 2012 och består av ÄFO som kan sträcka sig över länsgränser och kommuner och som i sin tur består av ÄJO. Avskjutning av älg rapporteras via Länsstyrelsernas databas Älgdata (<https://www.algdata.se/>). I Norge är det kommunerna som har ansvar för att rapportera skjutna älgar till ett nationellt register. Kommunerna godkänner vald vilket är ett jaktfelt eller en sammanslutning av flera jaktfelt där jakträttsinnehavaren sökt om tillstånd för älgjakt. Avskjutningsstatistik för älg hämtades från Hjorteviltregisteret (<https://hjorteviltregisteret.no>) och Viltrapporten (<https://www.viltrapporten.no>).

6.2.3 Vindkraft

Data om vindkraftverk som etablerades under studieperioden erhöles från Länsstyrelsernas databas Vindbrukskollen (<https://vbk.lansstyrelsen.se/>) och Norges vassdrags- og energidirektorat (<https://www.nve.no/energi/energisystem/vindkraft/kart/>). Datat innehöll information om plats, antal och höjd på turbiner samt utbyggnadsår. Utbyggnadsår kan ha olika innebörd och vi använde året före det angivna utbyggnadsåret som startår för uppförandet av vindkraftverken.

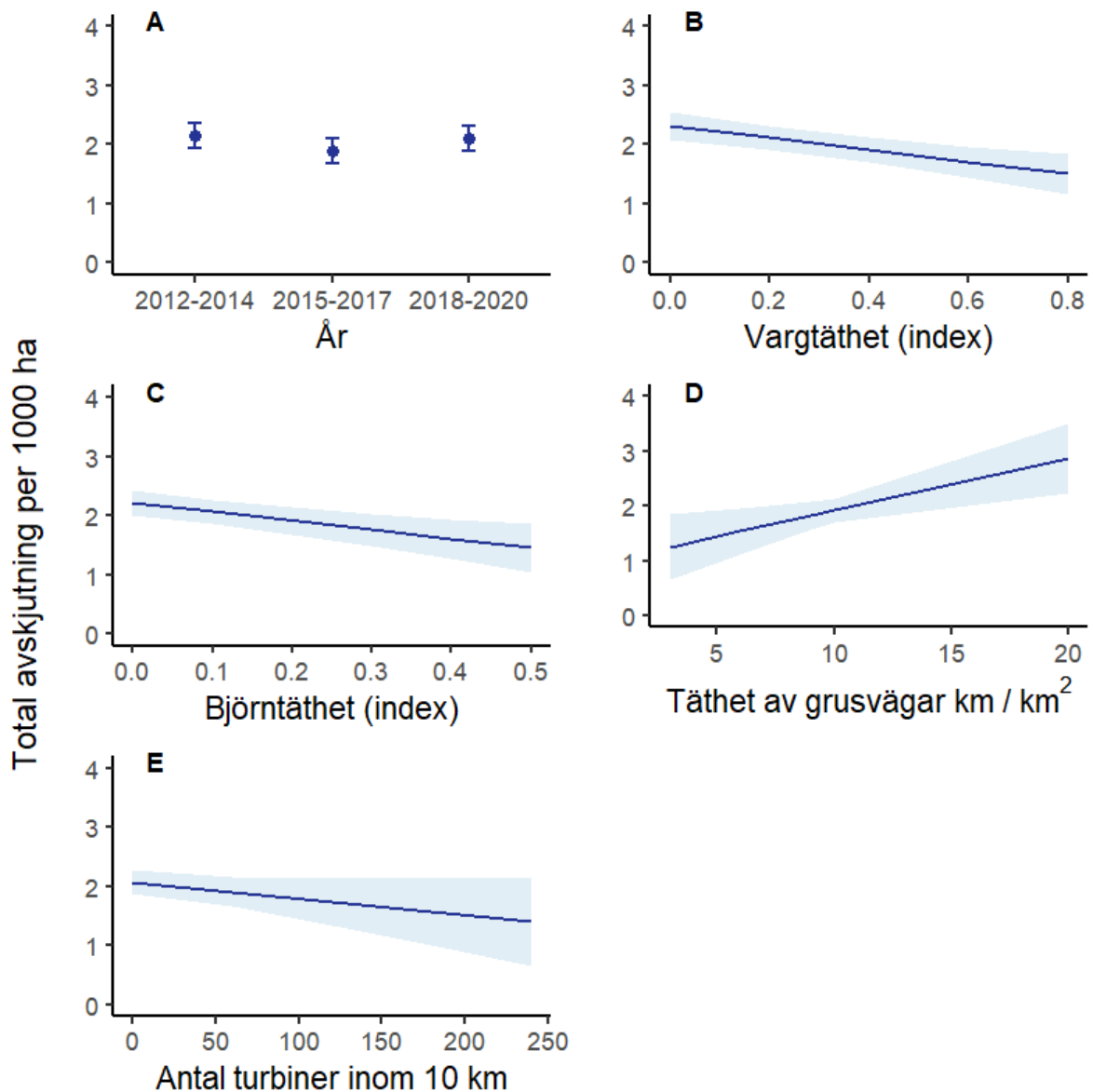
6.2.4 Andra faktorer

Som ett index på vargtäthet i olika jaktområden för respektive år användes data från den årliga inventeringen av varg i Sverige och Norge och som ett motsvarande index för björntäthet användes data på skjutna björnar (<https://www.rovbase.no>). Andel ungskog per förvaltningsområde beräknades från Global Forest Watch (<https://www.globalforestwatch.org>) som summan av andelen hyggen per år under det innevarande och de föregående 11 åren. Täthet av grusvägar och asfalterade vägar erhöles från Lantmäteriet i Sverige och Statens Kartverk i Norge. Latitud beräknas från förvaltningsområdets mittpunkt.

6.3 Resultat och diskussion

6.3.1 Älgförvaltningsområden (ÄFO) i Sverige

Vi använde avskjutningsdata från 41 olika ÄFO:n under nio år (totalt 369 jaktår) i Sverige. Den totala avskjutningen (per 1000 ha) varierade över tid och var lägst under perioden 2015-2017 (Figur 26A). Både varg- och björntäthet påverkade avskjutningen med minskad avskjutning vid ökade tätheter av dessa rovdjur (Figur 26B, C). Avskjutningen ökade vid ökad täthet av grusvägar (Figur 26D). Älgavskjutningen tenderade att minska med ökat antal turbiner i närområdet men denna effekt var svagare än för de andra faktorerna (Figur 26E). Överlag var effekterna av vindkraftverk på älgavskjutning svaga på den största geografiska förvaltningsnivån vilket troligtvis beror på att de flesta områden inom ett ÄFO inte berörs av utbyggnad av vindkraft.

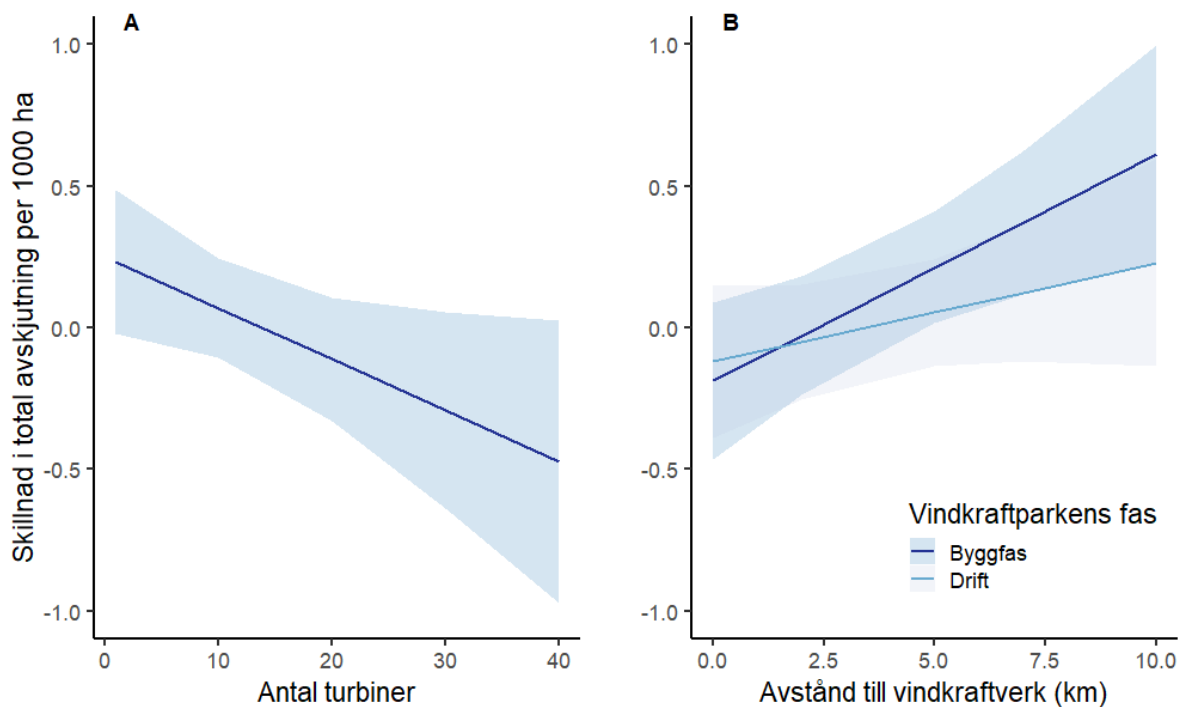


Figur 26. Avskjutning av älg per 1000 ha i älgförvaltningsområden (ÄFO) i Sverige (n = 41). Variationen i avskjutning förklarades bäst av (A) år (tre kategorier), (B) täthet av varg, (C) täthet av björn, (D) täthet av grusvägar, och (E) antal turbiner inom 10 km. Figureerna visar sambandet för respektive oberoende variabel där de övriga oberoende variablerna hålls konstanta på sitt medelvärde samt 95% konfidens intervall från linjära kombinerade modeller (LMM).

6.3.2 Älgjaktområden (ÄJO) i Sverige och vald i Norge

I nästa analys använde vi avskjutningsdata från 66 ÄJO och vald under nio år (totalt 385 jaktår då data saknades för vissa enheter och år) i Sverige och Norge under byggfasen och när vindkraftverken var i drift (inga data från före utbyggnaden inkluderades i denna analys). Vi beräknade skillnaden i avskjutning per 1000 ha mellan varje ÄJO/vald och det ÄFO/kommun som ÄJO/vald tillhör per jaktår. Om skillnaden är noll så är avskjutningen samma i ÄJO/vald och deras respektive ÄFO/kommun medan en negativ skillnad visar att avskjutningen är lägre i ÄJO/vald och en positiv skillnad visar en högre avskjutning i ÄJO/vald. Skillnaden i avskjutning förklarades bäst av antal turbiner samt

avståndet till närmsta vindkraftverk under byggfasen och driftfasen (Figur 27). Det var en negativ effekt av antalet turbiner (Figur 27A) och en positiv effekt av avstånd till vindkraftverken som även var starkare under byggfasen jämfört med driftfasen (Figur 27B). ÄJO och vald är mindre geografiska förvaltningsenheter än ÄFO och för denna nivå hade etablering av vindkraftverk en större effekt än vad som visades för ÄFO-nivån, vilket kan vara en effekt av förvaltningsenheternas storlek. Våra resultat visar därmed att påverkan från utbyggnad av vindkraft blir större i mindre administrativa enheter. Detta kan antingen bero på ett undvikande av områden med vindkraftverk av antingen älgarna eller jägarna eller både och.



Figur 27. Skillnad i total avskjutning av älg per 1000 ha mellan varje älgjaktområde (ÄJO) i Sverige och vald i Norge (n = 66) jämfört med det ÄFO/kommun som aktuellt ÄJO/vald tillhör per jaktår. Variationen i skillnaden i avskjutning förklarades bäst av (A) antal turbiner, och (B) avstånd till vindkraftverk under byggfasen och driftfasen. Figurerna visar sambandet för respektive oberoende variabel där de övriga oberoende variablerna hålls konstanta på sitt medelvärde samt 95% konfidens intervall från linjära kombinerade modeller (LMM).

6.4 Konklusion

Utbyggnad av vindkraftverk resulterade i minskad avskjutning av älg för de mindre förvaltningsenheterna (ÄJO i Sverige och vald i Norge). Möjliga orsaker till detta kan vara lägre älgtäthet i närheten av vindkraftverk genom att älgarna undviker dessa områden, och/eller minskad avskjutning genom att jägarna väljer att jaga mindre i områden med vindkraftverk då ljud- och synintryck från turbinerna kan upplevas som störande. En alternativ förklaring skulle kunna vara att vindkraftverk byggs i områden med lägre produktivitet (hög altitud) som i sin tur medför generellt lägre tätheter av älg.

Andra faktorer som i tidigare studier visats påverka jaktuttaget på älg gjorde så även i denna pilotstudie. Till exempel minskade avskjutningen vid högre täthet av stora rovdjur som varg och björn sannolikt som en effekt av deras predation på älg, medans tätheten av grusvägar var kopplad till en ökad avskjutning. Men många andra faktorer påverkar också den möjliga avskjutningen. Till exempel har vi inte inkluderat avskjutningsmål i denna studie. Därmed har vi inte tagit hänsyn till om målen har varit att öka, minska eller hålla älgpopulationen på samma nivå under studieperioden i de olika förvaltningsenheterna.

Vi kommer i uppföljande studier att förfina analyserna genom att inkludera ett index på förekomst av turbiner inom förvaltningsområdena istället för att använda avstånd till närmsta turbiner från förvaltningsområdets gränser. Vi planerar även för att detta index bör ta hänsyn till antal och höjd på turbinerna. En annan relevant inriktning är att inkludera analyser på älgobs/sett elg i relation till detta vindkraftsindex för att undersöka om älgar undviker områden med vindkraftverk och om, och i sådana fall hur, detta förändras över tid räknat sedan starten av utbyggnaden.

7. Konklusjoner og forskningsbehov

Med behovet for mer fornybar energi er det et stadig økende press på vindkraftutbygging i Skandinavia's barskoger. Det er lite kjent fra før hvordan slik utbygging påvirker vilt og jakt, og vi har derfor i løpet av de siste to årene gjennomført flere pilotstudier som belyser mulige problemstillinger med denne type infrastruktur. Vi fant at elg muligens lot seg påvirke av forstyrrelse fra anleggsarbeidet ved et nyetablert vindkraftverk, at planlagte turbinplasseringer kan overlape noe med ulvers aktivitetssenter, spesielt i hiperperioden, at jervetisper foretrekker høyereliggende områder, spesielt i hiperperioden og om sommeren, at et flertall av elgjegere som hører og/eller ser turbiner fra sine jaktfelt oppfatter turbinene som negativt for deres jaktutførelse og naturopplevelse, og at det kan bli en nedgang i antall skutt elg i vald eller älgjaktområder med mange turbiner och när närmare till vindkraftverken särskilt under byggfasen.

Våre pilotstudier har en begrenset mengde data, og vi har vanligvis ikke hatt mulighet til å studere årsakssammenhenger. For å kunne si noe om effekten av vindkraftutbyggingen på vilt og jakt burde man helst gjennomføre prosjekter som dekker tidsperioden før, under og etter utbygging. Denne tidsgradienten burde anvendes ved flere vindkraftanlegg samtidig, og helst burde det også gjøres de samme studiene i kontrollområder uten utbygging. Vi mener at den gjennomførte spørreundersøkelsen hos elgjegere oppfyller noen av disse kriteriene. Her hadde vi mulighet til å spørre om jegernes opplevelser før og etter utbygging, og i ulik avstand fra vindkraftanlegg. Jegernes svar er basert på deres subjektive oppfatninger og er trolig påvirket av ulike verdisyn, men denne samfunnsvitenskapelige komponenten er også viktig i forvaltningen av skog, vilt, og kulturarv. Når det gjelder jerv og ulv, hadde vi ikke tilgang til individer som kunne følges langs tidsgradienten. Vi så derfor på deres landskapsbruk for å finne mulige sårbare perioder der disse rovdyrene bruker høyereliggende områder som kan overlape med utbyggingsplaner.

For å finne ut mer om hvordan vindkraftutbygging påvirker vilt og store rovdyr, foreslår vi målrettede studier hvor disse artene studeres med et før-under-etter design. Planleggingsfasen for vindkraftutbygging tar vanligvis flere år, og dermed er det god tid til å innhente kunnskap før inngrepet skjer. Det kan være overvåking og telling slik vi gjorde med elgmøkkellingene, alternativt snøsporinger og viltkamera, og det burde suppleres med merking av dyr. Halsbånd som er utstyrt med GPS og aktivitetsmåler, helst i kombinasjon med biosensorer som måler hjerteraten og innebygde støy-målere vil gi en bedre forståelse for hvordan vindturbiner og byggefasen kan påvirke atferd og fysiologi hos dyrene.

8. Takk

Arbeidspakken Vilt i vind i prosjektet GRENSEVILT 2 hadde ikke vært mulig uten den finansielle støtten vi fikk fra Interreg Sverige-Norge, Innlandet fylkeskommune, Naturvårdsverket, Miljødirektoratet, Svenska Jägareförbundet, Statsforvalteren i Innlandet. Takk til Norges vassdrags- og energidirektorat, Miljødirektoratet, Energimyndigheten og Naturvårdsverket for verdifulle tilbakemeldinger på studiene underveis. En stor takk til Miljødirektoratet som har gitt oss tilgang til mailadresser fra det norske jegerregisteret og til Sveaskog og Kopparfors skogar som har sendt ut spørreundersøkelsen til svenske jegere som jakter på deres eiendom. Vi tackar alla som hjälpt oss med att ta fram avskjutningsstatistik för ÄFO, ÄJO og vald. Takk også til Austri Vind som har gitt oss tilgang til Kjølberget vindkraftverk i byggefasen, for å kunne telle elgmøkk. Vi ønsker også å takke Statskog og andre grunneiere som har gitt tillatelse til å sette opp jervebås til fangst og merking av jerv. Vi ønsker å takke piloterna, veterinærene og feltteknikerne som har merket elg, ulv og jerv. Dessuten ønsker vi å takke alle som har bidratt til at feltarbeidet gikk bra og som har gitt oss husly og gjort skogsbilveier tilgjengelige for oss ved åpning av veibommer.

Litteraturliste

- 1 Norges vassdrags- og energidirektorat. *Kraftproduksjon*, <<https://www.nve.no/energi/energisystem/kraftproduksjon/>> (2019).
- 2 Energimyndigheten. Energiläget 2022. En översikt., (2022).
- 3 Marques, A. T. *et al.* Understanding bird collisions at wind farms: An updated review on the causes and possible mitigation strategies. *Biological Conservation* **179**, 40-52 (2014).
- 4 Teff-Seker, Y., Berger-Tal, O., Lehnardt, Y. & Teschner, N. Noise pollution from wind turbines and its effects on wildlife: A cross-national analysis of current policies and planning regulations. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* **168**, 112801 (2022).
- 5 Rabin, L. A., Coss, R. G. & Owings, D. H. The effects of wind turbines on antipredator behavior in California ground squirrels (*Spermophilus beecheyi*). *Biological Conservation* **131**, 410-420 (2006).
- 6 Lovich, J. E. & Ennen, J. R. Assessing the state of knowledge of utility-scale wind energy development and operation on non-volant terrestrial and marine wildlife. *Applied Energy* **103**, 52-60 (2013).
- 7 Skarin, A., Nellemann, C., Rönnegård, L., Sandström, P. & Lundqvist, H. Wind farm construction impacts reindeer migration and movement corridors. *Landscape Ecology* **30**, 1527-1540 (2015).
- 8 Ausilio, G. *Predator-prey interactions in anthropogenic landscapes* Doctoral degree thesis, Inland Norway University of Applied Sciences, (2022).
- 9 Zimmermann, B., Nelson, L., Wabakken, P., Sand, H. & Liberg, O. Behavioral responses of wolves to roads: scale-dependent ambivalence. *Behavioral Ecology* **25**, 1353-1364, doi:10.1093/beheco/aru134 (2014).
- 10 Kuvlesky Jr, W. P. *et al.* Wind energy development and wildlife conservation: challenges and opportunities. *The Journal of Wildlife Management* **71**, 2487-2498 (2007).
- 11 Helldin, J. O. *et al.* The impacts of wind power on terrestrial mammals. *Swedish Environmental Protection Agency (Report 6510)*. Stockholm, Sweden (2012).
- 12 Skarin, A., Sandström, P. & Alam, M. Out of sight of wind turbines—Reindeer response to wind farms in operation. *Ecology and Evolution* **8**, 9906-9919 (2018).
- 13 Klich, D., Łopucki, R., Ścibior, A., Gołębiowska, D. & Wojciechowska, M. Roe deer stress response to a wind farms: methodological and practical implications. *Ecological Indicators* **117**, 106658 (2020).
- 14 Ferrão da Costa, G., Paula, J., Petrucci-Fonseca, F. & Álvares, F. in *Biodiversity and Wind Farms in Portugal* 111-134 (Springer, 2018).
- 15 Norges vassdrags- og energidirektorat. *Nedlasting av fagdata fra NVE*, <<https://nedlasting.nve.no/gis/>> (
- 16 Länsstyrelserna. *Vindbrukskollen*, <<https://vbk.lansstyrelsen.se/>> (
- 17 Zimmermann, B., Wikenros, C., Sand, H., Eriksen, A. & Wabakken, P. Elg i ulverevir: Predasjon og elgjakt. Utredning om ulv og elg del 2. 1-50 (Høgskolen i Innlandet, 2019).
- 18 Lavsund, S., Nygrén, T. & Solberg, E. J. Status of moose populations and challenges to moose management in Fennoscandia. *Alces* **39**, 109-130 (2003).
- 19 Herfindal, I. *et al.* Scale dependency and functional response in moose habitat selection. *Ecography* **32**, 849-859 (2009).
- 20 Nikula, A., Heikkinen, S. & Helle, E. Habitat selection of adult moose *Alces alces* at two spatial scales in central Finland. *Wildlife Biology* **10**, 121- 135 (2004).

- 21 Brown, C. L., Kielland, K., Brinkman, T. J., Gilbert, S. L. & Euskirchen, E. S. Resource selection and movement of male moose in response to varying levels of off-road vehicle access. *Ecosphere* **9**, e02405 (2018).
- 22 Austri Kjølberget DA. Kjølberget vindkraftverk. Sluttrapport miljø og landskap. 1-10 (2022).
- 23 Zimmermann, B. *et al.* Elgvandringer i grenseland med følger for skogbruk, jakt og rovdyr. 55 (2022).
- 24 Sand, H. *et al.* Vandringsmønster hos GPS-førsedda älgar i GRENSEVILT-konsekvenser för förvaltningen. 41 (2022).
- 25 Rönnegård, L., Sand, H., Andrén, H., Månsson, J. & Pehrson, Å. Evaluation of four methods used to estimate population density of moose *Alces alces*. *Wildlife Biology* **14**, 358-371, doi:10.2981/0909-6396(2008)14[358:eofmut]2.0.co;2 (2008).
- 26 Bjørneraas, K. *et al.* Moose *Alces alces* habitat use at multiple temporal scales in a human-altered landscape. *Wildlife Biology* **17**, 44-54 (2011).
- 27 Lykkja, O. N. *et al.* The effects of human activity on summer habitat use by moose. *Alces: A Journal Devoted to the Biology and Management of Moose* **45**, 109-124 (2009).
- 28 Mech, L. D. & Boitani, L. *Wolves: Behaviour, ecology, and conservation*. (The University of Chicago Press 60637, 2003).
- 29 Fuller, T. K. Effect of snow depth on wolf activity and prey selection in north central Minnesota. *Canadian Journal of Zoology* **69**, 283-287 (1991).
- 30 Carricondo-Sanchez, D. *et al.* Wolves at the door? Factors influencing the individual behavior of wolves in relation to anthropogenic features. *Biological Conservation* **244**, 108514 (2020).
- 31 Kaartinen, S., Kojola, I. & Colpaert, A. Finnish wolves avoid roads and settlements. *Annales Zoologici Fennici* **42**, 523-532 (2005).
- 32 Karlsson, J., Eriksson, M. & Liberg, I. At what distance do wolves move away from an approaching human? *Canadian Journal of Zoology-Revue Canadienne De Zoologie* **85**, 1193-1197, doi:Doi 10.1139/Z07-099 (2007).
- 33 Ordiz, A. *et al.* Wolves, people, and brown bears influence the expansion of the recolonizing wolf population in Scandinavia. *Ecosphere* **6**, 1-14 (2015).
- 34 Hebblewhite, M., Merrill, E. H. & McDonald, T. L. Spatial decomposition of predation risk using resource selection functions: an example in a wolf-elk predator-prey system. *Oikos* **111**, 101-111 (2005).
- 35 Houle, M., Fortin, D., Dussault, C., Courtois, R. & Ouellet, J.-P. Cumulative effects of forestry on habitat use by gray wolf (*Canis lupus*) in the boreal forest. *Landscape ecology* **25**, 419-433 (2010).
- 36 Pettersson, M., Ek, K., Söderholm, K. & Söderholm, P. Wind power planning and permitting: Comparative perspectives from the Nordic countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* **14**, 3116-3123 (2010).
- 37 Ryberg, D. S., Tulemat, Z., Stolten, D. & Robinius, M. Uniformly constrained land eligibility for onshore European wind power. *Renewable energy* **146**, 921-931 (2020).
- 38 Álvares, F., Rio-Maior, H., Roque, S., Nakamura, M. & Petrucci-Fonseca, F. Ecological response of breeding wolves to wind farms: Insights from two case studies in Portugal. *Wildlife and wind farms: Conflicts and solutions* **1**, 225-227 (2017).
- 39 Sazatornil, V. *et al.* The role of human-related risk in breeding site selection by wolves. *Biological Conservation* **201**, 103-110 (2016).
- 40 Passoni, G., Rowcliffe, J. M., Whiteman, A., Huber, D. & Kusak, J. Framework for strategic wind farm site prioritisation based on modelled wolf reproduction habitat in Croatia. *European Journal of Wildlife Research* **63**, 1-16 (2017).
- 41 Loosen, A. E. *et al.* Roads, forestry, and wolves interact to drive moose browsing behavior in Scandinavia. *Ecosphere* **12**, e03358 (2021).
- 42 Mattisson, J. *et al.* Home range size variation in a recovering wolf population: evaluating the effect of environmental, demographic, and social factors. *Oecologia* **173**, 1-13 (2013).

- 43 Emami, A. & Noghreh, P. New approach on optimization in placement of wind turbines within wind farm by genetic algorithms. *Renewable Energy* **35**, 1559-1564 (2010).
- 44 Sand, H., Wikenros, C., Wabakken, P. & Liberg, O. Effects of hunting group size, snow depth and age on the success of wolves hunting moose. *Animal Behaviour* **72**, 781-789 (2006).
- 45 Arnemo, J. M. & Evans, A. Biomedical protocols for free-ranging brown bears, wolves, wolverines and lynx. 1-16 (Inland Norway University of Applied Sciences, Campus Evenstad, 2017).
- 46 Nordli, K. *et al.* Ulvevalpers flokksamhold og områdebruk i Skandinavia. Utredning om ulv og bosetting del 2. (Høgskolen i Innlandet, 2018).
- 47 Ahmadi, M., Kaboli, M., Nourani, E., Alizadeh Shabani, A. & Ashrafi, S. A predictive spatial model for gray wolf (*Canis lupus*) denning sites in a human-dominated landscape in western Iran. *Ecological research* **28**, 513-521 (2013).
- 48 Roffler, G. H. & Gregovich, D. P. Wolf space use during denning season on Prince of Wales Island, Alaska. *Wildlife Biology* **2018**, 1-11 (2018).
- 49 Person, D. K. & Russell, A. L. Reproduction and den site selection by wolves in a disturbed landscape. *Northwest Science* **83**, 211-224 (2009).
- 50 Norris, D. R., Theberge, M. T. & Theberge, J. B. Forest composition around wolf (*Canis lupus*) dens in eastern Algonquin Provincial Park, Ontario. *Canadian Journal of Zoology* **80**, 866-872 (2002).
- 51 Capitani, C. *et al.* Selection of rendezvous sites and reuse of pup raising areas among wolves *Canis lupus* of north-eastern Apennines, Italy. *Acta Theriologica* **51**, 395-404, doi:10.1007/bf03195186 (2006).
- 52 Ausband, D. E., Bassing, S. B. & Mitchell, M. S. Environmental and social factors influencing wolf (*Canis lupus*) howling behavior. *Ethology* **126**, 890-899 (2020).
- 53 Allen, A. M. *et al.* Scaling up movements: from individual space use to population patterns. *Ecosphere* **7** (2016).
- 54 Ordiz, A. *et al.* Wolf habitat selection when sympatric or allopatric with brown bears in Scandinavia. *Scientific reports* **10**, 1-11 (2020).
- 55 Wallin, J. A movement study of black bears in the vicinity of a wind turbine project, Searsburg, Vermont. *Report for Green Mountain Power Corporation, South Burlington, Vermont, USA* (1998).
- 56 Skarin, A., Sandström, P., Brandão Niebuhr, B., Alam, M. & Adler, S. Renar, renkötsel och vindkraft: vinter-och barmarksbete. (Naturvårdsverket, 2021).
- 57 Eftestøl, S., Tsegaye Alemu, D., Flydal, K. & Jonathan, E. C. (Naturvårdsverket, 2021).
- 58 Boman, M., Mattsson, L., Ericsson, G. & Kriström, B. Moose hunting values in Sweden now and two decades ago: The Swedish hunters revisited. *Environmental and Resource Economics* **50**, 515-530 (2011).
- 59 Mattsson, L., Boman, M. & Ezebilo, E. E. More or less moose: how is the hunting value affected? *Scandinavian Journal of Forest Research* **29**, 170-173 (2014).
- 60 Kaltenborn, B. P., Keller, R. & Kränge, O. Attitudes Toward Wind Power in Norway—Solution or Problem in Renewable Energy Development? Available at SSRN 4264190 (2022).
- 61 Naturvårdsverket. *Vindval*, <<https://www.naturvardsverket.se/vindval>> (
- 62 Elmqvist, Å. Miljöeffekter av vindkraft. Underlag till Vindforsks syntesrapport. (Vindforsk, 2008).
- 63 Henningsson, M. *et al.* *Vindkraftens påverkan på människors intressen*. (Naturvårdsverket, 2012).
- 64 Bolin, K., Hammarlund, K., Mels, T. & Westlund, H. *Vindkraftens påverkan på människors intressen: Uppdaterad syntesrapport 2021*. (2021).
- 65 Ek, K. & Persson, L. Wind farms—Where and how to place them? A choice experiment approach to measure consumer preferences for characteristics of wind farm establishments in Sweden. *Ecological economics* **105**, 193-203 (2014).

- 66 Svenska Jägareförbundet. Svenska Jägareförbundets syn på vindkraft,
<https://jagareforbundet.se/globalassets/documents/policys/jagareforbundets_syn_pa_vindkraft_1.pdf> (
- 67 Storaas, T., Gundersen, H., Henriksen, H. & Andreassen, H. P. The economic value of moose
in Norway - a review. *Alces* **37**, 97-107 (2001).
- 68 Wikenros, C. *et al.* Impact of a recolonizing, cross-border carnivore population on ungulate
harvest in Scandinavia. *Scientific Reports* **10**, 1-11 (2020).
- 69 Jonzén, N. *et al.* Sharing the bounty—Adjusting harvest to predator return in the
Scandinavian human–wolf–bear–moose system. *Ecological Modelling* **265**, 140-148 (2013).
- 70 Solberg, E. J., Saether, B.-E., Strand, O. & Loison, A. Dynamics of a harvested moose
population in a variable environment. *Journal of Animal Ecology* **68**, 186- 204 (1999).
- 71 Wikenros, C. *et al.* Avskjutning av älg över tid och rum—effekter av rovdjur och skogsbruk.
49 (2022).

Som et ledd i det grønne skiftet skjer det for tiden mye vindkraftutbygging i Skandinavia. Etablering av vindkraftverk fører til miljøendringer i form av hogst, infrastruktur som turbiner, transformatorer og kraftlinjer, og et nytt eller utbedret veinett. Turbinene og rotorbladene medfører økt dødelighet for fugl, og genererer støy og flimrer av reflektert sollys og skygge. Dessuten kan det være fare for iskast i nærheten av turbinene. Det er lite kjent hvordan vindkraftutbyggingen påvirker vilt og jakt i Skandinavias barskog. I GRENSEVILT 2 prosjektet hadde vi muligheten til å utføre pilotstudier av mulige effekter av vindkraftutbyggingen på elg, ulv, jerv og elgjakt, blant annet fordi Kjølberget Vindkraftverk ble bygget på norsk side av riksgrensen i nordre Finnskog i tidsperioden 2019-2021.

En elgmøkkteiling ved Kjølberget vindkraftverk viste en mulig negativ effekt av anleggsarbeidet som foregikk sommeren 2021 på fordelingen av elg. Dette mønsteret sammenfaller med områdebruk til de to GPS-merkede elgkyrne som begge hadde sine sommerområder ved kraftverket. Den ene holdt seg unna turbinene i 2021 og den andre var oftest i nær avstand til turbinene nattetid og på senhøsten når anleggsarbeidet var over.

For ulv undersøkte vi om områder med planlagt vindkraftutbygging innenfor utbredelsesområdet til den skandinaviske ulvebestanden sammenfaller med viktig ulvehabitat. Vi fant størst overlapp mellom planlagte turbinplasseringer og ulvenes aktivitetsenter i hiperperioden. Ynglende jervetisper i hiperperioden foretrakk høyereliggende områder, og deres hi var oftest i de høyeste områdene innenfor deres hjemområde, noe som kan komme i konflikt med vindkraftutbygging på åsrygger.

Vi gjennomførte en nettbasert, anonym spørreundersøkelse som var rettet mot et utvalg av jegere i Värmlands og Dalarnas län i Sverige og fem kommuner lengst øst i Innlandet fylke i Norge. Resultatene viser at vindkraftverk på eller i tilknytning til eget jaktfelt oppleves av mange jegere som betydelig negativt for både jaktutførelsen og naturopplevelsen forbundet med elgjakta. En analyse av jaktstatistikk fra elgforvaltningsområder med vindturbiner viste en lavere elgavskyting i vald eller elgjaktområder med mange turbiner og når de er nærmere vindturbinene, spesielt i anleggsfasen. Mulige årsaker til dette kan være lavere elgtetthet i nærheten av vindturbiner fordi elgen unngår disse områdene, og/eller redusert avskyting fordi jegerne velger å jakte mindre i områder med vindturbiner. De gjennomførte pilotstudiene peker på et stort behov for ny forskningsbasert kunnskap for å avdekke effekter av vindkraftutbygging på vilt og jakt. Det krever langtidsstudier med et før-under-etter design, inkludert studier på dyrs atferdsmessige og fysiologiske respons.