



Fagfelleurdert/ Peer reviewed article

Temanummer: Vindkraft og reindrift

Gradvis forbedring i kunnskapsgrunnlaget for virkninger av vindkraftutbygging på rein

Sindre Eftestøl¹, Direess Tsegaye^{1,2}, Kjetil Flydal¹ og Jonathan E. Colman^{1,2}

- 1.) Universitetet i Oslo, Institutt for biovitenskap, Senter for økologisk og evolusjonær syntese (CEES), Blindern, Postboks 1066, 0316 Oslo, Norge
- 2.) Fakultet for miljøvitenskap og naturforvaltning, Norges Miljø- og Biovitenskapelige Universitet (NMBU), Postboks 5003, 1432 Ås, Norge

Engelsk tittel

Gradual improvement in knowledge on effects of wind power plants on reindeer

Sammendrag

Det er stor enighet blant forskere om at menneskelig aktivitet har en negativ effekt på reinsdyrs (*Rangifer tarandus tarandus*) adferd og arealbruk. Det har imidlertid vært større uenigheter innenfor de samme forskningsmiljøene om hvordan menneskelig infrastruktur i seg selv påvirker dyrene. I denne sammenheng har vi de siste 20 år studert hvordan vindparker påvirker arealbruken til reinsdyr, inkludert visuelle effekter av turbiner innenfor områder på store avstander, hvor menneskelig aktivitet ikke er endret. I perioden 2004 til 2017 publiserte vi fire ulike studier, et på reinsdyr i inngjerdinger ved Vikna vindpark, to studier på frittgående rein ved Kjøllefjord vindkraftverk og et studie ved helårsbeitene på Vannøy ved Fakken vindkraftverk. Alle fire studier viste minimale effekter, og de effektene som ble dokumentert gjaldt i stor grad for anleggsfasen, og ikke for driftsfasen. De siste 10 årene har vi i tillegg samlet inn data fra to andre reinbeitedistrikter som blir berørt av vindkraftverk, nemlig Fosen og Rákkonjårga. Der har vi både før-, under- og etterdata basert på GPS-merket rein. For Fosen så var endringene i arealbruken innenfor det berørte vinterbeitet svært negative. Både nærområdet til Roan vindpark og det berørte vinterbeitet i sin helhet fikk kraftig redusert bruk. Likevel, med kun 1-2 år med etterdata mener vi årsakssammenhengene er usikre. For å konkludere om årsakssammenhenger må vi ha flere år med etterdata. For Rákkonjårga vindpark så fant vi negative effekter på reinens arealbruk på regional skala, både om våren og om høsten. Da har områder på opp til ca. 10 km avstand fra vindparken fått redusert bruk, og områder lenger unna fått økt bruk. Om sommeren fant vi ikke slike negative effekter på regional skala, men vi fant effekter på intermedier skala. Vi konkluderer at årsaken til at man ikke finner negative regionale effekter om sommeren sannsynligvis er på grunn av at reindriften har økt ressursbruken sin i forbindelse med gjeting, tilsyn og driving. Dette for å utnytte de berørte beitene best mulig. Avbøtende tiltak ved fremtidige utbygginger kan være å gi reindriften støtte til økt ressursbruk i form av gjeting i det aktuelle sesongbeitet for å redusere konsekvensene av negativ påvirkning, eventuelt redusere fysiske hindringer slik som autovern, skjæringer, fyllinger eller andre strukturer som kan påvirke både reinsdyrenes og reindriften egen bevegelse under oppsamlings- og drivingsarbeid.

Abstract

Scientists agree that human activities have negative effects on reindeer (*Rangifer tarandus tarandus*) behavior and area use. On the other hand, there is disagreement about how infrastructure alone influences reindeer. Over the last 22 years, we have studied how wind power plants influence reindeer area use, including visual effects from turbines at far distances and where levels of human activity remained constant. During 2004-2017, we published 4 separate studies: One for reindeer in enclosures near the Vikna wind plant, two studies on free ranging reindeer in connection with the Kjøllefjord wind plant, and one study with a year-round island inhabiting population on Vannøy with the Fakken wind plant. All four studies showed minimal effects, with slight indications of negative effects for the construction period, but nothing during plant operation. Over the last 10 years, we have collected data in two other reindeer herding districts affected by wind plants; Fosen and Rákkočearru. Here we have data from before, during and after plant construction for GPS-tagged reindeer. Very negative changes in area use were recorded for the affected winter ranges on Fosen. Areas close to the wind plant on Roan, as well as the winter range in general, showed significantly reduced use. Nevertheless, with only 1-2 years of data from after construction, causation remains uncertain. For conclusions about causation and not correlation, we need additional years with "after-data". For the Rákkočearru wind plant, we found negative effects on the reindeers' area use on a regional scale for both spring and autumn. Areas up to 10 km away from the plant had reduced use, while areas further than 10 km showed increased use. For summer, no effects were found at a regional scale, while there was an effect at an intermediate scale. We conclude that a lack of effect in summer is likely a result of increased, focused herding activities counteracting negative effects. In this way, herders aim to utilize their available range optimally. Mitigation measures in connection with wind plants could be providing herders with resources that allow them to adapt their herding practice in the affected areas. Other mitigation measures include minimizing physical barriers in the landscape, such as fences, steep roadsides or road dividers, or structures that otherwise influence the movement patterns for the reindeer and herders while herding reindeer.

Keywords

Wind power, reindeer, avoidance, mitigation, GPS

Innledning

Ved UiO/NMBU er vi en liten forskningsgruppe som har jobbet med problemstillinger knyttet til vindkraft og reindrift siden 1999 og fram til i dag. Det underliggende konfliktnivået når det gjelder arealkrevende utbygging i reinbeiteland har gitt et stort behov for ny kunnskap, og i denne perioden på over 20 år har vi gradvis fått forbedret kunnskapsnivået basert på vitenskapelig kunnskap. Samtidig har store underliggende interessekonflikter mellom utbyggere og reindriftnæringen vanskeliggjort tilgangen på gode forskningsdata, og gjort det krevende med objektiv tolkning av vitenskapelige resultater. Vi presenterer her resultater fra vår forskning de to siste tiårene med fokus på Raggovidda vindkraftverk i Rákkočearru, og gir vurderinger av hvorfor det er ulikhet i resultater fra forskjellige vitenskapelige studier av vindkraft og rein (*Rangifer tarandus tarandus*), som foreksempel på Vannøy, Kjøllefjord og Fosen. Samtidig er det også mange like og overlappende resultater.

Metode og resultater

Tidlig forskning

Da vi startet forskningsarbeid innenfor temaet vindkraft og rein var det stor usikkerhet knyttet til mulige effekter. Vi jobbet den gangen med å avklare om støy fra turbiner og rotorbevegelse i seg selv kunne medføre direkte fryktresponser hos reinen, og dette ble undersøkt i innhegninger ved et lite vindkraftverk på Vikna i Nord-Trøndelag. Vi dokumenterte ikke klare negative effekter i denne type studie (Flydal mfl. 2004) og det ble konkludert med at reinens atferd ved eksponering for vindturbiner i liten grad påvirkes i situasjoner der den er gjerdet inn. I etterkant har resultatene fått begrenset relevans fordi vindkraftverks potensielle virkning på frittgående rein og på stor skala vil ha større betydning for den praktiske reindriften og for reinens beiteutnyttelse.

Senere forskning ved Kjøllefjord og Fakken Vindkraftverk

I senere prosjekter fokuserte vi på arealbruk for frittgående rein. Dette ble studert ved direkte observasjon av rein i en periode fra anleggsfase til fire år ut i driftsfase for en vindpark ved Kjøllefjord (Colman mfl. 2012, 2013) og ved direkte observasjon av rein i en 8-års periode før, under og etter utbygging av Fakken vindkraftverk på Vannøy i Troms (Tsegaye mfl. 2017). Metodikken i disse studiene var hovedsakelig basert på at observatører registrerte all rein som ble observert under systematiske faste feltbefaringer, og man fikk etablert god oversikt over reinens arealbruk i avstander opp til 5 km fra vindkraftverkene. Feltarbeid ble utført til fots med kikkert og GPS som viktigste hjelpemidler, hele arealet innenfor studieområdet ble systematisk gjennomløst med kikkert, og rein som ble registrert ble kartfestet ved bruk av GPS. Studiet i Kjøllefjord hadde i tillegg et kontrollområde (Skjøtningberghalvøya), ca. 3-12 km unna vindkraftverket, hvor vi gjennomførte de samme registreringene. Geografien her er slik at halvøya der vindkraftverket er lokalisert og kontrollområdet på Skjøtningberghalvøya har stor likhet i areal, terrenghøyde og vegetasjon. Begge halvøyer ligger også i den vestligste delen av distriktet og blir således likt påvirket av dominerende vindretninger, storskala naturlig variasjoner i arealbruken, samt rent reindriftsmessige forhold. På Fakken sammenlignet vi videre tettheten av observerte dyr innenfor 5 km avstand til vindkraftverket med totaltettheten av dyr i hele distriktet basert på de offisielle reintallene.

Våre funn i disse to studiene tydet på liten eller ingen negativ virkning av vindkraftutbyggingen. Resultatene har i liten grad blitt akseptert innenfor de berørte reinbeitedistriktene, som har hevdet at det er langt større negative virkninger på stor skala. Etter vår vurdering er imidlertid undersøkt skala tilstrekkelig stor til å kunne avdekke negative virkninger. I andre studier av tamrein og menneskelige inngrep, for eksempel i Sverige (Skarin mfl. 2018), og Norge (Eftestøl mfl. 2016) er det typisk innenfor 0-5 km avstand at de mest markerte effektene oppstår i forhold til menneskelig aktivitet. I tilfellet Kjøllefjord viste våre analyser at reinen i liten grad brukte selve vindkraftverkområdet ved Kjøllefjord, som for en stor del består av blokkmark (dvs. steinur), og at tilsvarende gjaldt for blokkmarksområdet i kontrollområdet på en nærliggende halvøy. Gode beiter på begge halvøyer ble imidlertid utnyttet uavhengig av avstanden til vindkraftverket. Parken utgjorde heller ikke noen barriere som hindret reinen i å benytte beiter på halvøyas ytterside. På Vannøy var situasjonen en annen, med gode beiter, spesielt om vinteren, innenfor selve vindkraftverket. Våre resultater tyder ikke på at utnyttelsen av beitene her ble redusert i årene etter utbygging, men dette må forstås i sammenheng med at reinen i liten grad har alternative beiter å oppsøke og dermed kan dette være årsaken til fortsatt bruk av beiter rundt vindkraftverket. At området var spesielt viktig om vinteren ble også bekreftet av GPS-data fra 14 GPS-merkete rein i før-perioden (på grunn av tap av sendere underveis i observasjonsperioden hadde vi dessverre ikke GPS-data fra under- eller etter utbyggingen). Videre er det viktig å nevne at unntak ikke er den eneste negative effekten som kan oppstå som følge av menneskelige forstyrrelser. Blant annet har reindriften opplyst at mange reinsdyr ble påkjørt i anleggsperioden. Tap av disse dyrene er meldt inn til reindriftsforvaltningen (Reindriftsforvaltningen 2013¹), men vil ikke være en effekt som vil fanges opp av metodikken vår.

De siste års studier på Fosen og i Ráikkočearru

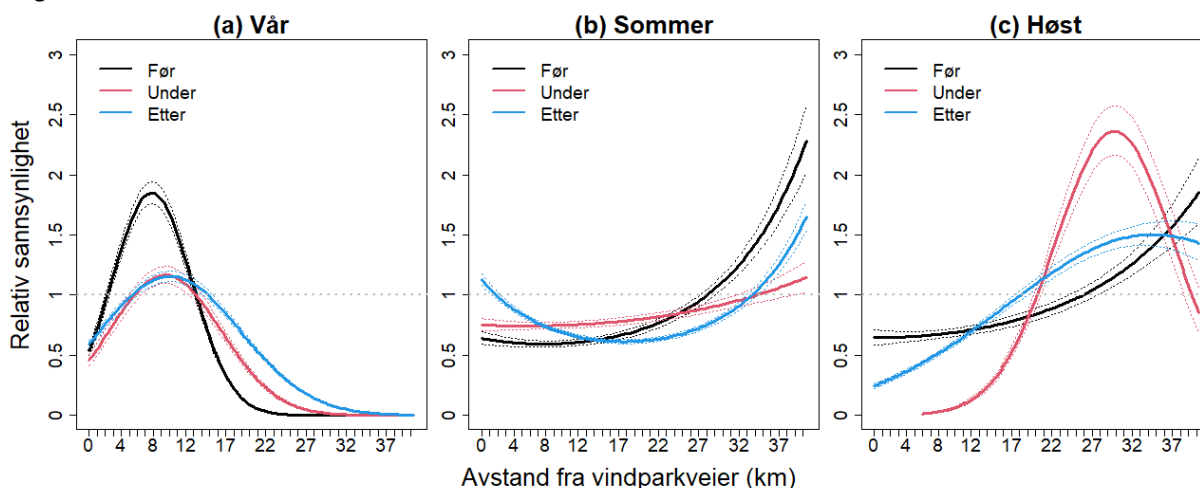
GPS-overvåkning har gradvis blitt implementert som den ledende naturvitenskapelige metoden ved arealbruksstudier av rein. Ved GPS-merking av et utvalg av reinflokken vil man kunne få et representativt datamateriale for arealbruk innen flokken som helhet gjennom hele året og hele leveområdet. Dette gir mulighet for å studere virkninger av nye inngrep på ulik skala og i ulike tidsrom. Sammen med GIS-analyser kan en få økt forståelse av dyrenes habitatbruk relatert til en rekke geografiske variabler, slik som høyde over havet, vegetasjon, infrastruktur, mm. Siden 2008 har vi gått over til GPS som primær datakilde, og to studieområder har vært særlig prioritert, henholdsvis Fosen i Trøndelag og Ráikkočearru utenfor Berlevåg i Finnmark. I begge områder har vi hatt ca. 20-30 GPS-merka simler hvert år. Vindkraftverkene på Fosen berører vinterbeiter, mens vindkraftverket utenfor Berlevåg berører barmarksbeiter. Vindkraftverkene på Fosen er til en viss grad bygget i gode og tradisjonelt sett mye brukte beiter (spesielt Roan vindpark), mens Ráikkočearru vindkraftverk ble bygget i en steinur, men med gode beiter fra og med ca. 2 km.

¹ Tapsårsaken står ikke nevnt direkte i ressursregnskapet, men tapstallene for voksne dyr under anleggsperioden gikk kraftig opp på Fakken. Dette kan ses i tabell 5 og 6 i ressursregnskapet der «annen kjent» for Fakken reinbeitedistrikt står for 100 % av tapene av 100 voksne dyr. Vi har sett dataene som har blitt rapportert fra distriktet og der er det oppgitt at det er påkjørsler fra større kjøretøy i forbindelse med anleggsarbeidet som er årsaken til tapstallene.

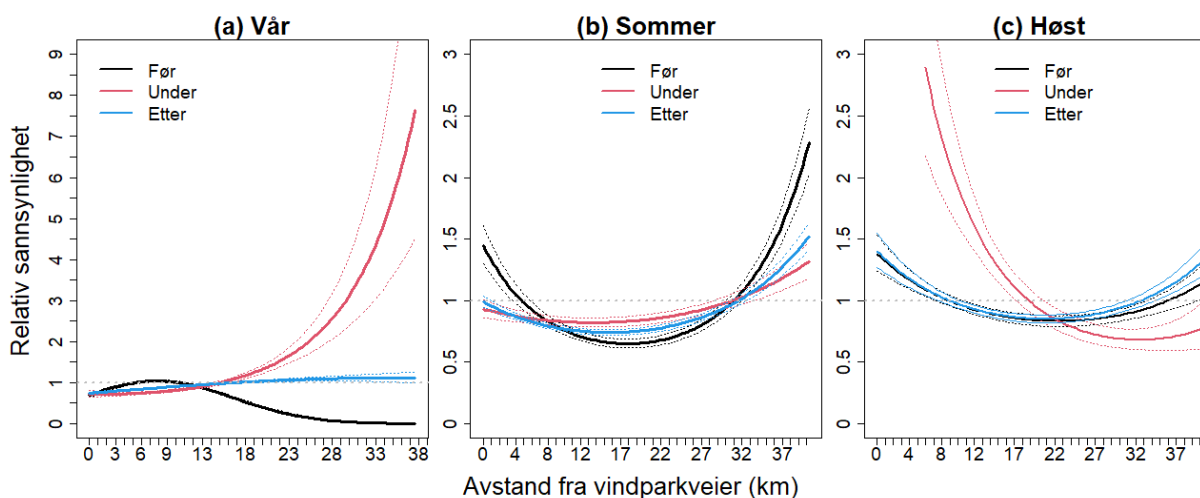
For Fosen så har det vært en sterk reduksjon i arealbruken av områdene i og nært inntil Roan vindpark og det aktuelle vinterbeitet i sin helhet i etterfasen sammenlignet med førfasen. Dette i seg selv tyder på sterk negativ effekt av vindparken på reinens arealbruk, men grunnet stor naturlig årlig variasjon i reinens arealbruk innenfor dette vinterbeitet (Flydal mfl. 2019), og fordi vi kun har 1-2 år med data fra etter utbygging (hvorav reinen det ene året i liten grad krysset Fv 715 og kom inn mot vindparken) er konklusjonen usikker. I denne artikkelen går vi derfor kun igjennom hovedresultatene fra Ráikkočearru hvor vi mener årsakssammenhengene er mer sikre. Vi anbefaler imidlertid å lese sluttrapporten fra Vindval-prosjektet i sin helhet, både for Fosen og Ráikkočearru for å få et fullstendig bilde av resultatene (Eftestøl mfl. 2021).

For Ráikkočearru vindkraftverk har vi undersøkt effekter både på regional og intermedier skala som til en viss grad tilsvarer henholdsvis stor og liten skala (men se Eftestøl mfl. 2021 for en mer grundig forklaring av de to ulike skalaene). For vårsesongen fant vi negative effekter på begge skalaene, mens resultatene var mer kompliserte om sommeren og høsten. Om høsten var det negative effekter på regional skala, men ingen effekter på den intermediere skalaen, mens om sommeren så var det positive effekter på regional skala, mens de var negative på den intermediere skalaen (Figur 1). Oppsummert kan vi si at vi fant negative effekter på reinens arealbruk på stor skala, både om våren og om høsten. Da har områder på opp til ca. 10 km avstand fra vindparken fått redusert bruk, og områder lenger unna fått økt bruk. Om sommeren fant vi imidlertid positive effekter på stor skala, mens negative effekter kun ble dokumentert på mindre skala.

Regional skala



Intermedier skala



Figur 1. Relativ sannsynlighet for bruk ($\pm 95\%$ konfidensintervall) for reindyr på regional skala (øverst) og intermedier skala (nederst). Sannsynlighet for bruk er vist avhengig av avstand til vindkraftverket, før, under og etter bygging. Det vises til Eftestøl mfl. (2021) for presentasjon av statistiske analyser som ligger til grunn for figuren.

I forskningsprosjektet har tett dialog med reindriften vært vektlagt og reinens arealbruk relatert til vindkraftverket har dermed blitt forstått i mer detalj. Mesteparten av kommunikasjonen med reindriften har skjedd med vår hovedkontaktperson i distriktet (som var distriktsleder det året prosjektet startet), men i felt har samtaler også blitt gjennomført med andre aktive utøvere. Samtalene med reindriftsutøvere har vært delvis strukturerte intervjuer (Huntington 1998), men ustrukturert dialog har også vært en viktig kilde til informasjon. En oversikt over informasjonsutveksling igjennom prosjektperiodene er gitt i Tabell 1. Reindriften har opplyst at fordi dyrene oftere har trukket sørover etter kalving tidligere enn før, har dette medført at de har måttet drive dyrene tilbake til de nordlige områdene som ligger nærmere vindkraftverket tidlig sommer. Kantgjetingen har også økt for å hindre at dyrene trekker tilbake sørover raskere enn ønsket. Mulige negative effekter om sommeren (på stor skala) kan derfor ha blitt overstyrt av reindriften egen påvirkning og dermed blir ikke disse effektene synlige i GPS-analysene (Figur 1).

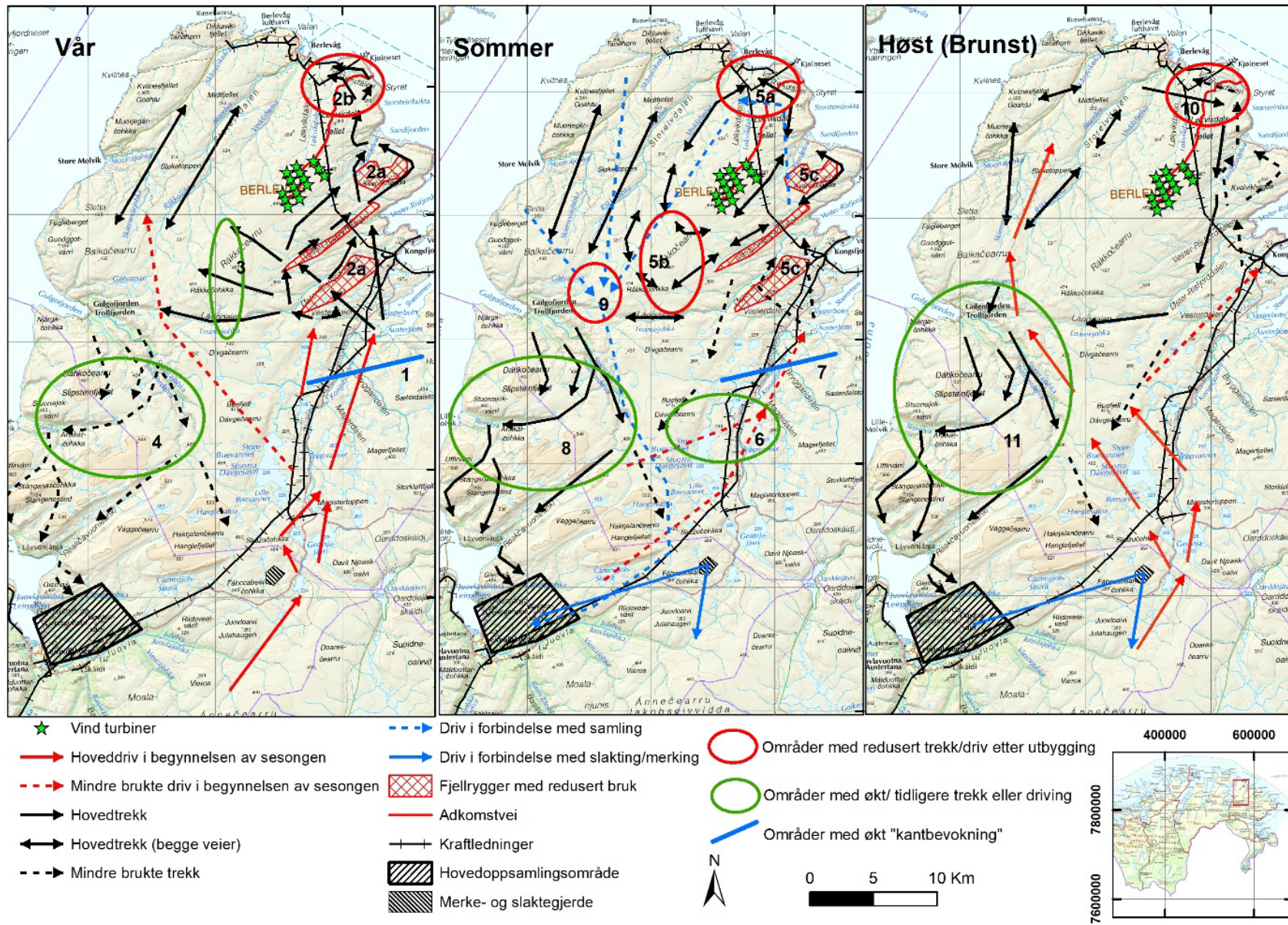
Tabell 1. Oversikt over type og omfang av kommunikasjon med reindriften i prosjektene som omtales i artikkelen.

Kommunikasjon	Gjennomsnittlig antall ganger per år	Hensikt
Personlige møter med reindriften	2-3	Informasjonsutveksling i felt og over kart. Bli kjent med driften i distriktet, inklusiv produksjon, driv- og trekk mønster og naturlig arealbruk. Skape gjensidig tillit og forstå hverandres synspunkter. Drift og vedlikehold av GPS-sendere.
Epost utveksling m/ vedlegg med reindriften	2-4	Kvalitetssikre tolkningen av informasjonsutvekslingen gitt i ulike møter og samtaler. Utsendelse av foreløpige resultater av GPS-analyser for videre diskusjon.
Telefonsamtaler med reindriften	7-10	Planlegge feltarbeid, diskutere foreløpige resultater, kvalitetssikre tolkning av informasjon og videre diskusjon av erfaringer
Årlige rapporter (ikke inkludert utkast) til oppdragsgiver og reindriften	1	Presentere fremdriften i prosjektet, inklusiv enkle foreløpige resultater (rapportering skjedde til Varanger kraft de 6 første årene og Landbruksdepartementet de siste 3 år, med kopi til reindriften).
Presentasjoner på konferanser og hos forvaltningsmyndigheter (reindriften har fått kopi av alle presentasjoner og mulighet til å kommentere disse)	0-1	Plakatpresentasjon av resultater på «14th Arctic Ungulate Conference» i 2015, Norge. Muntlig presentasjon av resultater på «Conference on Wind energy and Wildlife impacts» i 2017, Portugal. Muntlig presentasjon på «15th international Arctic Ungulate Conference» i 2019, Sverige, samt muntlig presentasjon av sluttresultatene hos Norges Vassdrags- og energidirektorat (NVE) i 2020.

Vi undersøkte også om visuell eksponering for roterende turbiner førte til økt beiteunnvikelse. Om våren, under selve kalvingsperioden, fant vi en tendens til at dyrene benyttet områder ute av syne for observatør i større grad i driftsperioden til vindparken sammenlignet med førperioden. Resultatene var ikke signifikante, men det er lite data og ut ifra et «føre-var»-perspektiv kan det argumenteres for at tendensen bør ses på som en reell effekt. Det er godt kjent at reinen er spesielt sky i kalvingsperioden og slik sett er det ikke overraskende at det er her vi ser den største endringen. For sommer og høst så vi imidlertid ingen slike effekter. Årsaken til dette kan være at reinens søk etter mat blir viktigere og behovet for å beskytte kalven blir mindre. Reindriften har også påpekt at spesielt om høsten blir dagene kortere, været dårligere og visuelle effekter sannsynligvis mindre. Slik vi ser det kan dermed visuell eksponering for turbinene føre til storskala negative effekter på arealbruk om våren, men i mindre grad ellers i barmarksperioden. For sommer og høst mener vi at en mer sannsynlig forklaring kan være at storskala arealbruksendringer er tilknyttet barriereeffekter, som igjen kan være forårsaket av vindkraftverket. Vår vurdering er at store deler av endringene i arealbruken kan være forårsaket av endringer i hvordan dyrene beiter seg igjennom landskapet og hvordan de beveger seg mellom større områder med gode beiter og hvor de har større beitero. Opplysninger fra reindriften og analyser av GPS-data, viser en redusert beite/trekkaktivitet om våren på østsiden og nordsiden av vindkraftverket etter at den ble bygget, mens de i større grad beiter/trekker fra øst til vest på sørsiden av vindkraftverket. Om høsten blir dyrene tradisjonelt drevet til de nordvestlige områdene før brunsten. Deretter blir brunsten gjennomført i den nordlige delen før dyrene sprer seg utover og beiter/trekker tilbake sørover. Tradisjonelt har da en del dyr beitet/trukket østover på nordsiden av fjellplatået hvor vindkraftverket er bygget før de beiter seg tilbake sørover. Dyrenes beite- og trekkmønster fra vest til øst på nordsiden av vindparken om høsten har også tilsynelatende blitt redusert etter at vindkraftverket ble bygget, det vil si at det er færre dyr som beiter/trekker i en halvsirkel rundt selve vindkraftområdet og i stedet trekker/beiter mer direkte sørover igjen etter brunsten. Totalt sett kan dette ha vært årsaken til at beitebruken i vindkraftverkets nærområde har blitt kraftig redusert også om høsten. Reindriftens erfaringer om endringer i reinens bruksmønster og beitebruk er oppsummert i Tabell 2 og Figur 2.

Tabell 2. Reindriftens erfaringer om endringer i drift og arealbruk som følge av Raggovidda vindkraftverk. Tall henviser til Figur 2.

	Erfaringer
1	Økt kantgjeting i Kongsfjorddalen for å hindre dyr å trekke sørover igjen om våren
2	Redusert bruk av rygger som er i syne for vindturbinene (2a). Redusert trekk fra øst til vest på nordsiden av vindkraftverket (2b)
3	Økt trekk på sørsiden av vindkraftverket, fra øst til vest
4	Tidligere trekk tilbake sørover fra kalvingsområdene. Kan allerede nå skje i slutten av vårsesongen
5	Redusert sirkeltrekk rundt Rákkočearru plataået, begge veier, på både nordsiden (5 a) og sørsiden (5 b)
6	Økt driv nordover igjen fordi dyrene kommer sørover tidligere enn før (både på slutten av vårsesongen og tidlig sommer)
7	Økt kantgjeting i Kongsfjorddalen for å hindre at dyr trekker sørover etter at de har blitt drevet sørfra til Kongfjorden (se punkt 6)
8	Økt trekk sørover tidligere enn før
9	Redusert oppsamlingsdriv sørover på slutten av sommeren (i september på slutten av kalvemerkingperioden)
10	Redusert trekk på nordsiden av vindkraftverket, fra vest til øst
11	Tidligere og raskere trekk sørover igjen etter brunst



Figur 2. Oppsummering av driftsmønster og arealbruk for reinen, og endringer av dette som følge av vindkraftverket. Nummer i figuren refererer til Tabell 2.

Diskusjon

I de områdene der vi har studert virkninger av vindkraft på reinens arealbruk kan stedsspesifikke forskjeller forklare en del av resultatene. Terreng og beitefordeling har betydning for hvordan reinen trekker gjennom landskapet. Det kan være fysiske barrierer (stup, elver etc.), det kan være store areal med dårlige beiter (for eksempel felter med blokkmark), eller områder med nedsatt beitetilgjengelighet grunnet snøforhold. Slike forhold har betydning for hvordan reinflokkene bruker beiteområdene og for hvordan virkningene av et vindkraftverk vil bli. Raggovidda vindkraftverk ble bygget i et blokkmarkslandskap, men innenfor et stort landskapsrom med varierte beiter på større avstand, og med lite øvrige inngrep med økende avstand fra vindkraftverket. I Kjøllefjord ble også vindkraftverket bygget i blokkmark, men på en mer avgrenset halvøy med gode beiter utenom vindkraftverket, og der reinen først måtte krysse trafikkert vei og et område med spredt hyttebebyggelse for å komme inn på halvøya. Dessuten ble området mest brukt på høsten. I Fakken ble vindkraftverket bygget i gode beiter, men på en øy (Vannøy) som utgjør et avgrenset helårsbeite og der det er begrenset med alternative beiter som reinen kan trekke til i stor avstand fra vindkraftverket. Det er også større grad av eksisterende menneskelig aktivitet, med nærhet til trafikkerte veier og bebyggelse for Kjøllefjord og Fakken vindkraftverk enn for Raggovidda, noe som kan forklare hvorfor reinen responderte mindre negativt hvis den var mer tilvendt forstyrrelser i utgangspunktet. I Raggovidda fant vi større negative virkninger under kalving enn senere på våren og sommeren, slik det kan forventes ut i fra reinens sårbarhet i denne perioden. I Kjøllefjord og Fakken var ikke vårbeiter og kalvingsområder berørt i samme grad som for Raggovidda (i Kjøllefjord ble ikke bruken under kalvingen undersøkt, mens for Fakken var det svært lite data for denne perioden), så dette kan også være med på å forklare at vi fant mindre negative effekter der. Vi må også understreke at storskala GPS-studier av rein før, under og etter utbygging og omfattende kartlegging av reindriftens erfaringer kun ble gjennomført i Raggovidda-studiet, og dette kan være en forutsetning for å kunne avdekke virkninger på større skala.

Utenom de tre studiene vi har presentert fra Norge er det også tre publiserte studier fra Sverige på arealbruk for frittgående rein i vindkraftområder. En forenklet sammenstilling av resultater fra disse er gitt i Tabell 3. Det fremgår at resultatene varierer fra ingen effekt til relativt stor negativ effekt. Som diskutert ovenfor kan en del forskjeller i resultat tilskrives stedsspesifikke forhold. I vår forskning har vi også vært opptatt av å få fram hvordan ulikheter i studiedesign kan føre til at man ikke dokumenterer de reelle effektene, eller mistolker resultater (Colman mfl. 2016, Flydal mfl. 2019). Enkelte forskningsgrupper har vektlagt at studier på lokal skala er uegnet til å avdekke reelle virkninger av forstyrrelse fordi de kun fanger opp responser hos tolerante individer som befinner seg nær inngrepet/forstyrrelsen, og går glipp av den reduserte bruken som forekommer ved at mange dyr har trukket ut av selve studieområdet (se f.eks. Vistnes & Nellemann 2008, og Skarin & Åhman, 2014). Vi har imidlertid vektlagt at storskala-studier vanskelig kan kontrollere for konfunderende variabler (Colman mfl. 2016), slik som at inngrep ikke er tilfeldig fordelt i landskapet, variasjon i beite- og snøforhold mellom år (se f.eks. Reimers & Colman 2006, Reimers mfl. 2006, Dahle mfl. 2008), og beitefluktasjoner relatert til endringer i populasjonsstørrelse og beitetrykk (Bergerud mfl. 1984). Studier av beiteunnavikelser må selvfølgelig foretas med tilstrekkelig stor skala for å inkludere selve influensområdet, samt store nok områder utenfor, hvor dyrene kan trekke ut til og hvor de oppfatter at forstyrrelsen eventuelt blir mindre. Dette mener vi at både Kjøllefjord- og Fakken-studiet har gjort. For Fakkenstudiet har vi i tillegg sammenlignet tettheten av observerte dyr innenfor studieområdet med estimert tetthet av dyr innenfor resten av distriktet. For storskala studier som rapporterer storskala unnavikelsesresponser, er det spesielt viktig at reinen er studert over et langt tidsrom. Dette fordi reinen har en naturlig fluktasjon i beitebruken mellom år og over lengre tidsrom. Spesielt hvis man i tillegg kun har GPS-data fra en liten prosentandel av dyrene. Det er svært vanskelig å vurdere hva som er en endring i arealbruk som følge av forstyrrelser, og hva som er en naturlig beitefluktasjon. Det er utvilsomt slik at med økende skala for forstyrrelses-studier vil det også bli vanskeligere å skille mellom årsak og virkning fordi en rekke ulike landskapsfaktorer spiller inn (Flydal mfl. 2019). For vårt studie ved Raggovidda vindkraftverk hadde vi en relativt lang tidsserie etter utbygging, men en relativt kort periode før utbygging. Det var også stor årlig variasjon i arealbruken, dette gir derfor en usikkerhet i resultatene for arealbruken.

Tabell 3. Forenklet resultatsammenstilling fra studier av vindkraft og reinens arealbruk.

Studieområde	Resultat	Referanse
Storliden og Jokkmokksliden i Sverige, 8+10 vindturbiner, 2,5 kW	Har funnet varierende beiteunntak på ulike skalaer, og tegn til at reinen øker bruken av områder som er ute av syne for vindturbinene.	Skarin mfl. 2015, 2017, 2018
StorRotliden i Sverige. 40 turbiner på 2 MW	Tilsynelatende ikke unntak etter utbygging, men det forklares med at snøforhold førte til mer bruk i influensområde etter utbygging. Det er imidlertid viktig å påpeke at dette er et område som ligger på grensen mellom to distrikter og dermed naturlig/driftsmessig kan ha mindre bruk, hvor man da ikke forventer særlig med effekter.	Skarin mfl. 2016
Gabrielsberget i Sverige. 40 turbiner på 2,3 MW	Reindriften rapporterer vanskeligheter i driften. GPS-analysene gir uklare svar på mulig effekt.	Enetjärn 2014, Skarin mfl. 2016
Kjøllefjord. 17 Vindmøller på 2,3 MW	Har ikke dokumentert negative virkninger på reinens arealbruk, med unntak av noe redusert bruk langs vindkraftverkets adkomstvei (gjelder møkkdata ¹).	Colman mfl. 2012, 2013
Fakken vindkraftverk. 18 Vindmøller på 3 MW	Har ikke dokumentert negative virkninger av vindkraftverket på reinens arealbruk, med unntak av noe redusert bruk langs kraftledningen i anleggsfase.	Tsegaye mfl. 2017
Raggovidda. 15 vindturbiner på 3,0 MW	Storskala virkninger med redusert bruk i avstander opp til 13 km for enkelte sesonger, men ingen effekt i visse perioder (sommer) antakelig grunnet kantgjetting.	Colman mfl. 2020

¹Det ble registrert reinsdyrmøkk langs transekter i studieområdet som et supplement til direkte observasjon av rein. Mengde reinsdyrmøkk ved adkomstveien ble redusert etter utbygging.

I vårt studie fra Raggovidda og i enkelte svenske studier har intervjubasert informasjon fra reindriftsutøvere gitt viktig ny kunnskap (Enetjärn 2014, Colman mfl. 2020). Intervjubaserte data kan avdekke årsakssammenhenger som ikke nødvendigvis kommer til uttrykk gjennom andre typer data. Det er likevel utfordringer ved bruk av intervjubaserte data fra reindriftsutøvere fordi de ofte er part i en pågående interessekonflikt der vindkraft er bygget, eller planlegges. Vår erfaring er at intervjubasert informasjon bør kombineres med objektive data for arealbruk hos reinen (GPS). Da kan de årsakssammenhengene som reindriften beskriver analyseres mer i dybden med et nøytralt datagrunnlag.

Konklusjon

Vi er av den oppfatning at alle vitenskapelige studier av vindkraft og rein i sum har gitt oss et styrket kunnskapsgrunnlag gjennom de siste par tiår. I vår forskningsgruppe har man funnet at direkte eksponering for forstyrrelsene har mindre betydning enn de regionale virkningene som oppstår når reinen enten velger å trekke ut av områder med manglende beiter, eller deres bevegelsesmønster endres. Vi har også erfart at negative virkninger er steds- og/eller tidsspesifikke ved at naturgitte forhold eller driftsmønster gir liten effekt i et område, mens beiter går indirekte tapt i et annet område. Dette gjør at man bør gjøre spesifikke vurderinger for hvert enkelt område. Det vil alltid være usikkerheter knyttet til mulige konsekvenser, men disse usikkerhetene kan sannsynligvis reduseres ved å bygge ut i området som i utgangspunktet har dårlig reinsdyrhabitat og påvirker trekkmonnster i minst mulig grad. Etter vår oppfatning kan reindriften også tilpasse seg noe vindkraft, i hvert fall enkelte steder over tid, blant annet ved å gjete eller drive reinen aktivt inn i beiter som har blitt mindre utnyttet grunnet de nye inngrepene. Antakelig kan dette også bidra til gradvis tilvenning til inngrepene innad i reinflokken. Slikt arbeid vil være ressurskrevende og man kan ikke alltid forvente at reindriftnæringen skal endre sin tradisjonelle driftsform som følge av arealtap og økende press på reinbeitene. Det er heller ikke sikkert de har ressurser til det. Det er også viktig å understreke at iverksetting av slike avbøtende tiltak ikke alltid vil være mulig. For eksempel vil det være vanskelig å gjennomføre slike tiltak under og rett etter kalvingen, eventuelt i områder som er vanskelig tilgjengelig for reindriftsutøverne eller i perioder hvor det er mye dårlig vær.

Referanser

- Bergerud A.T., Jakimchuk R.D. & Carruthers D.R. 1984. The buffalo of the north: Caribou (*Rangifer tarandus*) and human developments. *Arctic* 37:7-22.
- Colman J.E., Eftestøl S., Tsegaye D., Flydal K. & Mysterud A. 2012. Is a wind-power plant acting as a barrier for reindeer movements? *Wildlife Biology* 18:439-445.
- Colman J.E., Eftestøl S., Tsegaye D., Flydal K. & Mysterud A. 2013. Summer distribution of semi-domesticated reindeer relative to a new wind-power plant. *European Journal of Wildlife Research* 59: 359-370.
- Colman, J.E., Bergmo, T. Tsegaye, D. Flydal, K. Eftestøl, S., Lilleeng, M.S., Moe, S.E. 2016. Wildlife response to infrastructure: the problem with confounding factors. *Polar Biology*. DOI 10.1007/s00300-016-1960-8
- Colman J.E., Eftestøl S., Tsegaye D. & Flydal, K. 2020. Sluttrapport. Raggovidda vindparks effekter på reinens arealbruk og den lokale reindriften. Institutt for biovitenskap, Universitetet i Oslo, og Institutt for Naturforvaltning, Norges miljø- og biovitenskapelige universitet. 51 sider.
- Dahle B., Reimers E. & Colman J.E. 2008. Reindeer (*Rangifer tarandus*) avoidance of a highway as revealed by lichen measurements. *European Journal of Wildlife Research* 54:27-35.
- Eftestøl, S, D. Tsegaye, K. Flydal & Colman, J.E. 2016. From high voltage (300 kV) to higher voltage (420 kV); reindeer avoid construction activities, but not power lines themselves. *Polar Biology*. 39(4): 689–699
- Eftestøl S., Tsegaye D., Flydal, K., Colman J. E. 2021. VindVal rein og vindkraft. Sluttrapport –Arealkonflikt mellom vindkraftverk og tilhørende infrastruktur og reindrift. Institutt for Biovitenskap, Universitetet i Oslo og NMBU. 119 sider.
- Enetjärn Natur 2014. Vindkraft på Gabrielsberget - Uppföljning av konsekvenserna för rennäringen. Resultat från sex års uppföljning. 2014-06-18 slutrapport. 76 s.
- Flydal K. Eftestøl S., Reimers E. & Colman J.E. 2004. Effects of windmills on area use and behaviour of semi-domestic reindeer in enclosures. *Rangifer*. 24:55-66.
- Flydal, K. Tsegaye, D. Eftestøl, S. Reimers, E. Colman, J.E. 2019. Rangifer within areas of human influence - understanding effects in relation to spatio-temporal scales. *Polar Biology*. DOI 10.1007/s00300-018-2410-6
- Huntington, H. P., 1998. Observations on the utility of the semi-directive interview for documenting traditional ecological knowledge. *Arctic* 51, 237-242.
- Reimers E. & Colman J.E. 2006. Reindeer and caribou (*Rangifer*) response to human activities – a literature review. *Rangifer* 26:55-71.
- Reimers E., Miller F.L., Eftestøl S., Colman J.E. & Dahle B. 2006. Flight by feral reindeer in response to a directly approaching human on foot or on skis. *Wildlife Biology* 12:403-413.
- Reindriftsforvaltningen 2013. Ressursregnskapet for Reindriftnæringen. For reindriftsåret 1. april 2011 – 31. mars 2012.
- Skarin A. & Åhman B. 2014. Do human activity and infrastructure disturb domesticated reindeer? The need for the reindeer's perspective. *Polar Biology* 37:1041-1054.
- Skarin, A., Nellemann C., Rönnegård L., Sandström P. & Lundqvist H. 2015. Wind farm construction impacts reindeer migration and movement corridors. *Landscape Ecology*. Online: DOI 10.1007/s10980-015-0210-8.
- Skarin A., Sandström P., Alam M., Buhot Y., Nellemann, C. 2016. Renar och vindkraft II – Vindkraft i drift och effekter på renar och renskötsel. Sveriges lantbruksuniversitet. Rapport 294. 74 ss.
- Skarin, A., & M. Alam, 2017. Reindeer habitat use in relation to two small wind farms, during preconstruction, construction, and operation. *Ecol Evol* 7,3870-3882.
- Skarin, A., P. Sandström, & M. Alam, 2018. Out of sight of wind turbines—Reindeer response to wind farms in operation. *Ecology and Evolution* 00,1-14.
- Tsegaye, D. Colman J.E., Eftestøl S., Flydal K. Tsegaye D., Røthe, G. Rapp, K. 2017. Reindeer spatial use before, during and after construction of a wind farm. *Applied Animal Behaviour Science*. 105: 103-111.
- Vistnes I. & Nellemann C. 2008. The matter of spatial and temporal scales: a review of reindeer and caribou response to human activity. *Polar Biology* 31: 399-407.