

Markkonflikt mellan vindkraft och renskötsel

Sindre Eftestøl, Diress Tsegaye Alemu,
Kjetil Flydal, Jonathan E Colman



RAPPORT 7012 | NOVEMBER 2021



Markkonflikt mellan vindkraft och renskötsel

av Sindre Eftestøl, Diress Tsegaye Alemu, Kjetil Flydal, Jonathan E Colman

Beställningar

Ordertel: 08-505 933 40

E-post: natur@cm.se

Postadress: Arkitektkopia AB, Box 110 93, 161 11 Bromma

Internet: www.naturvardsverket.se/publikationer

Naturvårdsverket

Tel: 010-698 10 00

E-post: registrator@naturvardsverket.se

Postadress: Naturvårdsverket, SE-106 48 Stockholm

Internet: www.naturvardsverket.se

ISBN 978-91-620-7012-0

ISSN 0282-7298

© Naturvårdsverket 2021

Tryck: Arkitektkopia AB, Bromma 2021

Omslagsfoto: Roan vindpark, Sindre Eftestøl



Förord

Forskningsprogrammet Vindval är ett samarbete mellan Energimyndigheten och Naturvårdsverket med uppgiften att ta fram och förmedla vetenskapligt baserade fakta om vindkraftens effekter på människa, natur och miljö.

Programmets tre första etapper 2005–2018 omfattade cirka 50 forskningsprojekt och fyra syntesrapporter, varav två har uppdaterats. I syntesrapporterna sammanställer och bedömer experter de samlade forskningsresultaten och erfarenheterna av vindkraftens effekter nationellt samt internationellt inom fyra områden: Människors intressen, fåglar och fladdermöss, marint liv och däggdjur på land.

Resultaten från Vindvals forskning har bidragit till underlag för miljökonsekvensbeskrivningar samt planerings- och tillståndsprocesser i samband med etablering av vindkraftsanläggningar. I Vindvals tredje etapp har även ingått att förmedla erfarenheter och ny kunskap från anläggningar i drift.

Resultat från programmet ska också komma till användning i tillsyn och kontrollprogram samt myndigheters vägledning.

Vindvals fjärde etapp har fokus på planering och de avvägningar mellan miljö och socio-ekonomiska intressen som måste göras. Programmet ska utveckla metoder och verktyg för att göra sådana avvägningar.

Liksom tidigare ställer Vindval höga krav vid vetenskaplig granskning av forskningsansökningar och forskningsresultat, samt vid beslut om att godkänna rapporter och publicering av projektens resultat.

Detta projekt har samarbetat med projektet ”Renar och vindkraft på vinterbeteslandet”, projektledare Anna Skarin, SLU (Rapport nummer 7011, 2021).

Under projekttiden har de två forskargrupperna haft en rad möten för att samordna metoder och analyser som bör användas i de olika studieområdena.

Metodfrågorna har bland annat avsett definition av betesområdets tillgänglighet och skala både tidsmässigt och geografiskt, vilka habitatvariabler som bör ingå och hur renskötarnas beskrivning av renskötseln och betesområden bör inorporeras.

Forskargrupperna har även diskuterat sina respektive resultat och tolkning av resultaten.

Som en del av dessa samarbetsmöten har forskargrupperna haft gemensamma möten med projektets följare under projekttiden. Följarna har varit vindkraftsprojektörer, handläggare från länsstyrelse samt renskötare, vilka representerar tilltänkta användare av projektens resultat.

I arbetet med denna rapport har deltagit: Sindre Eftestøl, Diress Tsegaye Alemu, Norges miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU), Kjetil Flydal, Jonathan E Colman (projektledare), NMBU. Samtliga författare är verksamma vid universitetet i Oslo.

Rapporten är en översättning av slutrapporten ”Arealkonflikt mellom vindkraftverk, tilhørende infrastruktur og reindrifft”.

Författarna svarar för rapportens innehåll.

Stockholm den 8 oktober 2021

Kerstin Jansbo
Programchef, Vindval

Innehåll

Sammanfattning	6
Summary	9
1. Inledning	12
1.1 Bakgrund och syfte	12
1.2 Kunskapsstatus	14
1.2.1 GPS-data för renens habitatanvändning	14
1.2.2 Intervjubaserad information	14
1.2.3 Studieutformning – Hur fångas rumslig och tidsmässig variation av habitatanvändning upp?	15
1.2.4 Platsspecifika förhållanden och överförbarhet av resultat	16
1.2.5 Kunskap från genomförda studier på renar och vindkraft	17
1.3 Frågeställningar	19
1.3.1 Ráikkočearru	19
1.3.2 Ildgruben	20
1.3.3 Fosen	20
2. Metod	21
2.1 Kvalitativ metod	21
2.1.1 Rákkonjårga	22
2.1.2 Ildgruben	22
2.1.3 Fosen	22
2.2 Kvantitativ metod	23
2.2.1 GPS-data	23
2.3 Datamaterial som inte presenteras ytterligare i rapporten	28
2.3.1 Registrering av mänsklig aktivitet	28
2.3.2 Viltkamera	28
2.3.3 GPS-data med hög intensitet	29
3. Ráikkočearru vindkraftpark	30
3.1 Områdesbeskrivning	30
3.1.1 Vindkraften	30
3.1.2 Renskötseln	30
3.1.3 Avgränsning av studieområdet	31
3.2 Resultat	33
3.2.1 Allmänt om habitatanvändning	33
3.2.2 Renskötarnas erfarenheter	37
3.2.3 GPS – Resultat	39
3.3 Diskussion	44
3.4 Vägen framåt	46
4. Fosen	47
4.1 Områdesbeskrivning	47
4.1.1 Vindkraften	47
4.1.2 Renskötsel och habitatanvändning i driftgrupp Nord-Fosen	49
4.1.3 Avgränsning av studieområdet	50

4.2	Resultat	52
4.2.1	Allmänt om habitatanvändning	53
4.2.2	Renskötarnas erfarenheter	57
4.2.3	GPS-data	59
4.3	Diskussion	64
4.3.1	Effekter av vindkraft	64
4.3.2	Effekter av 420 kV-ledningen	67
5.	Ildgruben	69
5.1	Områdesbeskrivning	69
5.1.1	Kraftledningen	69
5.1.2	Renskötelsen	70
5.1.3	Avgränsning av studieområdet	71
5.2	Resultat	72
5.2.1	Allmän habitatanvändning i studieområdet	72
5.2.2	Renskötarnas erfarenheter	75
5.2.3	GPS-data – habitatanvändning relaterad till kraftledningen	76
5.3	Diskussion	82
6.	Sammanfattande diskussion	83
6.1	Allmänna effekter	83
6.2	Plats- och tidsspecifika utvärderingar	85
7.	Referenser (Inklusive referenser till bilagan)	87

Sammanfattning

Forskningsprogrammet Vindval har under perioden 2018–2021 omfattat tre delprojekt i Norge som behandlar effekterna av vindkraft och kraftledningar på tamren i de tre renbetesdistrikten Fosen, Rákkonjárga och Ildgruben. Renarnas beteende och habitat användning i samband med utbyggnad av vindkraft och kraftledningar studerades genom användning av positionsdata från GPS-märkta renar, och genom användning av systematiserad information baserad på renskötselns egna upplevelser. För att utvärdera effekter används data för tidsperioder med anläggningsarbete, tillsammans med avstånd till infrastrukturen och dess synlighet inom renarnas betesområden. Data för andra miljöfaktorer som snö, höjd över havet, terränglutning och vegetationstyp används också för att den naturliga miljövariationen ska kunna kontrolleras vid analys av renens habitat användning relaterad till vindkraftverk och kraftledningar.

Rákkonjárga renbetesdistrikt ligger i Øst-Finnmark med barmarksbeten på Varangerhalvön där Rákkočearru vindkraftverk¹ (turbiner på 15 x 3 MW) uppfördes 2013–2014. Distriktet har mellan 3500 och 4000 djur i vinterflocken. Vi har studerat renarna genom användning av GPS-sändare under perioden 2011–2019, det vill säga att perioden med GPS-data är kortare före än efter utbyggnaden. I Fosen har vi använt en dataserie från GPS-märkta renar under perioden 2008–2020. Flera vindkraftverk har byggts de senaste åren, men i detta projekt utvärderas effekterna av Roan Vindkraftpark (turbiner på 71 x 3,6 MW) som uppfördes under perioden 2016–2018, och en ny 420 kV-ledning som byggdes under perioden 2016–2019, det vill säga att vi har en lång period med data från före utbyggnaden. Renskötseln i Nord-Fosen har knappt 1000 renar i vinterflocken. Både vindkraftparken och ledningen går genom vinterbetesområden, medan ledningen i viss utsträckning även berör barmarksbeten. I Ildgruben renbetesdistrikt finns det en 420 kV-ledning som berör beten som används året om, men mest på vinter, vår och höst. Renarnas habitat användning studeras genom användning av GPS-data under perioden 2011–2020. Ledningen byggdes runt 1990, så vi har inga data för renarnas habitat användning från tiden innan den byggdes. I alla de tre renbetesdistrikten har renskötarna varit en viktig källa till information om renens habitat användning och effekter av ingreppen. Regelbunden kommunikation har genomförts med renskötare från de tre renbetesdistrikten under hela studieperioden från 2008 fram till 2020 för att få en översikt över deras upplevelser av vindkraft och kraftledningar.

I både Rákkonjárga och Nord-Fosen har vi funnit en minskad användning av betena inom långa avstånd från vindkraftverken under och efter utbyggnaden. De starkaste effekterna fann vi under vår och höst i Detta gäller speciellt på regional (stor) skala vid habitat användningsanalyser för på våren och hösten Rákkonjárga (upp till 25 % undvikande inom 10–14 km avstånd) och på vintern i Nord-Fosen (upp till 50 % undvikande inom 5–15 km). Resultaten för sommaren i Rákkonjárga, och några andra enskilda resultat på lokal skala i båda renbetesdistrikten, visar emellertid ingen minskning eller ökning i av användningen vid närmare avstånd

¹ Det heter Raggovidda vindpark på norska, men i denna rapport använder vi det samiska namnet.

till vindkraftparken. Med undantag av en svag tendens under kalvningsperioden har vi inte heller funnit att renarna väljer terräng där turbinerna är utom synhåll. Detta ger en oklar bild, men genom att utgå ifrån den information som renkötseln har lämnat baserat på sina erfarenheter har vi dragit slutsatsen att vindkraftverken förmodligen har negativ effekt på regional skala. I Råkkonjårga har renkötseln uttryckt att renarna rör sig snabbare söderut, och att deras cirkulära vandringar runt vindkraftverket som ligger långt norrut på en halvö har minskat. På sommaren har renskötarna motverkat södergående vandringsmönster genom att driva tillbaka renarna norrut. Därför kan den bristande undvikandeeffekten på sommaren förklaras med åtgärder från renkötseln. I Nord-Fosen har renskötarna berättat att renarna undviker att korsa en fylkesväg som skiljer vinterbetena runt Roan vindkraftpark från övriga vinterbeten, och deras uppfattning är att renarnas negativa erfarenheter av vindkraftverket under byggfasen, samt störande visuella effekter efter utbyggnaden, leder till att de undviker att röra sig in i närliggande områden för att beta. Även om enskilda resultat visar ett stort betesundvikande och renkötselns erfarenheter indikerar detta, har det också varit stor årlig variation i habitatanvändningen, särskilt på regional skala. Detta gör det svårt att skilja naturlig betesvariation från effekter av infrastruktur. Vid Råkkonjårga vindkraftverk har vi bara 1–2 år med data från tiden före utbyggnad, och vid Roan vindkraftverk endast 1–2 år med data från tiden efter utbyggnad. Vi diskuterar därför möjligheten att delar av effekterna på regional skala som vi har funnit genom att jämföra data från tiden före utbyggnad och tiden efter, också kan hänga samman med naturlig variation.

För 420 kV-ledningarna i Fosen och Ildgruben har vi prioriterat analyser av habitatanvändning inom en skala ut till 4 km avstånd för att undersöka om det kan finnas påverkan i närområdet som orsakas av direkt exponering eller barriäreffekter kopplade till denna typ av linjär infrastruktur. På Fosen har analyserna gjorts under flera säsonger med enskilda resultat som skiljer sig kraftigt – från stor minskning av användning till stor ökning av användning under och/eller efter utbyggnad jämfört med före. Likaså har vi funnit stor årlig variation, som helhet, i användningen inom områdena med en radie på 4 km, i de olika delområdena där ledningen passerar. Sammantaget ger detta ett intryck av att ledningen inte har haft negativ påverkan på habitatanvändningen i sin helhet. I Fosen är däremot renskötarnas erfarenheter att kraftledningen, och framför allt byggarbetet, har medfört att renarna undviker betesområden på regional skala och har lett till minskad vandring mellan områdena, så kallade barriäreffekter. För Ildgruben har vi analyserat effekter av ledningen på tre olika fjällryggar och funnit att renarna tydligt undviker ledningen på den västra sidan av två av fjällryggarna. Vi har också undersökt eventuella barriäreffekter närmare dessa ryggar, men inte funnit skillnader i rörelsehastighet för renarna i ledningens närområde. Upplysningar från renkötseln tyder på att platsspecifika förhållanden kan återspeglas i barriäreffekt och/eller undvikande i närområdet till ledningar. Renskötarna har till exempel varit med om att renarna är försiktigare vid passering av ledningar i sluttande terräng eller trånga terrängformationer.

Vi drar slutsatsen att våra studier att vindkraftverk har visat negativ påverkan på renens habitatanvändning under flera säsonger och områden på såväl lokal som regional skala. Det har också funnits undantag från detta under enskilda säsonger och i enskilda områden. Information från renskötarna tyder på att tillfällena med liten eller ingen negativ påverkan kan ha andra förklaringar, som drivning av renar tillbaka till områden de har lämnat. Rent vetenskapligt är slutsatserna om negativ påverkan ännu osäkra eftersom det finns stora växlingar i habitatanvändningen

mellan år och säsonger. Med bara 1–2 års före- eller efterdata är det därför vanskligt att skilja effekten av vindkraftverk från en naturlig variation i habitat användning som är en del av renarnas betesekologi. För kraftledning tyder våra resultat inte på någon väsentlig påverkan på renarnas habitat användning, och inte heller på några särskilda barriäreffekter generellt sett, men det kan finnas platsspecifika förhållanden som ger negativ påverkan lokalt, både i tid och/eller rum.

En del av målsättningen i detta projekt har varit att detaljstudera hur direkt exponering av störningar i vindkraftparker, såsom trafik, turbinbuller, vägterrasser och plogkanter, påverkar renarnas beteende och habitat användning, och hur sådan kunskap kan användas till bättre planering av åtgärder för att minska påverkan. Det visade sig att renarna i mycket liten utsträckning använt vindkraftsområdena i Ráikkočearru och Roan under tidsperioden för våra studier. Därför hade vi inte möjlighet att studera denna typ av påverkan vid direkt exponering. Upplysningar från renskötelsen i Rákkonjárga tyder på att möjliga åtgärder för minskad påverkan vid utbyggnad av vindkraft i renbetesområden är att driva tillbaka renar till områden nära vindkraftverken som de vandrar bort från. Renskötarna i Fosen har framhållit negativa erfarenheter med renar som rör sig in i vindkraftsområden, eftersom vägar, vägterrasser och oroliga djur försvårar skoterkörning och uppsamling av renflokkarna. Detta tyder på att viktiga åtgärder för att minska påverkan skulle kunna vara att anlägga och ploga vägar så att de inte utgör fysiska hinder i terrängen.

Summary

In the period 2018–2021, the research program VindVal has included three sub-projects in Norway that investigate the effects of wind power- and power line development on domestic reindeer in the three reindeer districts of Fosen, Rákkonjárga and Ildgruben. Using data from GPS-tagged reindeer, and systematized information based on the reindeer herder's own experiences, we studied behavior and habitat use of reindeer related to wind farms and power lines. To assess the effects, we have used data for development phases (i.e. before, during and after construction work), distances from- and visibility of the infrastructure within the reindeer's grazing areas. Data for other environmental factors, such as snow, elevation, slope and vegetation type, were also included to account for natural environmental variation.

Rákkonjárga reindeer district is located in eastern Finnmark, with spring, summer and autumn pastures on the Varanger Peninsula, where the Rákkočearru wind farm (15 x 3 MW turbines) was built in 2013–2014. The reindeer districts winter herd is between 3500 and 4000 animals. We have studied the reindeer using GPS transmitters in the period 2011–2019, i.e. the period with GPS data is shorter before than after development. At Fosen, we have used a data series from GPS-marked reindeer in the period 2008–2020. Several wind farms have been built within Fosen Nord reindeer district in recent years, but in this project, we only evaluated the effects of Roan wind farm (71 x 3.6 MW turbines), built in the period 2016–2018, and a new 420 kV power line, built in the period 2016–2019. Thus, in Fosen, we have a long period of data from before development. The reindeer husbandry in Fosen Nord includes less than 1000 reindeer in the winter herd. Both the wind farm and the power line pass through winter grazing areas, while the power line also transects some other seasonal pastures. In the Ildgruben reindeer district, there is a 420 kV power line that affects pastures that are used all seasons, but mostly in winter, spring and autumn. The reindeers' area use has been studied using GPS data from 2011–2020. The line was built around 1990, so we do not have data for the reindeer's area use before construction. In all three reindeer districts, an important source of information about the reindeer's area use and effects of infrastructure has been traditional knowledge and experience from reindeer herders. Regular communication with herders has been carried out throughout the study period from 2008 until 2020 to systematize their knowledge and experience with wind power and power lines.

In both Rákkonjárga and Fosen Nord, we found long distance effects on habitat use of reindeer, with reduced use of pastures during and after construction of the wind farms. The strongest effects were found in spring and autumn seasons for Rákkonjárga (up to 25 % avoidance within 10–14 km), and in winter season for Fosen Nord (up to 50 % avoidance within 5–15 km). On the other hand, no negative effects, or even increased use close to the wind farm, were found for summer in Rákkonjárga, and for some local scale analyses in both reindeer districts. We did not find that reindeer selects terrain where the turbines are out of sight, except of a weak trend during the calving period. Despite some conflicting results from GPS-analyses, reindeer herders information have lead us to conclude that wind farms probably have negative regional scale effects. In Rákkonjárga, the reindeer

herders have experienced that reindeer migrate faster southwards, away from the wind farm, after calving. Also, a migration route circling the mountain plateau where the wind farm was constructed has lost functionality. During summer, the herders have mitigated early migration southwards by herding reindeer back to the northern part of the range. The lack of negative effects during summer may be explained by such increased herding activities. In Fosen Nord, the herders have explained that reindeer avoid crossing a road that separates the winter pastures around Roan wind farm from other winter pastures. According to them, the reindeer avoid using nearby areas due to negative experiences from human activities during the construction phase, as well as disturbing visual effects of the wind farm after development. Although individual results show strong avoidance, and herder experiences support the same, GPS-data have also shown a large annual variation in habitat use in Fosen, especially on the regional scale, making it difficult to distinguish natural fluctuations in habitat use from avoidance effects of infrastructures. At Rákkočearru wind farm, we only have 1–2 years of data from before development, while at Roan wind farm, we only have 1–2 years of data from after development. We therefore discuss the possibility that some effects found on the regional scale may be related to natural variation, rather than wind farm effects.

For power lines, our main focus was disturbance from direct exposure (e.g. visual disturbance, corona noise etc.), that may lead to barrier effects. Thus, for the 420 kV power lines in Fosen and Ildgruben, we have analysed habitat use within a scale of up to 4 km distance. In Fosen, we found conflicting results varying from large reduction in use to a large increase in use during and/or after development of the 420 kV power line. Probably, annual natural fluctuations in habitat use have influenced our results, leading us to conclude that the power line did not have negative effects on the area use in general. However, reindeer herders in Fosen have informed us that they believe reindeer show both barrier effects and regional scale avoidance from the power line, particularly during the construction period. For Ildgruben, we have analyzed the effects of the power line on three different mountain ridges and found that the reindeer apparently avoided the west side of the power line on two of the ridges. Investigating barrier effects more closely at these ridges, we did not find effects on directional movement rates for reindeer in the nearby surrounding areas of the power line. Information from herders suggests that site-specific conditions may result in barrier and/or avoidance effects within short distance ranges of power lines. For example, the herders have experienced that the reindeer are more reluctant to pass power lines in downhill terrain or narrow terrain formations.

We conclude that our studies of wind farms have shown negative effects on reindeer habitat use at local and regional scale in several seasons and areas, but with exceptions for some seasons and areas. Information from reindeer herders suggests that cases with little or no negative effect may have other explanations, such as herding animals back to areas that previously have been avoided. Conclusions of negative effects are nevertheless uncertain due to large variation in area use between years and seasons. With only 1–2 years of data, either before or after development, it's difficult to separate effects from the wind farms from natural variation of how the reindeer use their pastures. For power lines, our results do not indicate significant effects on reindeer habitat use, nor have we seen any general barrier effects, but there may be site-specific conditions with negative effects locally, both in time and/or space.

One goal of this project was to study in detail how direct exposure of wind farms, such as traffic, turbines, roadside obstacles and noise levels, affect reindeer behavior and area use, and how such knowledge may improve future wind farm planning and mitigation measures. In general, the reindeer did not use the most exposed wind farm areas in Rákkočearru and Roan within the time of our study, and we did not have enough data to investigate such effects. However, information from reindeer herders in Rákkonjárga suggests that one way of mitigating large scaled negative effects of wind power development is to herd animals back to avoided areas. The reindeer herders in Fosen have emphasized negative experiences with reindeer migrating into wind farm areas because snow plowing, roadside obstacles and stressed animals, complicates snowmobile herding in winter. This suggests that important mitigating measures would be to build and maintain road with less obstacles.

1. Inledning

Under de senaste tio åren har det varit stort fokus på utbyggnad av förnybar energi i Skandinavien. Detta är arealkrävande utbyggnader som ofta sker i områden där det i dag bedrivs renskötsel. Det finns därför en potentiell konflikt mellan de två näringarna och det är viktigt med bättre kunskap om hur de påverkar varandra. Detta gäller både i förhållande till effekter på frigående djur på vanligt bete eller på vandring och för renskötarens olika uppgifter som uppsamling och drivning.

Vår forskningsgrupp vid Universitetet i Oslo och NMBU i Norge har under flera år arbetat med dessa frågeställningar. De senaste tio åren har vi samlat in en lång tidsserie med data från två renbetesdistrikt som påverkas av vindkraft i Trøndelag och Finnmark, samt ett som påverkas av kraftledningar i Nordland. Datan består av registreringar kopplade till själva utbyggnaderna, dokumentation av renskötselns upplevelser från det dagliga arbetet ute i terrängen med renarna, och data från GPS-märkta djur.

Våra forskningsprojekt i dessa områden har under perioden 2018–2021 varit en integrerad del av Vindvalprogrammet i Sverige. Vindval är ett forskningsprogram om vindkraftens påverkan på människor, natur och miljö, där ett av forskningsområdena är ren och vindkraft. Programmet är ett samarbete mellan Energimyndigheten och Naturvårdsverket. Förutom forskningsbidrag genom Vindval har vi fått bidrag från Norges forskningsråd, Statkraft, Statnett, Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE), Reindriftens utviklingsfond, statsförvaltaren i Nordland och Varanger kraft, till de arbeten som presenteras i denna rapport. Från renskötselns sida har renbetesdistrikten Fosen, Ildgruben och Råkkonjårga deltagit i arbetet. Vi tackar för alla bidrag och för ett gott samarbete under projektperioden.

Författarna bakom denna rapport har jobbat tillsammans sedan 1990-talet under studier och forskning om renars respons på utbyggnad och mänskliga störningar. Forskningen har skett vid dels UiO, dels NMBU. Under arbetet har långa tidsserier med data över renarnas beteende och habitat användning prioriterats, för att möjlig påverkan av ny utbyggnad skulle kunna skiljas från naturlig variation som också sker över tid. Forskningsgruppen startade projekt i Råkkonjårga renbetesdistrikt under 2011, i Fosen renbetesdistrikt under 2008 och i Ildgruben renbetesdistrikt runt 2013, men med tillgång till data från 2011. GPS-märkning av ren med övervakning av djurens habitat användning ända fram till 2020 har varit den viktigaste datainsamlingen i de tre studieområdena. Projekten har finansierats av bland annat Reindriftens Utviklingsfond, NFR, NVE, Statskog, Statkraft, Statnett, Statoil, Fred Olsen Renewable, Vindkraft Nord, och Troms Kraft under tidigare faser, och de förlängdes med två år genom forskningsbidrag från Vindval efter ansökan 2018.

Till rapporten hör en bilaga, Bilaga 1, som nås via naturvardsverket.se/publikationer. Sök därefter på rapportens ISBN: 978-91-620-7012-0.

1.1 Bakgrund och syfte

Vindval har under perioden 2018–2021 finansierat två samordnade forskningsprojekt i Norge respektive Sverige, där syftet har varit att få bättre kunskap om konsekven-

serna av utbyggnad av vindkraft i renarnas vinterbeten. Sådan kunskap kommer att utgöra en viktig grund för att kunna planera framtida vindkraftsutbyggnad med minsta möjliga negativa konsekvens.

Vindval har beviljat forskningsmedel till ett projekt vid SLU i Sverige med en forskningsgrupp under ledning av Anna Skarin, och ett projekt vid UiO/NMBU i Norge med en forskningsgrupp under ledning av Jonathan E. Colman. I denna rapport presenterar vi den forskning som genomförts i Norge. Forskningsfynden sätts i samband med annan kunskap inom området, och forskningsresultaten kommer att utvärderas i förhållande till villkoren för utövande av renskötsel och etablering av vindkraft i samma områden. Där vi har grund för detta kommer förslag att ges på vad som skulle kunna göras för att minska påverkan vid vindkraftutbyggnad i renbetesområden, och huruvida det finns särskilda naturliga förhållanden som kan göra att renskötsel och vindkraft kan samexistera på ett mer eller mindre konfliktfyllt sätt.

Vid starten av projektet 2018 formulerades våra mål och dessa utgjorde också grunden för vår ansökan om forskningsmedel till genomförandet. Nedan följer en lista över målen:

Huvudmål: Ta reda på hur infrastruktur för vindkraftverk och tillhörande mänsklig aktivitet påverkar renarnas beteende och betesundvikande i vinterområden, och ge specifik information om åtgärder som skulle kunna minska negativa konsekvenser.

Delmål 1) Testa renarnas beteenderespons vid direkt exponering för vindturbiner, kraftledningar, vägar och mänsklig aktivitet, inom flera vinterområden. Data för exponering kommer att behandla synlighet, bullernivå och mänsklig användning av vägar och terräng (se kapitel 2.3 för mer om delmål som inte gick att testa).

Delmål 2) Beräkna ändringar i habitat användning för GPS-märkta renar i olika vinterområden, och hitta särskilda, underliggande orsaker till eventuella ändringar. Habitat användningen i och utanför områden med direkt exponering av vindkraft och kraftledningar kommer att analyseras och utvärderas utifrån information från renskötare och data gällande habitatkvalitet och miljövariabler i tid och rum.

Delmål 3) Testa huruvida infrastruktur utgör fysiska eller semipermeabla barriärer för renarnas rörelser i och mellan olika vinterområden, och på varierande rumslig och tidsmässig skala.

Delmål 4) Integrera renskötarnas erfarenheter och kunskaper om renarnas habitat användning vid tolkning av resultat för påverkan av vindkraft och kraftledningar. Beskriva åtgärder som kan minska påverkan och som är relevanta för både renskötseln och kraftindustrin. Vi antar att involvering och integrering av kunskap från renskötare kommer att förbättra tolkningen av resultat och att det då kan leda till bättre planering av projekt, konsekvensutredningar och genomförande av åtgärder för att minska påverkan.

Vårt arbete i projektet har genomförts med grund i dessa mål och i tre olika renbetesdistrikt i Norge: Fosen, Ildgruben och Råkkonjårga. Det har genomförts stora vindkraftutbyggnader i Fosen och Råkkonjårga, och i Ildgruben finns en 420 kV-kraftledning som är del av centralnätet i Norge. I alla renbetesdistrikt har det viktigaste dataunderlaget utgjorts av positionsdata från GPS-märkta renar, samt upplysningar från renskötare om hur naturliga förhållanden, drivning och uppsamling av djur har påverkat djurens habitat användning.

1.2 Kunskapsstatus

Planering, genomförande och tolkning av resultat under forskning sker med grund i gällande kunskapsstatus på forskningsfältet. Vi ger här en kortfattad presentation av kunskapsstatusen för temat som är relevant för forskningsprojektet.

1.2.1 GPS-data för renens habitatanvändning

De senaste 20 åren har GPS-övervakning av djur blivit allt vanligare. Detta gäller också för renar där ett stort antal studier på djur utrustade med GPS-halsband har genomförts på både tamren, vildren och caribou (se till exempel Panzchacchi m.fl. 2013a, Plante m.fl. 2018, Eftestøl m.fl. 2015). Den största fördelen med GPS-data är att de ger tidskontinuerlig information om renarnas habitatanvändning. Utifrån dessa data vet vi därför med 100 % säkerhet vilka områden de GPS-märkta individerna har nyttjat under studieperioden. GPS-studier har dock begränsningen att endast ett fåtal av en hel population har GPS-sändare. Ofta är det vajor som utrustas med sändare, och det brukar vara 1–3 % av alla vajor i en population som får sändare. Då renar lever i flock under större delen av året ger detta urval en relativt god bild av populationens habitatanvändning, men det är också mycket troligt att avvikelser uppstår. Populationen kan till exempel vara uppdelad i flera separata flockar som betar i olika områden under en lång period, och av en slump kan det då vara möjligt att enskilda flockar inte har någon GPS-märkt ren. Det är också så att sarvar och ungdomar ofta betar i andra områden än vajorna under vissa perioder av året, och dessa djur är sällan GPS-märkta. Om det finns renar som är utrustade med GPS-sändare i en flock som betar nära ett vindkraftverk under en lång period, kommer detta att ge ett helt annat resultat än om denna flock av en slump inte skulle ha några individer med GPS. Sammanfattningsvis är GPS-data från renar en lämplig metod för att undersöka habitatanvändning på regional skala, men ett tunt datamaterial (få djur med GPS-sändare, långa positionsintervaller eller kort studieperiod) gör det svårt att utvärdera orsaken till eventuella ändringar i habitatanvändningen. Flydal m.fl. (2019) drog slutsatsen att naturliga betesvariationer kan leda till stor tidsmässig variation i habitatanvändningen och att denna är svår att kontrollera även med tillgång till flera år av data, både före och efter utbyggnaden.

1.2.2 Intervjubaserad information

När det gäller lokal kunskap och erfarenhet är renskötare oftast större experter på renarnas lokala beteende inom ett givet studieområde än vad forskare är. Genom erfarenhet känner de till hur renarna reagerar på olika störningar, och hur de anpassar sig efter ändringar i betesförhållandena.

Intervjubaserade data kan därför avslöja orsakssamband som inte nödvändigtvis kommer fram genom andra typer av data.

Det finns även svagheter i användning av intervjubaserade data (Beam 2012 och Friberg 2019). Information som framkommer genom samtal eller intervjuer är subjektiv och kan ge en skev bild, då människor har en tendens att lägga märke till förhållanden i omgivningarna som bekräftar den uppfattning de redan har om ett orsakssamband. Vid förmedling av erfarenheter till andra (intervjuobjekt till intervjuaren), kan det finnas en tendens att personer betonar information som styrker ett orsakssamband som denne själv tror på, eller som stödjer personen i en intressekonflikt. Renskötare observerar/arbetar ofta med renarna i situationer där

de kan vara/har blivit störda, eller har en bristande betesro, och i mindre grad om renarna betar ostört i ett område. Vi anser därför att intervjubaserad information är värdefull för att förstå vilka möjliga orsakssamband som bör analyseras genom objektiva data, som GPS. Men endast intervjubaserad information kan ge en skev bild av den faktiska situationen, särskilt om den som blir intervjuad är part i en intressekonflikt.

1.2.3 Studieutformning – Hur fångas rumslig och tidsmässig variation av habitat användning upp?

Komplexiteten i vad som avgör renarnas habitat användning gör att forskare kan vara oeniga kring om en uppenbar undvikandeeffekt, det vill säga en ändring i habitat användningen, orsakas av en mänsklig störning eller ej. Enskilda forskningsgrupper har betonat att studier på lokal skala inte passar om man vill identifiera faktisk påverkan av störning, då de bara fångar upp responser hos toleranta individer som befinner sig nära ingreppet/störningen och ignorerar den minskade användningen som förekommer genom att många djur har lämnat själva studieområdet (se till exempel Joly m.fl. 2006, Vistnes och Nellemann, 2008 och Skarin och Åhman, 2014). Andra forskningsgrupper har betonat att det blir svårt att kontrollera förväxlingsfaktorer (eng: confounding variables) i studier på regional skala (Colman m.fl. 2016), till exempel att ingrepp inte är slumpmässigt fördelade i landskapet, variationer i betes- och snöförhållanden (se till exempel Noel m.fl. 2004, Reimers och Colman 2009, Reimers m.fl. 2006, Dahle m.fl. 2008), och betesvariationer kopplade till ändringar i populationsstorlek och betestryck (Bergerud, 1984, Noel m.fl. 2006).

Studier på betesundvikanden måste göras i tillräckligt stor skala för att inkludera själva influensområdet, samt i tillräckligt stora områden utanför, som renarna kan vandra ut till. I GPS-studier med flera år av data (se till exempel Panzacchi m.fl. 2013b, Eftestøl m.fl. 2016) har man vanligtvis hittat undvikande från störningar med avstånd på 0,5–3 km. För studier på stor skala (regionala studier, se definition under kapitel 2.2.1) där man rapporterar undvikanderesponser långt utöver detta, är det särskilt viktigt att renarna har studerats över en lång tid då de har en naturlig variation i betes användningen mellan åren och över en längre tid. Det är mycket svårt att bedöma vad som är en ändring i habitat användning till följd av störningar och vad som bara är en naturlig betesvariation. Det blir utan tvekan allt svårare i störningsstudier att skilja mellan orsak och verkan, då en rad olika landskapsfaktorer spelar in (Flydal m.fl. 2019).

Det är därför viktigt att utvärdera den totala bilden när det gäller studier utförda på olika skalor för ren och vindkraft. Experimentella studier på renar i inhägnad visar ingen beteenderespons på rotorblad i rörelse men detta är en manipulerad situation som inte är direkt överförbar till frigående renar (Flydal m.fl., 2004). Beteendestudier på frigående renar nära vindkraftverk visar i många fall inte heller några responser gällande stress eller rädsla (Rønning, 2009, Colman, 2014), men erfarenheter från renskötare om försämrade betesro och ökad spridning av renfloken har också förmedlats (Colman m.fl. 2016 och Enetjærn Natur, 2014). Flera studier om betesundvikande visar ingen påverkan av vindkraftverk på renar (Colman m.fl. 2012, Colman m.fl. 2013, Tsegaye m.fl. 2017, Skarin m.fl. 2016), men det finns också studier med resultat på upp till 30 % minskad användning av beten på flera km avstånd (Colman m.fl. 2020, Skarin m.fl. 2016, Skarin m.fl. 2018). Då naturlig betesvariation kan ge motsvarande minskningar i användning av beten från år till år finns det stor

osäkerhet kopplad till sådana resultat. Naturvetenskapligt sett är det viktigt att studier på regional skala genomförs över många år, och med data från både före och efter utbyggnaden. På detta sätt kan man ta hänsyn till de naturliga variationerna i betesanvändningen från år till år, som är en naturlig del av renens betesekologi och praktisk renskötsel.

Inom naturvetenskapen har BACI-design börjat användas när det gäller studier på hur djurs habitat användning påverkas av utbyggnad och mänsklig störning (Christie m.fl. 2019). Detsamma gäller också för att utvärdera hur åtgärder som kan minska påverkan fungerar (Hale m.fl. 2019). Principen för denna typ av studier är att registrera renarnas habitat användning före (Before) och efter (After) utbyggnad, och att även registrera habitat användning i kontrollområden (Control), eventuellt hela levnadsområdet för renfloken. När renarnas habitat användning har registrerats på denna nivå kan påverkan sedan mätas (Impact). Påverkan blir då ändringar i habitat användning efter utbyggnad, men här är det viktigt att kontrollera faktorer som ändras över tid och som därför kan vara olika före och efter utbyggnad. Sådana faktorer kan vara exempelvis snöförhållandet (påverkar betestillgänglighet), och temperatur (påverkar insektsaktiviteten), ändringar i mänsklig aktivitet (till exempel andra utbyggnadsprojekt). Det bör tilläggas att det vid BACI-design är viktigt att renarnas habitat användning registreras över en lång tidsperiod (det vill säga flera år före och efter utbyggnad), med tanke på renarnas naturliga rumsliga och tidsmässiga variation i betesanvändningen (se kapitlet ovan). Flydal m.fl. (2019) gjorde en litteraturgenomgång av alla publicerade vetenskapliga studier på infrastrukturens påverkan på renarna, och fann att endast ett fåtal av studierna uppfyller kriterierna för god BACI-design. Forskarnas slutsats var att vår kunskap om hur renar påverkas av utbyggnad och mänsklig aktivitet vilar på en svag vetenskaplig grund.

1.2.4 Platsspecifika förhållanden och överförbarhet av resultat

I studier om hur utbyggnad och mänsklig aktivitet påverkar renarna är det viktigt att förstå att platsspecifika förhållanden kan påverka resultaten. Vi går här igenom olika tamhetsgrader, geografiska förhållanden och praxis inom renskötsel som kommer att medföra platsspecifika skillnader i responserna på utbyggnad och mänskliga störningar.

RENARNAS TAMHETSGRAD

I en jämförelse av störningsstudier för renar fann Skarin och Åhman (2014) att responserna på störningar är desamma för vildren som för tamren. Styrkan hos responserna kommer dock att bero på graden av domesticering, med generellt svagare responser hos tamren än i vilda populationer. Detta har undersökts grundligt för responser gällande flykt och rädsla (se till exempel Reimers m.fl. 2012, Nieminen, 2012, Baskin och Hjalten, 2001). För undvikanderesponser finns en genomgående trend om att rapporterade avstånd för undvikande är längre för vildren och caribou än för tamren (se litteraturgenomgång i Flydal m.fl. 2019).

När det gäller responser för rädsla och flykt kan det också vara stor skillnad mellan olika tamrensflockar (Baskin och Hjalten, 2001, Nieminen, 2012). Genom fältarbete i olika renbetesdistrikt och kommunikation med renskötare har vi också upplevt att det kan vara större skillnader mellan tamrensflockarna än mellan vildren och tamren när det gäller hur renar reagerar på människor och mänskliga

störningar. Detta kan förklaras med att djuren, när de är ute på bete, exponeras för människor i olika utsträckning. Det kan bero på olika grader av skötsel (utfodring vs. inte utfodring, eventuellt mycket drivning vs. mindre drivning), andel sarvar vs. vajor i ett distrikt, rovdjurspåverkan, m.m. Sådana förhållanden bör beaktas när påverkan av mänskliga störningar inom ett givet renbetesdistrikt utvärderas.

GEOGRAFISKA FÖRHÅLLANDEN

Terräng och betesfördelning har stor betydelse för hur renarna rör sig i landskapet. Det kan finnas fysiska barriärer (exempelvis stup och älvar) och stora geografiska områden med dåliga beten (till exempel fält med tät barrskog med träd i samma ålder och lite hänglavar), eller områden med nedsatt betestillgänglighet på grund av snöförhållanden. Sådana förhållanden har grundläggande betydelse för hur renflokkarna använder betesområdena och för hur påverkan av ett vindkraftverk kommer att synas på olika skalor (Baltensperger och Joly, 2019). Ett vindkraftverk kan till exempel ha olika stor påverkan om renarna kan vandra iväg över stora avstånd med tillgång till goda beten, eller om renarna inte kan vandra så långt på grund av en fysisk barriär, eller för att det inte finns alternativa beten långt bort. Säsongen är också viktig, särskilt för vägar som kan fungera som barriärer eller ”ledgården” på vintern på grund av plogvallar, för att de är lätta att gå på och för att djurens beteende och tamhet beror på detta. Särskilt vajor med kalv ändrar beteende efter hand som kalvarna blir större.

PRAXIS INOM RENSKÖTSELN

Renskötseln har en rad hjälpmedel för att leda renflokkarna i rätt riktning eller hålla dem innanför ett önskat område. Till exempel kan snöskotrar vara mycket effektiva på vinterbeten med stabila snöförhållanden och där terräng och vegetation gör det enkelt att förflytta sig med skoter. Däremot blir det svårt att styra en renflokk i kuperad terräng på sommarbete, där helikopter i vissa fall är den enda möjligheten till att samla spridda flockar i vanskelig terräng. Rensköterna kan motverka negativ påverkan från ett vindkraftverk genom att driva in renarna i önskade beten i vindkraftverkets närhet. Detta går att genomföra om de naturliga förhållandena gör det möjligt att använda skoter eller fyrhjuling, men om terrängen och säsongsbetena gör drivningen mer krävande kan påverkan av ett vindkraftverk bli större. Platsspecifika skillnader i hur den praktiska renskötseln utförs under olika säsonger kommer därför att vara avgörande för hur renarnas habitat användning påverkas av vindkraftetableringar.

1.2.5 Kunskap från genomförda studier på renar och vindkraft

Det finns resultat från sju olika studier om vindkraftens effekter på renar i Skandinavien. Dessa gäller Gabrielsberget, Stor-Rotliden, Jokkmokksliden/Storliden vindkraftanläggningar i Sverige och Kjøllefjord, Fakken, Nygårdsfjellet och Rákkočearru² vindkraftanläggningar i Norge. Av dessa ingår Rákkočearru som ett av studieområdena i denna forskningsrapport, men en del av resultaten har redan publicerats i Colman m.fl. (2020). De svenska studierna publicerades 2016 i en

² Det heter Raggovidda vindpark på norska, men i denna rapport använder vi det samiska namnet.

slutrappport från SLU (Skarin m.fl. 2016). Tre studier från Jokkmokksliden har också publicerats i vetenskapliga tidskrifter (Skarin m.fl. 2015, 2017, 2018), medan studierna från Stor-Rotliden och Gabrielsberget inte har publicerats i några vetenskapliga tidskrifter. Vad gäller de norska studierna var Nygårdsfjellet med i VindReins årsrapport 2010, medan Kjøllefjord och Fakken var med i slutrapporten från VindReinprojektet från 2014 (Colman m.fl. 2014). Två studier från Kjøllefjord har också publicerats i vetenskapliga tidskrifter (Colman m.fl. 2012 och Colman m.fl. 2013). Vidare har Fakken publicerats i en vetenskaplig tidskrift under 2017 (Tsegaye m.fl. 2017). Resultaten från alla de sju studierna presenteras också i Strand m.fl. (2017). Vi har sammanställt en förenklad översikt i Tabell 1.

Tabell 1. Sammanfattning av huvudresultat i studier som genomförts på ren och vindkraft, huvudkälla: Strand m.fl. (2017). Ráikkočearru ingår också i Strand m.fl. (2017), men i denna rapport presenteras mer fullständiga analyser och det har därför inte inkluderats i tabellen.

Studieområde	Vindkraftverk	Data	Resultat
Gabrielsberget	40 x 2,3 MW	Intervju med renskötare. GPS.	Renskötare rapporterar svårigheter i skötseln. GPS-analyserna ger otydliga svar på möjlig effekt.
Stor-Rotliden	40 x 2 MW	Intervju med renskötare. GPS.	Inget undvikande, men otydliga trender då snöförhållandet har stor påverkan på habitat användningen
Jokkmokksliden/ Storliden	8 + 10 x 2,5 MW	GPS. Diagram över registrering av spillning	Betesundvikande varierar på olika skalor, och renarna ökar användningen av områden som är utom synhåll för vindturbinerna
Kjøllefjord	17 x 2,3 MW	Direkt observation. Transekter med registrering av spillning	Ingen negativ påverkan på renarnas habitat användning, med undantag för något minskad användning längs tillfartsvägen
Fakken	18 x 3 MW	GPS, direkt observation	Ingen negativ påverkan av vindkraftverket på habitat användningen, men något minskad användning längs kraftledningen under byggfasen
Nygårdsfjellet	11 x 2,3 MW	Direkt observation	Visar att drivning av renar vid vindkraftverk är möjlig, men det finns inget dataunderlag för detaljerade utvärderingar.

Det finns metodologiska svagheter i många av studierna som har genomförts. I Kjøllefjord saknas observationsdata från före utbyggnad (med undantag för spillningsinventering under det första byggåret som representerar habitat användningen under tiden före byggperioden). Dock har ett kontrollområde har använts, så vi vet mycket om påverkan på habitat användning efter utbyggnad. Någon negativ påverkan av vindkraftetableringen har inte dokumenterats på renarnas habitat användning. På Vannøya/Fakken finns en lång tidsserie med observationsdata från före, under och efter utbyggnad, men bara på relativ lokal skala då djuren är på en ö. Vi vet därför att betena på lokal skala används i stor utsträckning (stor täthet av djur) efter utbyggnad, men vi har inte tillräcklig kunskap om huruvida det har förekommit ändringar av habitat användningen på regional skala. För Nygårdsfjellet finns endast några fältdagar med observationsdata om drivning, som har varit möjliga att genomföra efter utbyggnad. Det finns dock inget vetenskapligt dataunderlag som kan analyseras för orsak/verkan. I Stor-Rotliden är perioden med GPS-data kortvarig, speciellt under före-perioden, så naturliga variationer i habitat användningen kan förmodligen inte beaktas. Här är en viktig iakttagelse enligt oss, att vindkraftparken ligger i ytterkanten av renbetesdistriktet/samebyn, något som förmodligen ökar den naturliga variationen i habitat användning mellan perioder

eller år. Påverkan av vindkraftetableringen som dokumenterats är svag och osäker. I Gabrielsberget finns det inga GPS-data från före utbyggnad och utformningen av perioder där verken är i drift respektive inte i drift är obalanserad. Det är därför osäkert hur habitat användningen har påverkats.

De två studierna som har bäst utformning och mest pålitligt datamaterial på regional skala är antagligen Storliden/Jokkmokksliden och Rákkočearru. För Storliden/Jokkmokksliden upptäcktes 20 % undvikande för ett avstånd på 1 km, och 16 % för 5 km. För Rákkočearru rapporteras uppdaterade resultat i denna rapport, men det förekommer också preliminära resultatpresentationer för detta studieområde i Strand m.fl. (2017) och Colman m.fl. (2020).

1.3 Frågeställningar

Av målsättningarna för projektet framgår det vilka frågeställningar vi har arbetat med. Det finns emellertid vissa skillnader mellan studieområdena när det gäller vilka specifika frågeställningar som har undersökts. Det har också gjorts några anpassningar under projektets gång, beroende på vilket slags datamaterial som har varit tillgängligt. Vad som har undersökts och genomförts i varje område presenteras nedan.

1.3.1 Rákkočearru

Studien är baserad på GPS-data för renar över en lång tidsperiod före, under och efter utbyggnad av Rákkočearru vindkraftetablering på vår-, sommar- och höstbeten. Även om detta inte är ett vinterbete kommer det att vara vinterförhållanden med snötäcke i stora delar av området fram till juni. Mycket information har inhämtats från renskötare om renarnas habitat användning och deras erfarenheter om påverkan av vindkraftverket. Följande frågeställningar har undersökts:

1. Hur har renarnas habitat användning ändrats på lokal skala till följd av etableringen? Detta innebär undersökningar av förändringar inom det enskilda området för renar som har varit i vindkraftverkens närområden.
2. Hur har renarnas habitat användning förändrats på regional skala till följd av vindkraftetableringen? Detta innebär undersökningar av förändringar för hela populationen i studieområdet på en större skala, till exempel mer användning av betesmarker utanför vindkraftverkens influensområde.
3. Är det skillnader i renarnas respons beroende på säsong? Det betyder att frågeställningen i punkt 1 och 2 har undersökts för perioder med olika förhållanden, exempelvis snötäcke i stora delar av områdena på våren, och olika grader av sårbarhet, till exempel under kalvningstid respektive senare på året.
4. Hur påverkar visuell exponering habitat användningen? Här har det undersökts om renarna har en tendens att undvika områden där vindturbinerna är inom synhåll, och om en sådan eventuell effekt avtar med ökande avstånd till turbinerna.
5. Finns det möjliga barriäreffekter kopplade till linjär infrastruktur i vindkraftparken? Vi har undersökt renarnas rörelsemönster runt tillfartsvägen till etableringen, där det är som mest trafik.
6. Hur har renbetesdistriktet upplevt att vindkraftetableringen har förändrat förutsättningarna för renskötseln? Vi har systematiserat information som rensköterna har lämnat om anpassningar i skötseln, och deras erfarenheter om påverkan av vindkraftverken.

7. Stämmer renbetesdistriktets erfarenheter och anpassningar i skötseln överens med den påverkan av vindkraftparken som har dokumenterats genom resultat från GPS-analyser? Kan vi använda detta för att komma fram till bra åtgärder för att minska påverkan?

1.3.2 Ildgruben

Här har vi en lång tidsserie med GPS-data för renar på vinter- och vårbeten som berörs av en 420 kV-kraftledning. Ledningen har funnits i området under hela studieperioden, så vi har alltså inga data på renarnas habitatanvändning innan ledningen etablerades. Frågeställningar:

1. Har renarnas habitatanvändning påverkats av kraftledningen i ledningens när-område? Detta innebär undersökningar av habitatanvändning i ett närområde runt ledningen (0–4 km), där det antas kunna uppstå negativ påverkan.
2. Har kraftledningen en barriäreffekt som kan medföra förändringar i rörelsemönstret för renar som korsar eller uppehåller sig nära ledningen, jämfört med djur som befinner sig längre bort?

1.3.3 Fosen

Vi har en lång tidsserie med GPS-data för renar på vinterbeten före, under och efter utbyggnad av stora vindkraftetableringar. Vi har också systematiserat information från renskötarna om deras erfarenheter av vindkraftverkens påverkan och eventuella anpassningar i renskötseln. Det fanns en intention under projektet att undersöka störningsmekanismer som buller, trafik och visuell exponering av vindturbiner i förhållande till renarnas beteende och habitatanvändning. En mer nyanserad förståelse för orsakssamband skulle då kunna utgöra en grund för att utvärdera vilka åtgärder som skulle kunna vidtas för att minska påverkan med hänsyn till renskötseln vid vindkraftutbyggnad. Det har visat sig att renflokkarna har hållit sig på så stort avstånd från vindkraftverken under perioden efter utbyggnaden, att vi inte har tillräckliga data för att kunna undersöka denna typ av mekanismer/orsakssamband. Ett undantag finns för kraftledningen som har byggts i anslutning till vindkraftverken, där renarna har varit i närområdena. Frågeställningarna har därmed anpassats efter möjligheterna i data:

1. Hur har renarnas habitatanvändning förändrats på lokal skala till följd av vindkraftetableringen och kraftledningen inom berörda vinterbeten? Detta innebär undersökningar av förändringar inom det enskilda hemområdet för renar. Motsvarande har också undersökts för kraftledningen som har byggts.
2. Hur har renarnas habitatanvändning förändrats på regional skala till följd av vindkraftetableringen? Detta har genomförts på två nivåer: a) undersökningar av förändringar i habitatanvändningen för populationen inom studieområdet, det vill säga inom berörda vinterbeten, och b) förändringar i användningen av berörda vinterbeten totalt sett, det vill säga hur stor andel av hela populationen i Nord-Fosen som har använt vinterbetena totalt sett före, under och efter utbyggnaden.
3. Har kraftledningen en barriäreffekt som kan medföra förändringar i rörelsemönstret för renar som korsar ledningen?

2. Metod

Det har hållits samarbetsmöten mellan forskningsgrupperna i projektet för att klargöra vilka metoder som ska användas i de olika studieområdena: Här ges en kortfattad genomgång av de olika metoderna som har använts. För specifik metodik för olika delprojekt hänvisar vi till de enskilda delprojekten. För övriga detaljer hänvisas till Bilaga 1.

2.1 Kvalitativ metod

En viktig del av projektet har varit att inhämta information om renskötselns erfarenheter från de tre renbetesdistrikten: Råkkonjårga, Ildgruben och Fosen. Sådan information har inhämtats under en lång tidsperiod samtidigt som ett GPS-märkningsprojekt har pågått i distrikten, även under flera år före starten av Vindvalprojektet 2018. Vi har genomfört semistrukturerade intervjuer med renskötseln (Huntington 1998). Ostrukturerad dialog har också varit en viktig källa till information. Respondenterna valdes utifrån deras erfarenhet, deltagande i aktiv renskötsel och position inom renbetesdistrikten. Mer specifikt har vår metod bestått av att skriftligt systematisera i tabeller och kartor hur renskötseln har upplevt påverkan av vindkraft och kraftledningar på renarnas habitat användning och rörelsemönster, och hur andra miljöförhållanden, som till exempel bete, och den praktiska renskötseln också har påverkat renarna. Skriftliga sammanfattningar av samtalen har skickats till renskötseln för kvalitetssäkring, och eventuella missförstånd och feltolkningar har korrigerats löpande. Detta är vanligt under ostrukturerade samtal via telefon (mest aktuellt för studien på Råkkonjårga).

Huvudtemat som diskuterades var hur vindturbinerna med tillhörande infrastruktur har påverkat renarnas habitat användning och renskötselns egen praxis. Dessutom lade vi stor vikt vid att få information om påverkan av säsongsmässiga aktiviteter, specifika användningsområden, rörelsemönster, hantering av renar, effekter av snö, väder, rovdjur och allmän, mänsklig störning på renarnas habitat användning. När GPS-data blev tillgängliga i projektet utarbetades kartor som visade renarnas habitat användning under begränsade perioder, och dessa presenterades för respondenterna så att trender i materialet kunde diskuteras mot bakgrund av deras erfarenheter. Det var särskilt viktigt att få information om aktiviteter som renskötarna hade genomfört för att minska negativ påverkan från ingreppen, till exempel om renfloccar drevs tillbaka till bra betesområden om de rörde sig ut från dessa som respons på störningar. Det var viktigt att skapa tillit och en öppen dialog mellan renskötarna och forskarna, så att båda parter kunde diskutera öppet om möjliga orsakssamband. Om en gemensam förståelse upprättades kring att trender i datamaterialet och renskötarens erfarenheter kunde stämma överens i vissa fall och gå isär i andra fall, kunde detta leda till ökad insikt i möjliga orsakssamband.

2.1.1 Rákkonjárga

I Rákkonjárga hade vi tre respondenter i början av projektperioden. Dessa var Frode Utsi, Magne Andersen och Stig Rune Smuk. Alla dessa var aktiva i den dagliga drivningsverksamheten. Efter hand gick vi över till två respondenter, då en person drog sig tillbaka från aktiv renskötsel. Vår löpande kommunikation, särskilt telefonsamtal, var för det mesta med ledaren i distriktet, Frode Utsi, som i sin tur hade ansvar för vidare kommunikation med resten av distriktet. Kommunikation via e-post från forskningsgruppen har oftast gått ut till alla tre renskötare.

Projektet har pågått under totalt nio år (två år före utbyggnad, ett år under och sex år efter). Tabell 2 ger en översikt över gemensam årlig kommunikation.

2.1.2 Ildgruben

Detta är ett mindre distrikt än Rákkonjárga, och det har två driftsenheter med ett tätt samarbete. Dessa leddes av Tom Lifjell och Stig Lifjell. Vår primära kontakt har varit ledaren i distriktet, Tom Lifjell, men det har också hållits enskilda möten då innehavaren av den andra driftsenheten har deltagit. Han har också bidragit med sin synpunkt indirekt genom ledaren i distriktet.

Projektet har pågått under totalt sju år (alla år efter utbyggnad, med undantag för information från renskötarnas egna erfarenheter från tiden före kraftledningsutbyggnaden). Tabell 2 ger en översikt över gemensam årlig kommunikation.

2.1.3 Fosen

I detta distrikt har projektet omfattat Nord-Fosen, som är geografiskt avskilt från Sør-Fosen, där drivning sker på beten på de norra delarna av Fosen-halvön. Det finns tre driftsenheter i denna sita. Våra kontaktpersoner i de tre driftsenheterna har framför allt varit Terje Haugen, Arne Holtan och Erling Holtan. Några gemensamma möten har hållits med alla innehavare av driftsenheter i distriktet, men Arne Holtan har varit primärkontakten under projektperioden. Primärkontakten ändrades från Arne Holtan till Elise Holtan de två sista åren av projektet på grund av pensionering.

Projektet har pågått under totalt elva år (sju år före, två-tre år under och ett-två år efter). Tabell 2 ger en översikt över gemensam årlig kommunikation.

Tabell 2. Kommunikation med renbetesdistrikten Rákkonjárga, Fosen och Ildgruben.

Kommunikation	Genomsnitt/år	Ändamål
Personliga möten med renskötare	2–3	Informationsutbyte på fältet, vid gårdet och över kartor. Lära känna renskötelsen i distriktet, inklusive produktion, drivnings- och vandringsmönster och naturlig habitat-användning. Skapa ömsesidig tillit och förstå varandras synpunkter. Drift och underhåll av GPS-sändare.
Informationsutbyte via e-post, inkl. med bilaga, med renskötare	2–4	Kvalitetssäkra tolkningen av informationsutbytet som skett under olika möten och samtal. Utsändning av preliminära resultat av GPS-analyser för vidare diskussion.
Telefonsamtal med renskötare	7–10	Planera fältarbete, diskutera preliminära resultat, kvalitetssäkra tolkning av information och vidare diskussion av erfarenheter

Kommunikation	Genomsnitt/år	Ändamål
Årliga rapporter (inte inkluderat utkast) till uppdragsgivare och renskötare	0–1	<p>Presentera framstegen i projektet, inklusive enskilda preliminära resultat. Status på projekten har rapporterats till Vindval under projektperioden. Dessutom har en rapportering till tidigare finansiärer gjorts:</p> <p>Råkkonjårga: Årlig rapportering till Varanger kraft och/eller Landbruksdepartementet (med kopia till rensköterna).</p> <p>Ildgruben: Periodvis rapportering till NVE och statsförvaltaren i tre olika delprojekt.</p> <p>Fosen: Periodvis rapportering till VindRein, Statkraft/Statnett och NVE.</p>
Presentationer på konferenser och hos förvaltningsmyndigheter (renskötarna har fått kopia på alla presentationer och möjlighet att kommentera dessa)	0–1	<p>Råkkonjårga: Posterpresentation av resultat på ”14th Arctic Ungulate Conference” 2015, i Norge. Muntlig presentation av resultat på ”Conference on Wind energy and Wildlife impacts” 2017, i Portugal. Muntlig presentation på ”15th International Arctic Ungulate Conference” 2019 i Sverige, samt muntlig presentation av slutresultaten på Norges Vassdrags- og energidirektorat (NVE) 2020.</p> <p>Fosen och Råkkonjårga: Muntlig presentation av resultat på ”18th North American Caribou Workshop” 2021, i Kanada (via zoom).</p> <p>Ildgruben: Posterpresentation av resultat på ”Nordic Conference on Reindeer Husbandry Research” i Jukkasjärvi (Kiruna), Sverige, den 29–31 maj 2017.</p>
Publikationer i internationella vetenskapliga tidskrifter	0–1	<p>Presentera resultat i en vetenskaplig miljö. Viktigt för att kvalitetssäkra resultaten och tolkningen av dessa.</p> <p>Råkkonjårga: Vi har skickat in en artikel till en vetenskaplig tidskrift: Effects of wind power development on reindeer: GPS-monitoring and herders’ experience</p> <p>Ildgruben: Vi har nyligen publicerat en artikel om total påverkan i Eftestøl m.fl. 2021. Cumulative effects of infrastructure and human disturbance: a case study with reindeer. Landscape Ecology. Cumulative effects of infrastructure and human disturbance: a case study with reindeer SpringerLink</p> <p>Fosen: Inga artiklar har skickats in ännu.</p>

2.2 Kvantitativ metod

Datamaterialet har samma egenskaper i alla tre studieområdena, det vill säga positionsdata från GPS-märkta renar. Dessutom är geografiska data för andra faktorer tillgängliga i öppna databaser. Datamaterialet har bearbetats i Excel och ArcGis, och analyser har utförts i programmet R. Här i huvudrapporten försöker vi att beskriva metoderna så att de blir begripliga för läsare utanför forskningsmiljön. Se Bilaga 1 för mer ingående och detaljerad metodbeskrivning.

2.2.1 GPS-data

GPS-data har samlats in genom att nya GPS-halsband har monterats på renar, eller att batteri har bytts i befintliga halsband, när renarna har samlats i gärdet. Detta har i regel skett på senhösten eller under midvintern. Alla djur har varit vajor (se betydelsen av detta som diskuteras i kapitel 6).

Tabell 3 ger en översikt över antalet sändare, och datainsamling per studieområde. Innan analyser och resultatpresentationer har kunnat utföras har GPS-data bearbetats genom borttagning av positionsdata från gärdesanläggningen eller data under drivning till/från samling (2 dygn för Råkkonjårga och Fosen, och 1 dygn för Ildgruben före/efter djuren har varit i en gärdesanläggning). Uppsättningarna med data har också gått igenom och eventuella extremvärden som uppenbarligen berott på tekniskt fel eller att en GPS-sändare inte har varit monterad på frigående renar har tagits bort.

Tabell 3. Översikt över antalet GPS-sändare som varit i drift varje år och säsong i studieområdena. Roan vindkraftverk berör vinterbetena i Fosen. Därför är det vintersäsongen som har presenterats nedan.

Råkkonjårga renbetesdistrikt				
År	Ingrepp	Fas	GPS-märkta renar	Positionsintervall
2011	-	Före byggfasen	33	180 min
2012	-	Före byggfasen	35	
2013	Råikkočearru vindpark	Byggfas	35	
2014	Råikkočearru vindpark	Byggfas	23	
2015	Råikkočearru vindpark	Driftsfas	33	
2016	Råikkočearru vindpark	Driftsfas	32	
2017	Råikkočearru vindpark	Driftsfas	27	
2018	Råikkočearru vindpark	Driftsfas	23	
2019	Råikkočearru vindpark	Driftsfas	20	
Ildgruben renbetesdistrikt				
2011	420 kV-ledning	Driftsfas	21	120 min
2012	420 kV-ledning	Driftsfas	18	
2013	420 kV-ledning	Driftsfas	23	
2014	420 kV-ledning	Driftsfas	21	
2015	420 kV-ledning	Driftsfas	24	
2016	420 kV-ledning	Driftsfas	26	
2017	420 kV-ledning	Driftsfas	22	
2018	420 kV-ledning	Driftsfas	21	
2019	420 kV-ledning	Driftsfas	18	
2020	420 kV-ledning	Driftsfas	10	
Fosen renbetesdistrikt				
2008/2009	-	Före byggfasen	23	180 min
2009/2010	-	Före byggfasen	24	
2010/2011	-	Före byggfasen	20	
2011/2012	-	Före byggfasen	32	
2012/2013	-	Före byggfasen	38	
2013/2014	-	Före byggfasen	31	
2014/2015	-	Före byggfasen	35	
2015/2016	-	Före byggfasen	29	
2016/2017	Roan vindpark	Byggfas	28	
2017/2018	Roan vindpark	Byggfas	25	
2018/2019	Roan vindpark	Driftsfas	28	1
2019/2020	Roan vindpark	Driftsfas	22	

¹ För ordningens skull vill vi nämna att det pågick en del byggarbete längs 420 kV-ledningen fram till augusti 2019. Hela det berörda vinterbetesområdet var därför inte nödvändigtvis ”byggfritt” under vindkraftparkens första driftår.

DATA FÖR OLIKA MILJÖFAKTORER

Miljöfaktorer kan vara konstanta (till exempel höjden över havet vid en given position), eller variera med tiden (till exempel snöförhållandet vid en given position). I ArcGis har vi bearbetat sådana geografiska data för analys. Denna typ av data kan förklara variationen i renarnas habitatanvändning, och i Tabell 4 ger vi en översikt över data som ingår i analyserna.

Tabell 4. Översikt över geografiska data som ingår i analyser av habitatanvändning i studieområdena.

Studieområde	Data	Databas	Upplösning	Betydelse
Råkkonjårga Fosen	Vegetationstyp	NORUT/Landsat TM/ETM+	30 × 30 m	Betesvärde
Råkkonjårga Ildgruben Fosen	Höjd	Norge Digitalt	25 × 25 m	Betesförhållande
Råkkonjårga Fosen	Terränglutning	Norge Digitalt	25 × 25 m	Tillgänglighet
Råkkonjårga	NDVI	MODIS HDF	250 × 250 m	Snösmältning och groning
Råkkonjårga ¹ Ildgruben Fosen	Avstånd till vindkraftverk/vindkraftparksvägarna och/eller kraftledning	Norge Digitalt och shape-filer från vindkraftföretaget	Ej angivet	Störningsgrad
Fosen (Roan)	Fritidshus, stigar, byggnader vid offentliga vägar, byggnader vid privata vägar	Kartverket.no	Ej angivet	Störningsgrad
Råkkonjårga	Vindturbiners synlighet	Norge Digitalt och shape-filer från vindkraftföretaget	25 × 25 m	Störningsgrad

¹ För Råkkonjårga har inte övrig infrastruktur inkluderats då dessa är placerade i studieområdets ytterkant. Det finns inte heller någon anledning att tro att användningen av dessa har förändrats mellan för-, under- och efterperioden.

KARTA ÖVER HABITATANVÄNDNING

GPS-data för renarna i de olika studieområdena presenteras genom en karta över habitatanvändning. Principen för dessa kartor är att användningen av olika områden har graderats med olika färger. Det finns två aktuella metoder för att producera sådana kartor, antingen genom *Kernel density* (Seaman och Powell, 1996), eller genom *Brownian Bridge movement model* (Horne m.fl. 2007). Se Bilaga 1 för mer detaljerad metodbeskrivning. Kartorna ger en bra bild av hur renarna ändrar sin habitatanvändning över tid, och vi har därför inkluderat sådana kartor per år och/eller säsong för alla studieområden. Genom att utvärdera dessa kartor tillsammans med analysresultat och information som har lämnats från renskötare om renarnas användning av områdena, kommer vi totalt sett att få en bra grund till att förstå möjlig påverkan från vindkraftverk och kraftledningar.

ANALYS

En huvudprincip vid analyser av effekter av vindkraftverk och kraftledningar i de olika delområdena är att en BA-design används (Before-After, Bartzke m.fl. 2014, Flydal m.fl. 2019, Smokorowski and Randall 2017). Detta innebär att renarnas habitatanvändning före utbyggnaden (**B**efore), jämförs med habitatanvändningen efter utbyggnaden (**A**fter). Habitatanvändning i områden som inte berörs av utbygg-

nad utgör en referensnivå. På så sätt kan påverkan från utbyggnaden upptäckas. Vi kunde använda detta tillvägagångssätt i Råkkonjårga och Fosen, där vindkraftverk byggdes ut inom vår tidsserie med data för renarnas habitat användning. I Ildgruben har kraftledningen som vi studerade funnits där under hela studieperioden, vilket innebär att vi inte kunde jämföra före och efter utbyggnad. Det är ändå möjligt att undersöka lokal påverkan av kraftledningen i detta område genom att till exempel testa om renarna ändrar sitt vandringsmönster eller sin habitat användning i områden nära ledningen, jämfört med motsvarande områden med längre avstånd. I alla studieområden kommer en lång tidsserie med data över renarnas habitat användning säkerställa att vi tar hänsyn till naturliga växlingar i habitat användningen från år till år. Årlig variation inkluderas då som en del av analyserna.

BETESUNDVIKANDE

En etablerad hypotes inom viltforskningen är att djur kan undvika områden där de upplever hot och störningar. Detta kan förstås som att djuren ”navigerar” i ett rädslans landskap (Bleicher 2017), och vi vill då testa om renarna ”navigerar” bort från vindkraftverk och kraftledningar. Med undantag för Ildgruben testas vi detta på två olika rumsliga skalor (se mer detaljer under varje studieområde):

1. På *lokal skala* (individual home range; Johnson 1980) definieras tillgängligt område som det individuella hemområdet för varje ren. För Råkkonjårga har detta hemområde uträknats med hjälp av BBMM-analyser. På lokal skala för Fosen har emellertid datauppsättningens komplexitet³ lett till att vi inte har använt BBMM-analyser. I stället har vi valt att använda så kallade *Step selection functions* (SSF) (Thurfjell m.fl. 2014, Viejou m.fl. 2018). Kortfattat betyder detta att 10 tillfälliga punkter genererades runt varje GPS-punkt. Radien som dessa punkter placerades inom var beroende av den enskilda GPS-renens genomsnittshastighet. Definitionen på tillgängligt område på lokal skala för Fosen är alltså något annat än det individuella hemområdet som användes i Råkkonjårga. För båda områdena kommer emellertid tillgängliga områden att variera från ren till ren och år till år, vilket innebär att den naturliga variationen mellan åren kommer att beaktas på ett bättre sätt jämfört med den regionala skalan (men faktiska effekter kan också underskattas om djuren håller sig borta helt från en störning).
2. På *regional skala* (landscape home range; Johnson 1980) definieras hela studieområdet som tillgängligt område för renarna. Studieområdet är oftast då hela det aktuella säsongsbetet, eventuellt hela det område som djuren fysiskt sett har tillgång till. Tillgängliga områden är därmed samma för alla djur alla år, något som *inte* tar hänsyn till årlig variation på samma sätt, men som å andra sidan inte helt underskattar eventuella effekter⁴.

I analyserna som har gjorts i programmet R jämförs en fiktiv uppsättning med data med slumpmässiga positionsdata för renarnas habitat användning inom det tillgängliga området, med den faktiska uppsättningen med data som består av positionsdata

³ Djur går fram och tillbaka mellan studieområdet och resten av renbetesdistriktet, vilket gjorde att antalet GPS-punkter för enskilda djur i studieområdet vissa gånger var mycket begränsat. Därför blev det svårt att generera individuella hemområden

⁴ I Fosen har vi, som vi nämnt i kapitel 1.3, även tittat på hur stor andel av hela flocken som har varit i studieområdet som helhet.

för de GPS-märkta renarna. Definitionen på det tillgängliga området beskrivs ovan. Vi använde så kallade *Resource selection functions (RSF)* (Manly m.fl. 2002) med logistisk regression och GLMM (generalized linear mixed model) (Bates m.fl. 2014) för att undersöka om renarna väljer områden som har vissa resurser framför andra områden. Till exempel kan man se att det är större sannolikhet att renarna använder områden med vissa vegetationstyper, och mindre sannolikhet att renarna använder områden nära infrastruktur.

Förutom att analysera effekten av ingreppen på både regional och lokal skala har vi även gjort en analys där vi undersöker effekten av visuell exponering, det vill säga om vindturbinerna är inom synhåll för renarna i olika terräng.

För Ildgruben har vi bara data från driftsfasen, och vi har endast analyserat datan för tre fjällryggar i närområdet till en 420 kV-kraftledning som går över dessa tre. I detta fall är närområdet definierat till områden inom 4 km från den aktuella kraftledningen. Området är begränsat eftersom data från tiden före utbyggnad krävs för att effekter på regional skala ska kunna analyseras (Flydal m.fl. 2019). Eftersom flera studier de senaste åren inte har hittat någon negativ påverkan av kraftledningar i större skala (se till exempel Eftestøl m.fl. 2016, Plante m.fl. 2018), bedömer vi också att det viktigaste är att undersöka användningen i närområdena till ingreppet för denna typ av ingrepp. I detta område har vi definierat hela närområdet, det vill säga närområdet till kraftledningen för den enskilda fjällryggen, som tillgängligt. Vi sammanfattar de analyserna som har utförts i studieområdet, inkluderat vilka säsonger som har undersökts.

Tabell 5. Analyser av möjligt undvikande i de olika studieområdena.

Studieområde	Test av effekt	Skala	Analys per säsong
Råkkonjårga	Avstånd till Råkkočearru vindkraftverk	Lokal skala Regional skala	Vår Sommar Höst
Råkkonjårga	Vindturbiners synlighet	Regional skala	Vår Sommar Höst
Fosen	Avstånd till Roan vindkraftverk, och till 420 kV-ledning	Lokal skala Regional skala	Tidig vinter Sen vinter + flera säsonger för ledningen
Ildgruben	Avstånd till 420 kV-ledning	Närområdet till ingreppet, dvs. områden som ligger 0–4 km bort	Vinterhalvåret Sommarhalvåret

BARRIÄREFFEKT

Om en typ av infrastruktur utgör ett hinder, antingen rent fysiskt eller genom att infrastrukturen leder till beteendeförändringar för renarnas betes- eller vandringsmönster, kan den utgöra en barriär (Colman m.fl. 2013, Beyer m.fl. 2016). Detta kan betyda att renarna stannar och vänder, eller att de ändrar förflyttningshastighet när de korsar barriären. Vi har undersökt barriäreffekter genom att fastslå följande:

- När renarna rör sig mot en kraftledning kommer hastigheten mot denna att avta ju närmare ledningen djuren befinner sig.
- När renarna har passerat kraftledningen kommer hastigheten att gå tillbaka till där den var innan hastigheten började att avta inför passagen.

För att testa denna förutsägelse har GPS-data bearbetats genom beräkning av hur avståndet till barriären ändras från en GPS-position till nästa. Vi får då en uppsättning med data som består av avstånd till barriären (x) för alla renens GPS-positioner, och hur mycket avstånden till barriären har ändrat sig vid nästa position (y). För att undersöka barriäreffekten har vi gjort regressionsanalyser på detta datamaterial. Vi undersöker med andra ord om renen ändrar sitt rörelsemönster i närområdet till barriären. Denna typ av analyser har gjorts i Ildgruben, där vi hade ett dataunderlag som var tillräckligt stort. För ledningen i Fosen hade vi inte ett tillräckligt stort datamaterial på grund av för kort period efter utbyggnad. Därför genomfördes endast GAM-modellering för att undersöka minskad eller ökad sannolikhet för användning upp mot ledningen på lokal skala. GAM-modelleringen gjordes på en kontinuerlig skala som inkluderade båda sidorna av ledningen, det vill säga 4 km bort på ”uppåt-sidan” till 4 km på ”nedsidan”⁵.

För Råkkonjårga har vi endast tittat på andelen av flocken som passerar på norra sidan av vindparken på våren och hösten, utan att utvärdera hur rörelsehastigheten stämmer överens med avståndet till vindparken/tillfartsvägen. Detta på grund av en begränsad datamängd i omedelbar närhet till infrastrukturen.

2.3 Datamaterial som inte presenteras ytterligare i rapporten

2.3.1 Registrering av mänsklig aktivitet

Vår avsikt i detta projekt har varit att undersöka renarnas direkta responser på störningar. Vi har därför loggat all trafik för driftspersonal i Roan vindkraftpark (Fosen) genom GPS-övervakning av fordon, och videoövervakning med regelbundna mellanrum av plogkanter vid vägarbetet. GPS-märkta renar i Fosen har också varit utrustade med aktivitetssensorer på GPS-halsbanden, som har registrerat mer frekventa positioner (var 15:e minut), inom ett geostaket i vindkraftparkens närområde. Alla GPS-märkta renar, med undantag för en–två individer under en kort period, har emellertid befunnit sig i betesområden på långt avstånd till vindkraftverken under hela driftsperioden. Vi har därför inte ett datamaterial som gör det möjligt att analysera beteendemässig respons vid direkt exponering för störningar vid Roan vindkraftpark.

2.3.2 Viltkamera

Under projektet har vi också haft en intention att testa viltkameror med IR-sensor för att inhämta data för renarnas beteende nära infrastruktur. Eftersom renarna inte vandrade in vid Roan vindkraftpark prioriterade vi att placera ut sådana kameror längs den nya 420 kV-kraftledningen som ansluter vindkraftverken i Fosen till centralnätet, och vid en 420 kV-ledning som är en del av centralnätet och går genom vinterbetena i Ildgruben. Arbetet var metodmässigt intressant men har inte

⁵ Detta är endast avsett för extra analyser för att kunna bedöma reella orsakssamband för eventuella negativa resultat från undvikandeanalyserna som orsakats av barriäreffekter eller vanligt undvikande. På grund av detta har vi valt att hålla det enkelt och inte inkludera andra förväxlingsfaktorer (eng: confounding variables). Vi vill för ordningens skull nämna att detta skulle kunna bli annorlunda i publiceringar i vetenskapliga tidskrifter.

tillfört någon ny kunskap om vindkraftverkens påverkan. Vi har därför valt att inte presentera resultaten i denna rapport. Arbetet har publicerats i form av en master-uppsats på NMBU som färdigställdes under våren 2021 (Hart 2021).

2.3.3 GPS-data med hög intensitet

I kapitel 2.3.1 framkommer att vi hade planerat att studera direkta interaktioner mellan dagligt underhåll och verksamhet vid vindkraftverken och djurens reaktioner på detta. Förutom kartläggning av den mänskliga aktiviteten hade vi också förberett för intensiv registrering av renarnas positioner. Vi hade därför upp mot 30 GPS-sändare med registrering med hög intensitet av GPS-positionerna, nämligen att renarnas positioner skulle registreras var 15:e minut. Eftersom det inte fanns några renar i vindkraftområdet inkluderades dessvärre inte dessa data i analysarbetet (vi använde endast intervaller på tre timmar från dessa GPS-sändare så det var samma som för resten av datauppsättningen).

3. Rákkočearru vindkraftpark

3.1 Områdesbeskrivning

3.1.1 Vindkraften

Rákkočearru vindkraftpark ligger i Rákkonjárga renbetesdistrikt och består av 15 turbiner på 3,0 MW med en rotordiameter på 100 m. Vindkraftsanläggningen uppfördes 2013–2014. Under 2014 etablerades infrastruktur i form av vägar, fundament, etc. Turbinerna fraktades sedan in i parken och uppfördes sommaren 2014. Parken har varit i drift sedan hösten 2014. Den är lokaliserad 400–450 meter över havet på Rákkočearru-platån, cirka 10 km söder om Berlevåg i ett område som domineras av blockterräng. Parken täcker ett område på cirka 10 km². Vindkraftparken är ansluten till fylkesväg 890 med en cirka 9 km lång tillfartsväg från Styrdalen. Vägen passerar områden med vegetation och renbeten innan den går in i blockterräng uppe på platån. Vägen är stängd med vägbom för att förhindra allmän trafik.

3.1.2 Renskötseln

Rákkonjárga renbetesdistrikt ligger i Øst-Finnmark renbetesområde. Barmarksbetet ligger på Varangerhalvön, medan vinterbetesområdet ligger längre söderut, nära gränsen till Finland och på västsidan av Tana. Totalt är renbetesdistriktets område på 2 538 km². Driftsdata för distriktet presenteras i Tabell 6. Djuren är i hög grad frigående i studieområdet från och med Kongsfjorden, centralt i den östra delen av studieområdet, tills distriktet flyttar tillbaka dem mot beten för senhösten, vanligtvis i november. Det finns tre undantag: a) under samling och drivning i samband med märkning/slakt i gärdesanläggningen i den södra änden av studieområdet. Detta inträffar två gånger per barmarkssäsong, både före och efter brunsten. Hela flocken samlas vid båda tillfällena, b) efterhand som flockarna har varit i gärdesanläggningen före brunsten släpps de ut på södra sidan av studieområdet. Och därefter, när alla djur har varit i gärdesanläggningen, drivs de till den norra änden av studieområdet före brunsten. Och c) sporadiskt om flockar vandrar ut från områdena, eller om särskilda betesförhållanden gör att djuren måste drivas/flyttas på ett annat sätt.

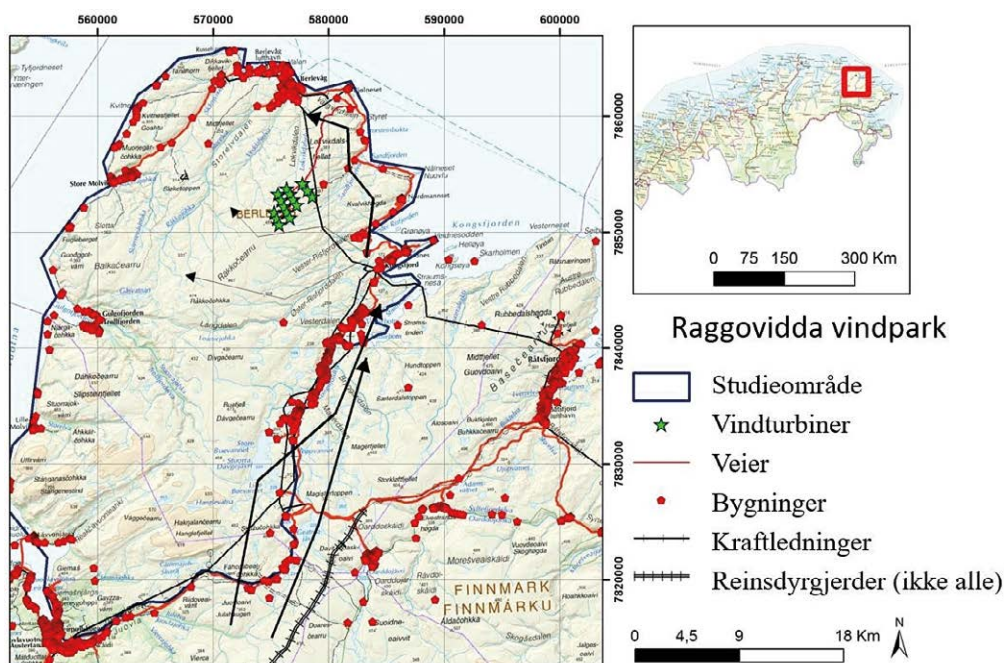
Tabell 6. Driftsdata för Rákkonjárga renbetesdistrikt (Reindriftsförvaltningen 2020).

År	2010/ 2011	2011/ 2012	2012/ 2013	2013/ 2014	2014/ 2015	2015/ 2016	2016/ 2017	2017/ 2018	2018/ 2019	2019/ 2020
Renantal den 31 mars	3 974	3 829	3 755	3 707	3 930	3 717	3 855	3 743	3 686	3 812
Slaktvikter vaja > 2 år	32,5	33,0	32,4	34,2	35,6	36,3	35,8	37,3	34,9	36,1
Slaktvikter kalv	22,2	22,1	21,1	22,0	20,7	23,3	23,7	2,02	21,7	22,3

En detaljerad genomgång i punktform av förflyttningsmönstret baserad på information från distriktet (F. Utsi, pers. medd.) ges i Bilaga 1.

3.1.3 Avgränsning av studieområdet

Avgränsningen av vårt studieområde och lokaliseringen av vindkraftparken i Råkkonjarga renbetesdistrikt framgår av Figur 1. Området omfattar områden norr och väster om fylkesväg 890 fram till Kongsdalen. Från Kongsdalen och vidare norrut inkluderar studieområdet båda sidorna om fylkesväg 890. Vi har avgränsat studieområdet på detta sätt för att såväl driften som djurens naturliga användning indikerar att detta är en naturlig indelning. Djuren kan inte vandra söderut från fylkesväg 890 på grund av rengården som följer norra sidan av vägen från Auster Tana och hela vägen fram till Stjernevatnet. Distriktet trycker dessutom ofta tillbaka djuren västerut om de korsar fylkesväg 890 och vandrar vidare österut. Detta görs bland annat för att förhindra sammanblandning med distrikt 6 som har beten i östra delarna av Varangerhalvön. Fylkesvägen i sig själv, särskilt i kombination med fritidshusområden och älven uppåt Kongsfjorddalen, fungerar också som en barriär för att korsa fylkesvägen. Områdena används från den tid då djuren kommer till barmarksbetena i april och fram tills de vandrar söderut mot höst- och vinterbetena i oktober–november (med undantag av en kort period efter kalvmärkningen i augusti/september).



Figur 1. Översiktskarta över studieområdet Råkkonjarga, Varangerhalvön, Finnmark, Norge. De tjockare svarta pilarna visar huvuddrivningen fram till Kongsfjorden på våren och den traditionella huvudvandringen vidare längs kusten. De smalare svarta pilarna visar mindre vandringar över Råkkonjarga-platån och Langfjorddalen.



Bild 2. Bild tagen söderut längs tillfartsvägen på Ráikkočearru-platån. Vindturbinerna ses i bakgrunden. På platån finns det praktiskt taget ingen vegetation. Bilden är tagen i södergående riktning.

RT-ANALYS UNDER KALVNINGEN

På grund av att djuren är i närområdet till Rákkonjárga under kalvningsperioden har vi gjort en egen analys för RT-värden (Barraquad och Benhamou 2008) under kalvningen. RT, eller residence time, betyder att man beräknar hur länge renarna befinner sig i ett avgränsat område som definierats genom en given radie (i vårt fall en radie på 200 meter). När RT plötsligt ökar, det vill säga att renarna blir stationära under en period, betyder detta att de kalvar. En RT-analys fastställer därmed ganska exakt på vilka platser kalvningen sker, och en sådan analys kan göras med hjälp av GPS-data. I Rákkonjárga har vi därmed kunnat undersöka om renarnas kalvningsområden har ändrats till följd av vindkraftutbyggnaden.

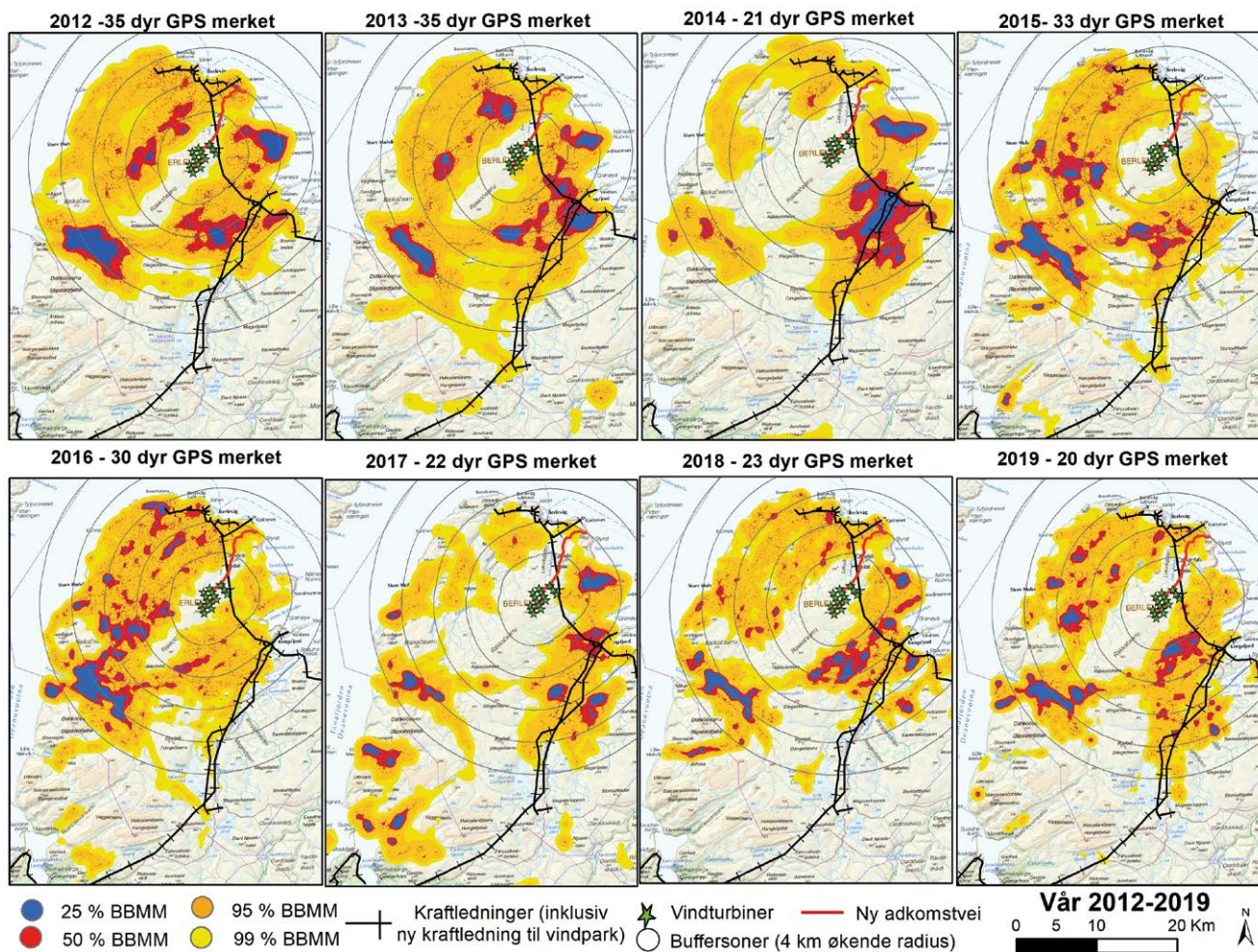
För byggvägen till vindkraftparken i Rákkonjárga hade vi en situation där eventuella barriäreffekter uppstod inom stora avstånd till vägar och vindkraftverk tillsammans. Metoden som användes var därför en beräkning av hur stor del av flocken som passerade detta område efter utbyggnad, jämfört med före utbyggnad.

3.2 Resultat

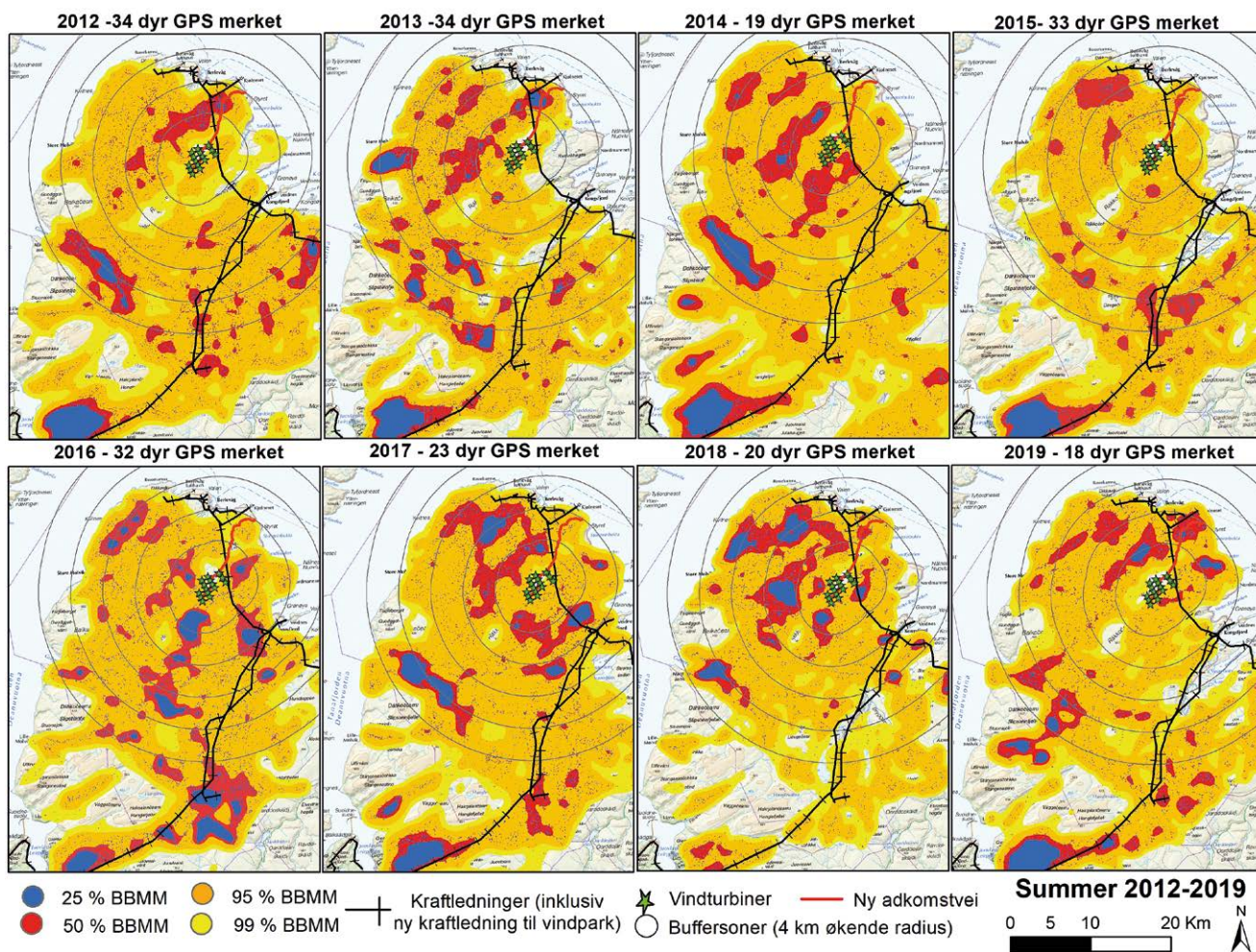
Resultaten i denna studie är, förutom den intervjubaserade informationen från renskötare, baserade på GPS-data för renar under den period som de är på vår-, sommar- och höstbeten på Varangerhalvön, det vill säga från slutet på april till början av november, och för åren 2011–2019. Separata analyser har gjorts för tre olika säsonger: Vår (15 april–24 juni), sommar (25 juni–30 augusti) och höst (1 september–30 oktober). Indelningen är baserad på renskötselns information om renarnas habitatanvändning i området, där skillnaden mellan sommar och höst definieras utifrån när renarna samlas i märkningsgärdet. Data från de dagar då renarnas habitatanvändning påverkas av uppsamling och drivning har exkluderats från analyserna.

3.2.1 Allmänt om habitatanvändning

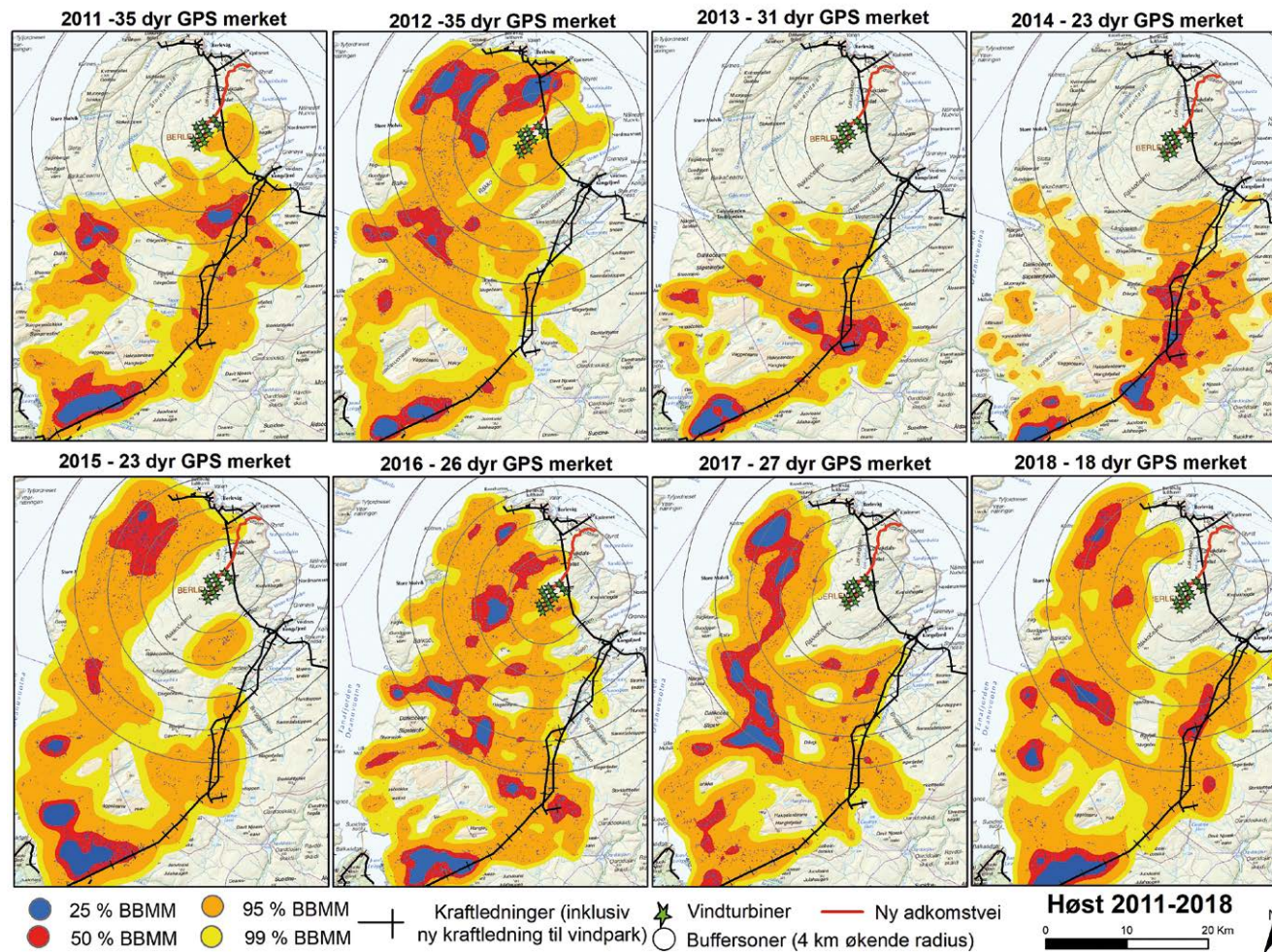
Renarnas årliga användning av studieområdet under vår, sommar och höst har visualiserats via BBMM (Brownian Bridge Movement Model, Horne m.fl. 2007) i Figur 2–4. Av figurerna framgår det att den årliga variationen i habitatanvändning är relativt stor, och att själva vindkraftsområdet nästan inte används av renarna förutom på sommaren, troligtvis på grund av den dominerande blockterrängen. Det finns emellertid intensivt använda områden på ungefär 2–3 km avstånd från vindkraftverket. Det är också värt att notera att områden används av renarna runt hela vindkraftsområdet, även på norra sidan. Majoriteten av betesområdena finns dock söder om parken.



Figur 2. Habitatanvändningen varje vår i den norra delen av distriktet. Blå områden (BBMM 25 %) är de mest intensivt använda områdena, medan de gula områdena (99 % BBMM) är de minst intensivt använda områdena. 2012–2013 = före byggfasen, 2014 = byggfasen, 2015–2019 = driftsperioden. Cirkeln på kartan markerar ökning av avstånd med 4 km från vindkraftverket.



Figur 3. Habitatanvändningen varje sommar i den norra delen av distriktet. Blå områden (BBMM 25 %) är de mest intensivt använda områdena, medan de gula områdena (99 % BBMM) är de minst intensivt använda områdena. 2012 = före byggfasen, 2013–2014 = byggfasen, 2015–2019 = driftsperioden. Cirklarna på kartan markerar ökning av avstånd med 4 km från vindkraftverket.



Figur 4. Habitatanvändningen varje höst i den norra delen av distriktet. Blå områden (BBMM 25 %) är de mest intensivt använda områdena, medan de gula områdena (99 % BBMM) är de minst intensivt använda områdena. 2011–2012 = före byggfasen, 2013–2014 = byggfasen, 2015–2019 = driftsperioden. Cirkelarna på kartan markerar ökning av avstånd med 4 km från vindkraftverket.

3.2.2 Renskötarnas erfarenheter

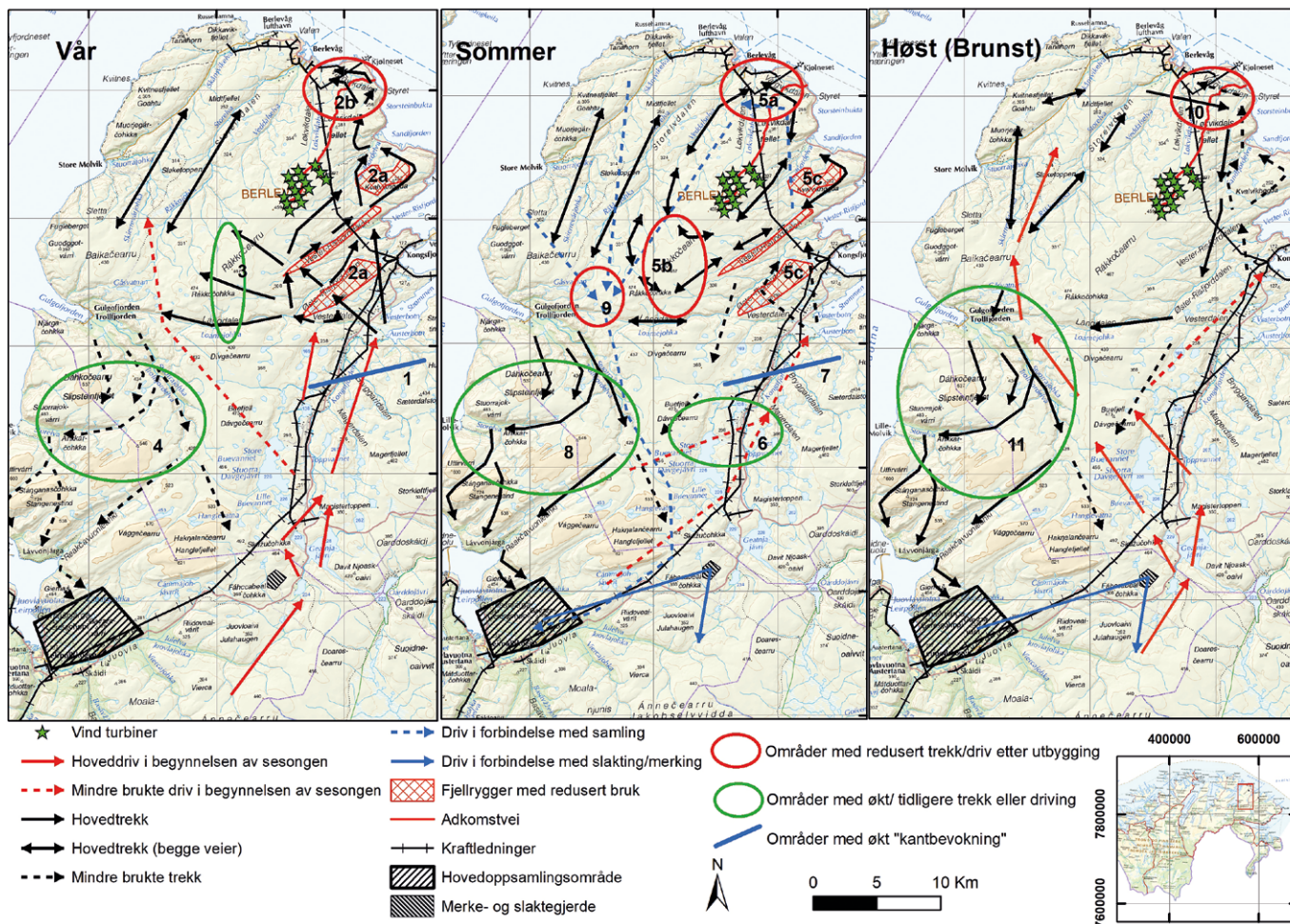
Det har varit en gradvis process under studieperioden där vi har genomfört en rad möten, samtal och e-postväxlingar med våra kontaktpersoner i Rákkonjárga renbetesdistrikt, och sedan systematiserat informationen. Mot slutet av projektet summerades renskötarnas erfarenheter i en punktlista med tillhörande illustrationer på en karta (Tabell 7, Figur 5). Av punktlistan framgår att renskötarna har upplevt att renarnas vandringsmönster (cirkelvandring) runt den norra delen av halvön har minskat. Renarna har generellt en tendens att röra sig bort från vindkraftparken över långa avstånd, vilket har medfört merarbete i form av drivning för att hålla renarna i bra betesområden i den norra delen.

Tabell 7. Sammanfattning av erfarenheter av hur Rákkockearru vindkraftpark har påverkat renskötseln. Huvudkälla till information var F. Utsi, ledare i Rákkonjárga renbetesdistrikt. Numreringen från 1 till 11 i tabellen refererar till Figur 5.

Nr.	Erfarenhet
1	Ökad drivning i utkanterna av Kongsfjorddalen för att hindra djur från att vandra söderut igen på våren
2	Minskad användning av ryggar där vindturbinerna är inom synhåll (2a) samt minskad vandring på norra sidan av vindkraftverket, från öst till väst (2b)
3	Ökad vandring på södra sidan av vindkraftparken, från öst till väst
4	Tidigare vandring tillbaka söderut från kalvningsområdena. Kan nu ske redan i slutet av vårsäsongen, medan det tidigare skedde först i juli.
5	Minskad cirkelvandring runt Rákkockearru-platån, båda vägar, både på norra sidan (5 a) och på södra sidan (5 b)
6	Ökad drivning norrut igen för att djuren kommer söderut tidigare än innan (både i slutet av vårsäsongen och tidig sommar)
7	Ökad drivning i utkanterna av Kongsfjorddalen för att hindra djur från att röra sig söderut efter att de har drivits söderifrån till Kongfjorden (se punkt 6 ovan)
8	Ökad vandring söderut tidigare än innan
9	Minskad uppsamlingsdrivning söderut i slutet av sommaren (i september i slutet av kalvmärkningsperioden)
10	Minskad vandring på norra sidan av vindkraftverket, från väst till öst
11	Tidigare och snabbare vandring söderut igen efter brunst



Bild 3. I övergången där "vegetationstäckningen" går över från relativt god vegetation till mer eller mindre kontinuerligt stenur. Bilden är tagen på över 300 meters höjd, det vill säga 5–6 km inåt längs tillfartsvägen. Bilden är tagen i nordlig riktning, det vill säga bort från vindkraftområdet.



Figur 5. Renskötselns tradisjonella vandrings- og drivningsmønster de ulike såsøngerna, samt hur renskötseln upplever att detta har påverkats av vindparken efter att den byggdes. Siffrorna (1–11) i kartan hänvisar till förklaringsar i Tabell 7.

3.2.3 GPS – Resultat

VINDKRAFTVERKENS PÅVERKAN PÅ HABITATANVÄNDNING PÅ OLIKA SKALOR

Habitatanvändning analyseras på två olika skalor. På lokal skala finns analyser där de säsongsbaserade hemområdena (*eng.* home range) för enskilda renar ses som tillgängligt område för varje enskilt djur, medan regional skala inkluderar hela studieområdet, där vindkraftverken ligger i den nordöstra delen, som tillgängligt område. Habitatanvändningen har analyserats med RSF-modeller (Resource Selection Function) där vi undersöker ändringen i avstånd till vindkraftverken före, under och efter utbyggnad. I RSF-modellen inkluderas också andra miljöfaktorer som kan påverka renarnas användning av området. Vi inkluderade emellertid inte andra ingrepp då dessa huvudsakligen ligger i ytterkanten av studieområdet (där det bland annat pågick drivning i utkanterna och/eller vanlig drivning). Det finns inte heller någon grund till att tro att det har förekommit någon skillnad i effekterna från dessa mellan de olika perioderna. I modellerna fann vi att vegetationstyp, höjd över havet (bortsett från våren på regional skala), terränglutning och väderstreck på lutningen kunde förklara renarnas habitatanvändning. För vårsäsongen förklarade också NDVI (ett index för vegetation som baseras på satellitbilder) hur renarna använde området. NDVI ger ett mått på gradvis snösmältning och groning av betesmark under våren.

På våren stämmer resultaten för regional skala överens med de för lokal skala, med minskad användning av områden närmast vindkraftverken under och efter utbyggnad. På sommaren stämmer inte trenden för regional skala (ökad användning) överens med lokal skala (minskad användning). På hösten har det upptäckts relativt starka minskningar i användning under och efter utbyggnad, med undantag för lokal skala efter utbyggnad där det inte finns någon tydlig tendens. På lokal skala är resultatet också positivt, men områdena mindre än 5–6 km bort ses inte som tillgängliga. Resultaten för höstperioden på lokal skala behandlar med andra ord endast områden som ligger längre bort än cirka 6 km från vindkraftverken. I Tabell 8 har vi systematiserat trenderna i resultaten per säsong och utifrån regional respektive lokal skala.

Tabell 8. Sammanfattning av effektstorlekar för lokal och regional skala, genom jämförelse av perioderna under och efter utbyggnad med perioden före utbyggnad av vindkraftsparken. Effekterna kan läsas utifrån graferna i Figur 6. En effekt som har angetts med "–" anger en negativ effekt, det vill säga undvikande från vindkraftverket, medan "+" anger en positiv effekt, det vill säga ökad användning av områden nära vindkraftverket. Se Bilaga 2 för detaljerad presentation av resultaten från de statistiska analyserna.

Effekt	Säsong	Skala	Period	Genomsnittlig ändring av avståndet till vindkraftverken ¹
–	Vår	Regional	Under vs. före utbyggnad	Minskad användning med cirka 25 % vid ett avstånd på ² 1–14 km
–			Efter vs. före utbyggnad	Minskad användning med cirka 25 % vid ett avstånd på ² 3–14 km
–		Lokal	Under vs. före utbyggnad	Minskad användning med cirka 10 % vid ett avstånd på ² 3–9 km
–			Efter vs. före utbyggnad	Minskad användning med cirka 10 % vid ett avstånd på ² 3–9 km
+	Sommar	Regional	Under vs. före utbyggnad	Ökad användning med cirka 10–15 % inom 22 km
+			Efter vs. före utbyggnad	Ökad användning med cirka 25 % inom 13 km
–		Lokal	Under vs. före utbyggnad	Minskad användning med 25 % inom 6 km

Effekt	Säsong	Skala	Period	Genomsnittlig ändring av avståndet till vindkraftverken ¹
-			Efter vs. före utbyggnad	Minskad användning med 25 % inom 6 km
-	Höst	Regional	Under vs. före utbyggnad	Minskad användning med 75 % inom 17 km
-			Efter vs. före utbyggnad	Minskad användning med 25 % inom 10 km
+		Lokal	Under vs. före utbyggnad	Ökad användning med 25 % inom ett avstånd på 16 km (men inga djur inom 6 km, så måste tolkas försiktigt)
0			Efter vs. före utbyggnad	Ingen skillnad i användning relaterat till avstånd till vindkraftverket

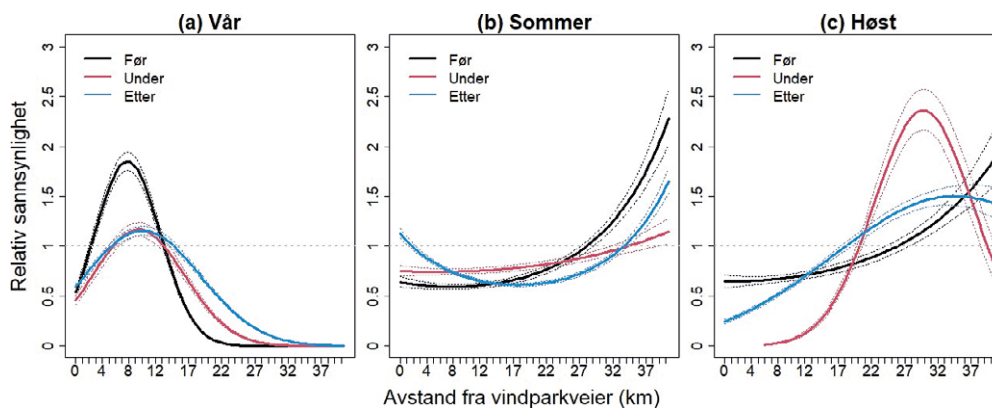
1) Procenttalen har utvärderats direkt från Figur 6 och är ungefärliga (det finns inga exakta matematiska beräkningar för uppskattningarna).

2) På våren har tyngdpunkten i habitat användningen förflyttats från 6–8 km till 9–10 km samtidigt som användningen för denna tyngdpunkt har minskat. Det är därmed inte så vanligt att effekterna är starkast närmast utbyggnaden och avtar med ökande avstånd. Detta är förmodligen för att vindkraftverken ligger i ytterkanten av kalvningsområdet.

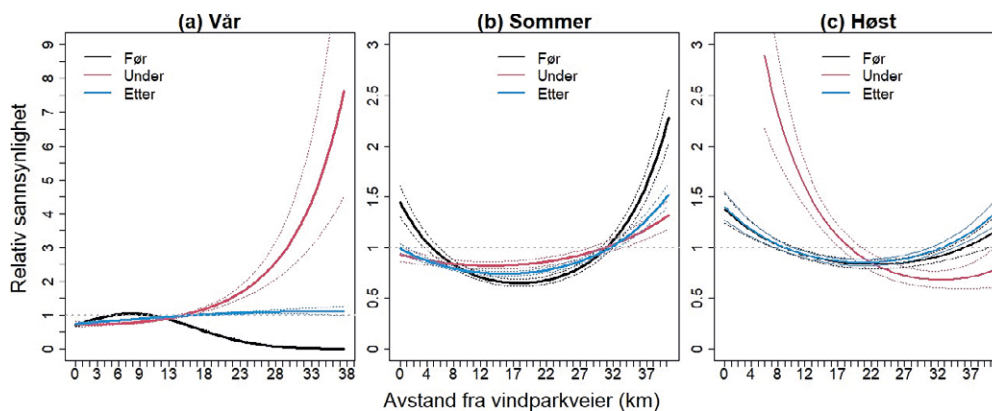
Se Bilaga 1 för detaljerad presentation av resultat för de statistiska analyserna.

I Figur 6 visualiseras hur mycket avstånden till vindkraftverken påverkar sannolikheten för renarnas användning av habitatet. Hänsyn är tagen till effekten av de andra miljöfaktorerna.

Regional skala



Lokal skala

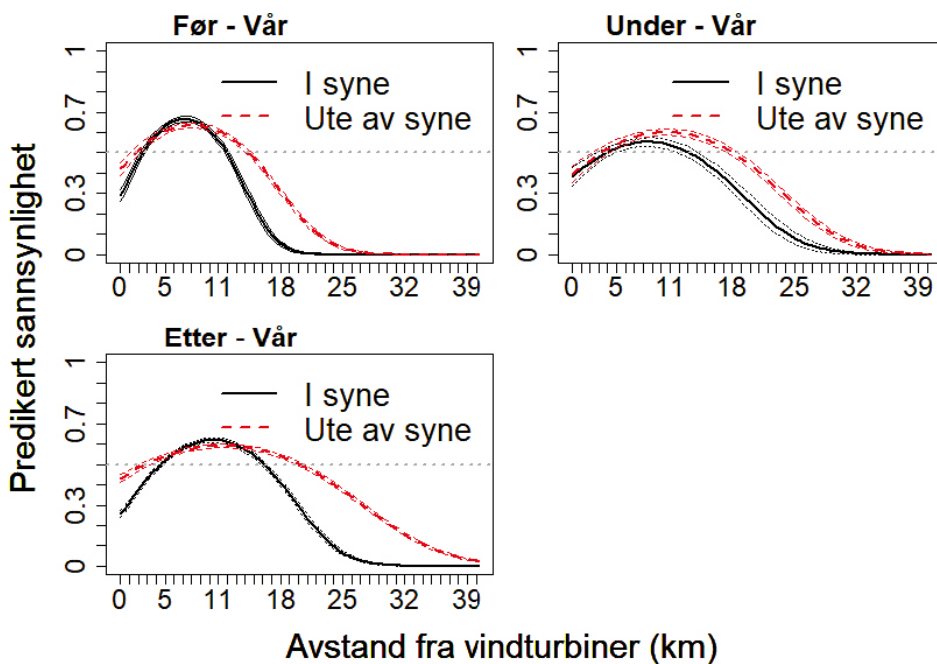


Figur 6. Relativ sannolikhet för användning ($\pm 95\%$ konfidensintervall) för renar på regional skala (överst) och lokal skala (nederst). Sannolikhet för användning visas beroende på avstånd till vindkraftverken före, under och efter utbyggnad. Se Bilaga 2 för presentation av de statistiska analyser som ligger till grund för figuren.

EFFEKTER AV VISUELL EXPONERING

Utifrån hypotesen att renarna kan bli störda av en roterande vindturbin i synfältet, har vi undersökt om djuren har ökat användningen av områden som är utom synhåll för turbinerna, eventuellt att de har minskat i mindre utsträckning än i områden inom synhåll under perioden efter utbyggnad jämfört med före utbyggnad. Vi förväntade oss att en sådan eventuell ökad användning kommer att avta med ökande avstånd till närmaste vindturbin, eftersom exponeringsgraden då kommer att minska.

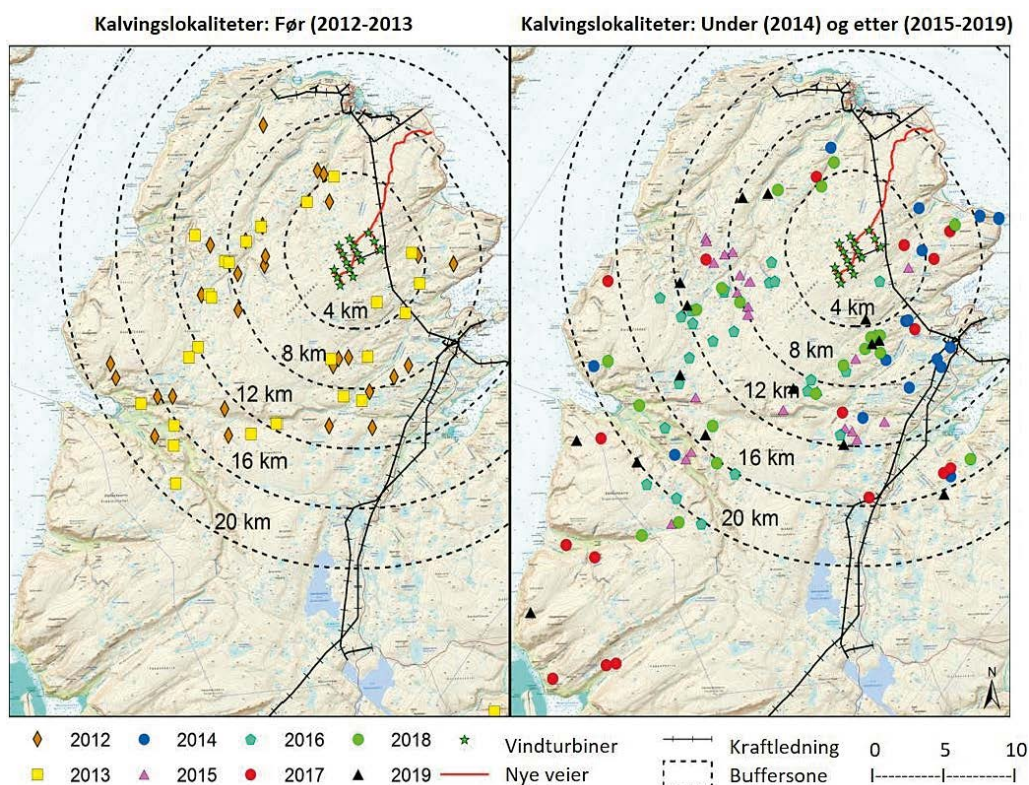
Analysen av visuell exponering har gjorts för vår, sommar och höst, och på regional skala. Andra miljöfaktorer har inte inkluderats i analyserna, då datamaterialet blir för litet vid inkludering av synlighet som extra faktor. Det har inte upptäckts någon tydlig effekt av synlighet för någon av säsongerna, men på våren fanns det eventuellt en tendens. Här ser vi att minskningen i användning av områden under efterperioden relativt sett är något större i områden som är inom synhåll, jämfört med områden som är utom synhåll för vindkraftverken, i alla fall alldeles intill dem. (Figur 7). Förändringarna är emellertid mycket små och påverkas förmodligen av valet av kalvningsplats (se nästa avsnitt). Resultaten var de motsatta under de andra säsongerna. Det är därför inte möjligt att dra några slutsatser om effekter av synlighet för de olika säsongerna som helhet. Se Bilaga 1 för en fullständig presentation av alla resultat.



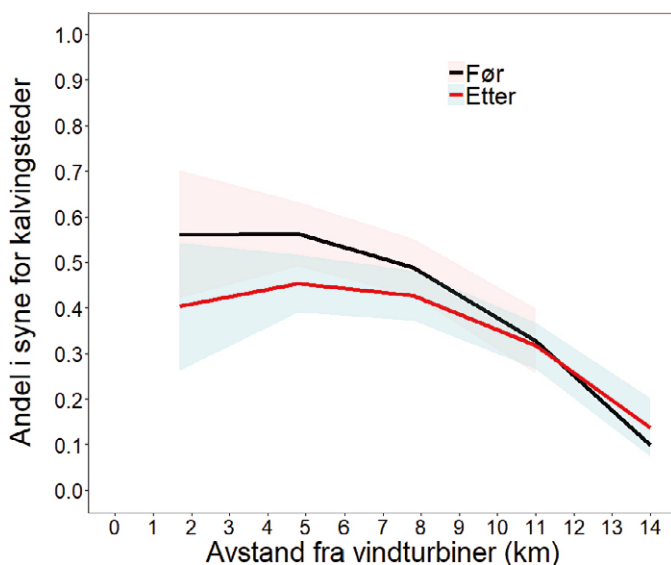
Figur 7. Användning av områden inom synhåll respektive utom synhåll för minst en vindturbin under våren, före, under och efter byggperioden. Om kurvan är över 0,5 är det fler djur här än förväntat av en slump.

Vi har sedan gjort en kompletterande analys av renarnas val av kalvningsplats genom en RT-analys, baserat på tendensen om något starkare minskning i områden inom synhåll för turbinerna på våren och det faktum att vi vet att renarna är särskilt sårbara under kalvningsperioden. Man kan med andra ord anta att vajorna söker sig till särskilt ostörda områden under perioden runt kalvning. Figur 8 visar hur totalt

178 kalvningsplatser är fördelade i landskapet före, under och efter utbyggnad, och Figur 9 visar andelen av kalvningsplatserna som är inom synhåll för vindturbinerna. Vi ser tendenser till att kalvning har skett längre bort från vindkraftsområdet efter utbyggnad, och att kalvningsplatserna i högre grad ligger i områden utom synhåll för turbinerna efter utbyggnad. I områdena 2–5 km från vindturbinerna har det varit en nedgång på cirka 30 % (från nästan 60 % till cirka 40 %) i användning av kalvningsplatser som är inom synhåll för vindturbiner. Det är emellertid ett relativt litet dataset och skillnaden är inte statistiskt signifikant (Figur 9). Tendensen på våren kan vara ett resultat av faktiska val som renarna gör under valet av kalvningsplats. Denna blir sedan något ”utspädd” av användningen före och efter kalvning när de letar mat i större utsträckning.



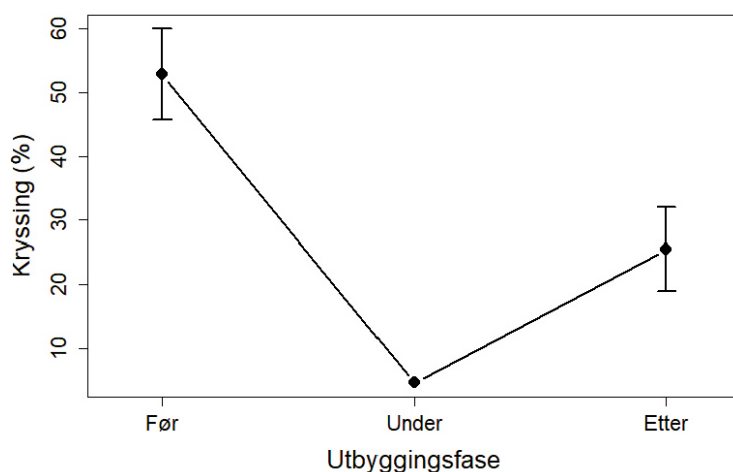
Figur 8. Fördelning av kalvningsplatser före, under och efter byggperioden. I figuren till höger ser vi att det är mycket få djur som kalvar väster om vindkraftverket under 2014, det vill säga under byggperioden.



Figur 9. Andelen kalvningsplatser inom synhåll för vindturbiner före och efter byggperioden (95 % konfidensintervall, "simple linear model"). Överlappande konfidensintervall visar att skillnaderna inte är signifikanta.

BARRIÄREFFEKTER

Även om vindkraftverken står i ett område som domineras av blockterräng går tillfartsvägen till vindkraftparken genom områden med vegetation, fina beten, och där renarnas vandringsmönster indikerar en passage över vägen. Figur 10 visar hur andelen av flocken som korsar från öst till väst har gått ner betydligt efter att vindkraftverken uppfördes, närmare bestämt från över 50 % till mindre än 30 %. Vi övervägde också att analysera renarnas rörelser i närområdet till tillfartsvägen mer i detalj, men de flesta djuren svänger västerut på relativt stort avstånd till vägen, så det finns inget datamaterial som gör det möjligt att analysera sådan lokal påverkan.



Figur 10. Procentandel av renar (95 % konfidensintervall) som korsar tillfartsvägen från öst till väst före, under och efter utbyggnaden av Ráikkočearru vindkraftpark. En signifikant nedgång i passeringar av vägen har upptäckts efter utbyggnad.

3.3 Diskussion

Totalt sett stöds hypotesen om att vindkraftverken har påverkat habitat användningen negativt (Strand m.fl. 2017). Utifrån BBMM-kartan över renarnas årliga habitat användning framgår emellertid att variationen är stor. Detta är en utmaning vid våra habitat användningsanalyser, men det beaktas till viss del genom att år inkluderas som en slumpmässig faktor. En svaghet i utformningen av studien är att vi har relativt kort tid (1–2 år) med data för renarnas habitat användning från tiden före utbyggnad medan det däremot finns en relativt lång period på 5 år efter utbyggnaden. Den korta perioden med data från tiden före utbyggnad betyder att slumpmässiga skillnader i habitat användningen under denna period kan ge stort utslag på effekten vi finner när vi jämför perioden före och efter utbyggnad (Flydal m.fl. 2019). Genom att stödja oss på information från renskötseln (Oskal m.fl. 2009) har vi emellertid fått bekräftat att negativa effekter av vindkraftverken på habitat användning kan vara reella, och inte är slumpmässiga utslag. Generellt visar habitat användningsanalyserna på negativa effekter både under vår och höst, vilket tyder på att vindkraftverken leder till betesundvikande över stora avstånd hos renarna. På sommaren är tendenserna mer oklara, med positiva effekter på regional skala. Djuren är med andra ord närmare vindkraftverket under driftsfasen jämfört med byggfasen, medan effekterna på lokal skala är negativa. Uppgifter från renskötseln kan tyda på att ökad resurs användning för drivning i utkanterna och vanlig drivning har motverkat eventuella negativa effekter på den största skalan. Detta stöds också av att effekterna på lokal skala är negativa. Enligt oss är det således mer sannolikt att drivning i utkanterna och vanlig drivning påverkar resultaten på regional skala jämfört med lokal skala. Se Tabell 9 för en utvärdering av renskötselns erfarenheter gentemot resultaten från GPS-analyserna. Effektstorlekarna är relativt stora enskilda säsonger, till exempel 75 % minskad användning inom 17 km på regional skala på hösten, och cirka 25 % minskad användning inom 13–14 km på regional skala på våren. Om detta översätts till indirekta betesförluster skulle det ha betydelse för bärformågan för det totala sommarbetesområdet (Pape och Löffler (2012).

GPS-analyserna tyder inte på att renarna föredrar områden som är utom synhåll för turbinerna, trots att renskötarna har meddelat att de upplever negativa visuella effekter. Ett undantag från detta är kalvningsperioden där vi har funnit en tendens till att renar väljer kalvningsplatser utom synhåll för turbinerna (att tendensen för val av kalvningsplats inte är signifikant kan bero på ett relativt litet dataset). Våra resultat tyder på att eventuella negativa effekter från turbinrörelse, i form av att renarna väljer habitater som är utom synhåll för turbinerna och därmed relativt sett får en betesförlust i områden som är inom synhåll samtidigt som det blir en ökad press på områden som är utom synhåll (Skarin m.fl. 2018), inte har någon väsentlig betydelse. Negativ effekt för kalvning kan ha hängt ihop med att djuren är särskilt sårbara under den perioden. Renskötseln hävdar att negativ påverkan är särskilt stark vid god sikt, men att till exempel dimma dämpar negativ påverkan. Renskötarna har vidare meddelat att det har varit mycket havsdimma under barmarkssäsongen, särskilt de senaste åren. Med ett bättre dataunderlag kunde vi ha testat om det finns ett sådant samband. Det är också av stor betydelse vid denna typ av utvärdering, hur långt bort från vindkraftverken djuren är när turbinerna är synliga. Eftersom vindkraftverksområdet i sig själv domineras av blockterräng och inte används mycket till betning, skulle renar inte utsättas för visuell exponering på nära håll (till exempel inom 0–3 km) särskilt ofta.

Renskötseln har påpekat att naturliga renvandringar på norra sidan av vindkraftparken, och även söder om denna, har minskat efter att etableringen uppfördes. Indirekt skapar detta mindre dynamik i nyttjandet av betesområdena och kan leda till mer användning av områden söderut och längre bort från parken. Vi är osäkra på om ändrat vandringsmönster eller undvikande är orsaken till minskad användning av beten på långt avstånd till vindkraftverken. Men detta är också två sidor av samma mynt, i den meningen att betning och vandring är sammankopplade (se till exempel Skarin m.fl. 2015). Om renarna har betat i ett område under en period kommer de naturligt att söka sig till nya områden med friskt bete genom att vandra längs traditionsbundna vandringsvägar eller områden. Om ett nytt ingrepp skapar barriärer i naturliga vandringsområden kan detta skapa indirekta minskade användningar av områden som ligger längre bort (Beyer m.fl. 2016). Det kan vara detta vi ser resultatet av för effekterna på regional skala med minskad användning på 10–17 km avstånd. Att det finns en form av barriäreffekt relaterad till området med tillfartsvägen norr om parken bekräftades också genom en separat undersökning av andelen korsande djur före, under och efter utbyggnad. Djuren måste korsa detta område för att röra sig till och från östkusten i den norra änden av studieområdet. Att vi inte har hittat negativa effekter på lokal skala på hösten stöds också av att det först och främst är ändringar av vandringsmönster som är orsaken till de negativa effekterna vi ser på den regionala skalan. Om det var själva vindkraftparken och undvikande av denna som var orsaken, borde man ha fått negativa effekter på båda skalorna. Det är oklart om det är vägen i sig själv som skapar barriären, eller om det kan vara de samlade ingreppen med tillfartsväg och vindkraftverk skapar en för ”trång” passage totalt sett mellan kusten och fjället på den här sidan av halvön.

Tabell 9. Sammanfattning av renskötselns erfarenheter och resultat av GPS-analyser.

Rensköttarnas erfarenheter	GPS-analyser	Utvärdering
Användningen av området nära vindkraftparken har minskat jämfört med tidigare	Analyser visar att djuren använder områden nära vindkraftparken i mindre omfattning både i samband med val av kalvningsplats och allmän habitatanvändning på våren och hösten, men inte på sommaren.	Orsaken till att djuren inte undviker områdena på sommaren är osäker. Det är möjligt att de generellt är mindre känsliga för mänskliga störningar då, både för att kalvarna är större och för att andra faktorer som insektsaktivitet spelar in. Detta är också en period då djuren möter människor på andra platser i terrängen och därför kan ”fly” mot vindkraftverken beroende på var de möter människor. Renskötseln har också använt fler resurser för att driva djuren norrut igen när de har börjat att vandra söderut tidigare efter kalvning än vad som har varit vanligt, traditionellt sett. Renskötselns åtgärder kan därmed ha uppvägt de negativa effekterna denna säsong.
Det är större negativa effekter på våren på östsidan av vindkraftverket jämfört med på västsidan	Analyser visar på större effekter på västsidan av vindkraftparken (Bilaga 1).	Orsaken till att resultaten inte stämmer överens kan vara på att renskötseln har satt in extra resurser på drivning i utkanterna på östsidan när de kommer till området. Därför blir negativa effekter motverkade av aktiv drift där, men inte på västsidan. Vi menar att detta är en trolig förklaring till att GPS-resultaten skiljer sig från intervju resultaten.
Djuren vandrar snabbare söderut igen, både efter kalvning, och på hösten före och efter brunsten	Analyser visar att användningen söderut har ökat både på våren och hösten.	Renskötselns erfarenheter stämmer bra överens med GPS-analyserna. Orsaksambanden är något osäkra, det vill säga ökad användning söderut kan både vara orsakat av betesundvikande och/eller ändrat vandringsmönster (se även punkten om vandring nedan).

Renskötarens erfarenheter	GPS-analyser	Utvärdering
Djuren har på våren visat stark minskning i vandrigen från öst till väst på norra sidan av vindkraftparken. Även under sommaren har vandrigen öst-väst/väst-öst, både söder och norr om vindkraftparken, minskat (cirkelvandringen).	Beräkning av andelen djur som korsar tillfartsvägen på norra sidan av vindkraftparken visar att denna har minskat på norra sidan av vindkraftparken, men den har inte undersökts specifikt på södra sidan än (den har ökat på södra sidan, men om den har ökat tillräckligt för att kompensera för minskningen på norra sidan är osäkert).	Renskötselns erfarenheter stämmer bra överens med GPS-analyserna, samt kartorna över habitatanvändningen. Under 2016 drevs djuren direkt till betena på västra sidan av vindkraftparken, och detta kan ha påverkat resultaten något. Förmodligen är det en kombination av vindkraftverken och tillfartsvägen som påverkar renarnas vandringsmönster. Detta gäller både på hösten och våren (se punkt om hösten nedan).
Djuren reagerar mer negativt i områden inom synhåll för vindkraftverk respektive utom synhåll. Dessa visuella effekter kan emellertid gå förlorade under dagar med lågt molntäcke och/eller havsdimma	För val av kalvningsplats stödjer analyserna renskötarens erfarenheter, men inte för habitatanvändning under resten av barmarks-säsongen, då de inte föredrar habitat som är utom synhåll för turbiner. Vi har inte undersökt effekter av lågt molntäcke/havsdimma.	Det är naturligt att djuren är som mest sårbara mot rörelse och visuella intryck under kalvningen. Därför är det också som förväntat att effekterna är mest tydliga här. Vi har inte haft tillgång till tillräckligt bra data för dimma och därför inte kunnat undersöka om detta har betydelse. Generellt ger resultaten för renarnas habitatanvändning, bortsett från kalvning, inte stöd till renskötselns erfarenhet.
Efter brunsten har djuren alltid kommit söderut av sig själva, men många djur har tidigare vandrat förbi på norra sidan av vindkraftparken och sedan vandrat söderut igen på östra sidan. Detta vandringsmönster har nu minskat.	BBMM-habitatanvändningskartorna visar att djuren vandrade förbi på norra sidan och söderut igen på båda sidor av vindkraftparken under förperioden 1–2 år. Detta har ännu inte skett under driftsperioden (5 år). Beräkningar visar också en nedgång i antalet korsningar av tillfartsvägen.	Djuren är mycket nära tillfartsvägen på hösten under driftsperioden. Det verkar som om tillfartsvägen, eventuellt i kombination med andra störningar på norra sidan av vindkraftparken, skapar en barriär.
Ökad arbetsbelastning, både i samband med drivning i utkanterna och vanlig drivning	Har bekräftats löpande under en rad samtal och inspektioner	Det finns ingen anledning att betvivla att distriktet har satt in fler resurser på daglig tillsyn och drift.

3.4 Vägen framåt

Under 2020 började Varangerkraft att bygga ut Rákkočearru vindkraftpark vidare söderut med 12 nya turbiner. Detta forskningsprojekt fortsätter därför i ytterligare fyra år. Under den perioden kommer vi bland annat att försöka inkludera väderdata för att undersöka visuella effekter mer i detalj. För stora områden får vi nu också mer ”före-data” i förhållande till detta material, då stora områden som var utom synhåll för de tidigare vindkraftverken nu blir inom synhåll. Vi har också under sommaren 2020 satt upp 14 viltkameror vid mindre övernattningsbeten som ligger rakt söderut från expansionsområdet. Data härifrån kommer att hämtas ner varje år under projektperioden. Djurdata från viltkamerorna kommer att komplettera våra GPS-data. Dessutom vill vi få full kontroll på vädret och därmed synlighet.

4. Fosen

Fosen renbetesdistrikt ligger på Fosen och är 4 339 km² stort. Distriktet är indelat i två driftgrupper, Nord-Fosen och Sør-Fosen, och det finns tre sitor (renskötselgrupper) i varje driftgrupp. Högsta renantalet för distriktet som helhet är 2100 djur i vinterflocken, det vill säga 1050 djur per driftgrupp. De faktiska renantalen för de senaste tio åren presenteras i Tabell 10. Båda driftgruppernas geografiska plats visas i Figur 11. Denna studie behandlar emellertid bara Nord-Fosen.

Tabell 10. Driftsdata för Fosen renbetesdistrikt (Reindriftsforvaltningen 2020).

År	2009/ 2010	2010/ 2011	2011/ 2012	2012/ 2013	2013/ 2014	2014/ 2015	2015/ 2016	2016/ 2017	2017/ 2018	2018/ 2019
Renantal den 31 mars	1785	1839	1946	1964	1974	1970	1863	1956	1933	1880
Slaktvikter vaja > 2 år	34,7	32,7	34,7	32,3	31,0	33,2	32,8	32,3	32,4	33,0
Slaktvikter kalv	20,0	18,7	19,5	18,7	18,2	19,3	18,9	19,7	18,3	18,8

4.1 Områdesbeskrivning

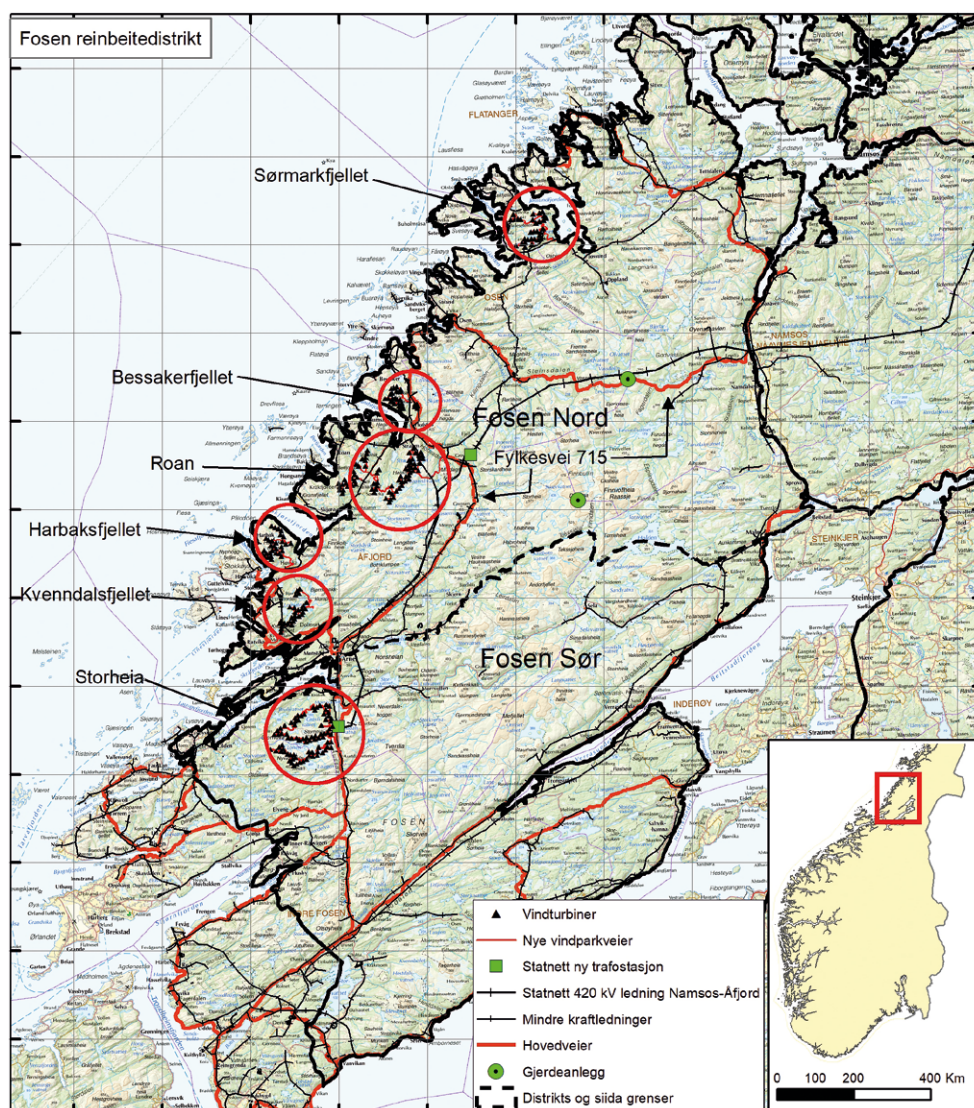
4.1.1 Vindkraften

Vår studie har genomförts i Fosen renbetesdistrikt i sitan Nord-Fosen. Renskötseln i detta område berörs av flera större vindkraftparker som tillsammans är en del av Europas största vindkraftbygge på land. I områdena för sitan Nord-Fosen finns det fem stora vindkraftparker som har byggts sedan 2007. Alla fem ligger nära kusten och berör först och främst vinterbeten. Dessutom har en stor vindkraftpark, Storheia, byggts i områdena för sitan Sør-Fosen (Figur 11). Storleken på de olika etableringarna presenteras i Tabell 11. I anknäytning till vindkraftparkerna har det också byggts en ny 420 kV-ledning som går på norra sidan av fylkesväg 715 fram till Vassdølheia, där den korsar fylkesvägen och går söderut till Statnetts nya transformatorstation vid Gammelseteren. Därefter går den vidare söderut på västsidan av fylkesväg 715 hela vägen till Åfjord (Figur 11).

Tabell 11. Underlagsdata för de fem vindkraftparker som har uppförts inom distriktsgränserna för sitan Nord-Fosen.

Komponent	Bessakerfjellet	Roan	Kvendalsfjellet	Harbaksfjellet	Sørmarkfjellet
Totalt installerad effekt	57,5 MW	255,6 MW	100,8 MW	108 MW	130,2 MW
Antal turbiner	25	71	28	30	31
Installerad effekt per turbin	2,3 MW	3,6 MW	3,6 MW	3,6 MW	4,2 MW
Typ av turbin	Enercon GmbH	Vestas V117	Vestas V117	Vestas V117/V112	Vestas V117/
Navhöjd	64,5 m	87 m	87 m	87 m	87 m
Rotordiameter	71 m	117 m	117 m	117 / 112 m	117 m

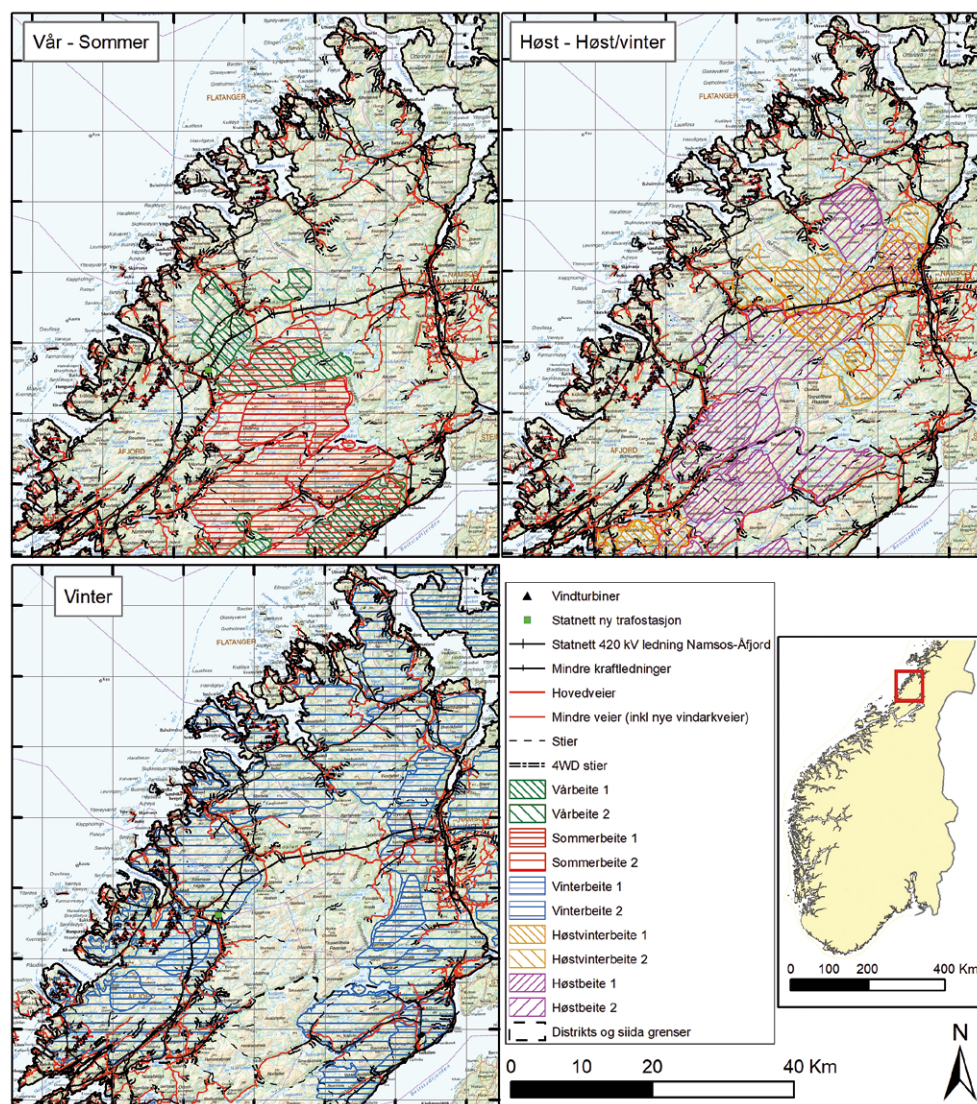
Komponent	Bessakerfjellet	Roan	Kvenndalsfjellet	Harbaksfjellet	Sørmarkfjellet
Längd internt vägnät	12 km	50,5 km	17,5 km	15 km	17 km
Bredd internt vägnät		5 m	5 m	5 m	5 m
Längd tillfartsväg		16,5 km	3,7 km	4,2 km	5 km
Byggperiod	2007–2008	2016–2018	2018–2020	2018–2020	2019–2021



Figur 11. Översikt över de nya vindkraftparkerna samt nya Statnett 420 kV-ledning och ny ledning till Trønder Energi från Sørmarksfjellet i Fosen reinbetesdistrikt. Dessutom är det kortare sträckor med nya ledningar från alla de andra vindkraftverken

4.1.2 Renskøtsel og habitatanvändning i driftgrupp Nord-Fosen

Förflyttningsmönstret i Nord-Fosen kännetecknas av att vinterbeten finns ut mot kusten och österut, medan barmarksbetena ligger mer centralt (Figur 12). Eftersom detta är ett helårsdistrikt är det inga större säsongsflyttningar mellan vinterbeten och barmarksbetena och de olika säsongsbetena överlappar därför till stor del varandra.



Figur 12. Fordelning av de ulike säsongsbetena i Fosen renbetesdistrikt, nordlig sita.

På grund av topografi och mänsklig infrastruktur har betena i Nord-Fosen delats in i tre huvudområden (Figur 13). Dessa är 1) områdena norr om fylkesväg 715, 2) områdena söder och väster om fylkesväg 715 och 3) områdena söder och öster om fylkesväg 715. Före kalvning vandrar djuren fritt in från vinterbetena som ligger längs ytterkanten av distriktet, både längs kusten och österut, in mot mer centrala områden som huvudsakligen ligger öster och söder om fylkesväg 715. Djur som befinner sig norr om fylkesvägen vandrar över fylkesvägen redan före kalvning. Eventuellt kan de också drivas över om drivningsförhållandena är goda, men inte alltid. Kalvningen sker utspritt i dessa centrala områden och djuren befinner sig sedan i centrala områden i stort sett fram tills distriktet samlar djuren för kalvmärkning genom gärdesanläggningen som ligger centralt i driftgruppens sommarbeten. Denna samling sker vanligtvis i juli, men kan äga rum i flera omgångar beroende på hur utspridda djuren är innan samlingen. Därefter sprider djuren ut sig igen på hösten, och brunsten kan ske både på norra och södra sidan av fylkesvägen. Djur kan vandra ut till de olika vinterbetena igen under senhösten, beroende på beten och väderförhållanden.

Samling för slakt sker vanligtvis inte innan november/december beroende på snöförhållandena. Ofta sker den inte förrän efter nyår. Då samlar man in djuren systematiskt från olika delar av distriktet in till gärdesanläggningen vid fylkesväg 715 (Figur 13). Efter slakt driver renskötarna djuren mot utvalda vinterbeten beroende på betesförhållandena, samt i vilka områden djuren som inte blivit insamlade befinner sig. Renarna vandrar fritt vidare in i dessa vinterbeten efter drivningen. Hela flocken samlas inte nödvändigtvis in varje år i samband med vinterslakten.

4.1.3 Avgränsning av studieområdet

Studieområdets avgränsningar framgår av Figur 13. Fylkesväg 715 utgör en skiljelinje mellan tre olika vinterbetesområden i Nord-Fosen. Vi har kallat dessa vinterbetesområden för *Roan* (vinterbetena väster om FV 715), *Blåheia* (vinterbetena söder och öster om FV 715) och *Nord* (vinterbetena norr om FV 715). I Roan ligger Roan vindkraftpark, medan 420 kV-kraftledningen går genom såväl Roan, som Blåheia och Nord-området. Dessa tre vinterbetesområdena utgör våra studieområden, och separata habitat användningsanalyser har gjorts för varje område. Vi har således tre studieområden för ledningen och ett studieområde för Roan vindkraftpark. Det finns flera vindkraftparker i renbetesområdena men de ligger mer avlägset än etableringen Roan, så renarna har bara varit i närområdena av dessa i liten utsträckning under studieperioden 2008–2019. I de kommande avsnitten ges en mer detaljerad genomgång av exploateringarnas lokalisering och studieområdenas avgränsningar.

Alla fem vindkraftparker ligger i kustnära områden, och genom att jämföra Figur 11 och Figur 12 kan vi se att det är vinterbetena som berörs direkt. Dessutom berör den nya 420 kV-ledningen både vinterbeten och barmarksbeten. Mer specifikt berör Sørmarksfjellet vindkraftpark de vinterbeten som ligger norr om fylkesvägen, Bessakerfjellet ligger inte i någon av de tre huvudområdena men berör vinterbeten som ligger rakt väster om det området som ligger söder och öster om fylkesväg 715, medan Roan, Herbaksfjellet och Kvenndelsfjellet vindkraftpark ligger i vinterbetena väster om fylkesväg 715. 420 kV-ledningen berör vinterbeten i områdena väster om fylkesväg 715, gränsområdena mellan vinterbetena och kalvningsområdena vid Blåheia, och därefter berör den barmarksbeten längs norra sidan av fylkesväg 715 innan den återigen berör vinterbeten längst österut.

Kvenndalsfjellet, Harbaksfjellet, Besskerfjellet och Sørmarksfjellet ligger i bra betesområden, men avlägset i förhållande till renskötselns kärnområden. Områdena här kan användas av renarna, men det har i liten eller ingen utsträckning förekommit under tidsperioden för vår studie⁶. Detta gäller också för den västra delen av Roan vindkraftpark, det vill säga den delen som ligger väster om Einarsdalen. Att dessa områden inte har använts under studieperioden har också något med driftsmässiga förhållanden att göra. Till exempel är det flera ”flaskhalsar” vid samling och drivning av djuren ut igen om de skulle komma ut till dessa mest perifera områden. Längre drivning kommer också i teorin att tömma djuren på energi och därmed minska produktionen för flocken. Över ett längre tidsperspektiv kommer emellertid dessa områden också att vara viktiga, och över tid kommer det att finnas enskilda perioder med mer användning av dessa områden, beroende på betesförhållanden och störningar i andra delar av distriktet⁷.

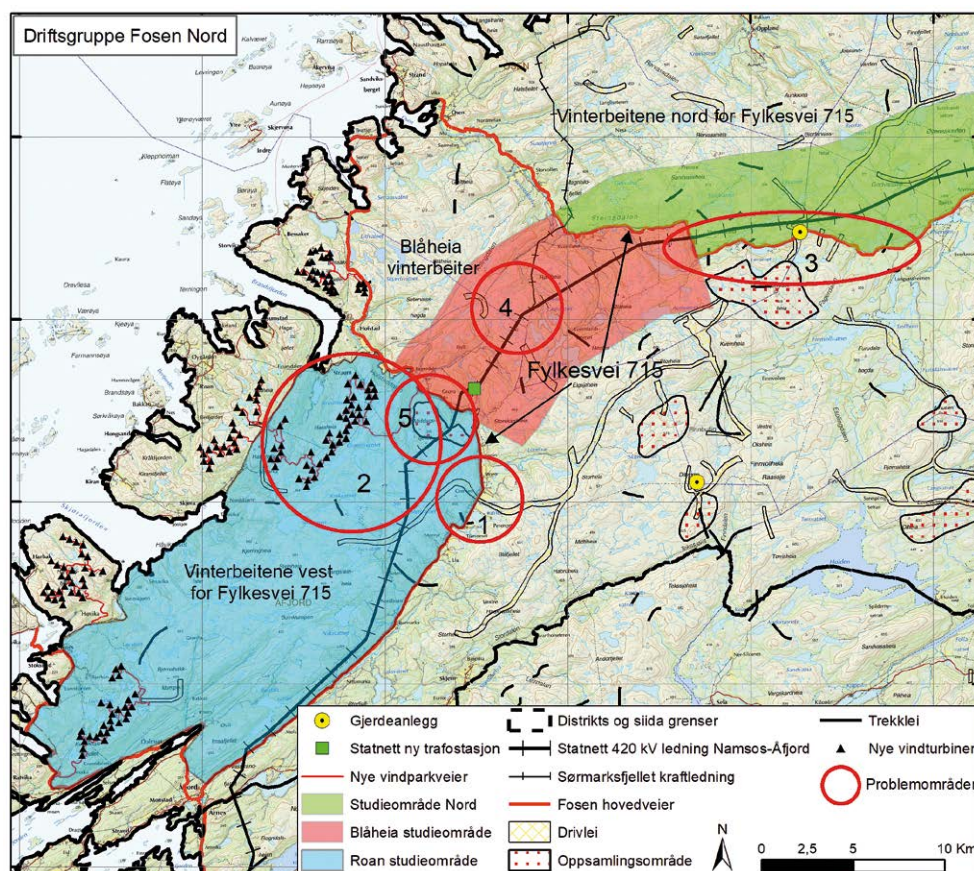
Den östra delen av Roan vindkraftpark, det vill säga de områden öster om Einarsdalen, ligger emellertid mycket centralt i förhållande till renbetesresurserna i sitan Nord-Fosen. Detta framgår också tydligt i konsekvensutredningen som skrevs 2009 (Colman m.fl. 2009) och denna vindkraftpark har därför varit huvudfokus i vår studie om påverkan på renarna. Dessutom ingår den nya 420 kV-ledningen mellan Namsos och Åfjord i centrala betesområden, och påverkan från denna ledning har därför också undersökts.

För att använda detta område måste renarna passera fylkesväg 715. Detta gör de genom att vandra fritt, både före och efter vinterslakten, det vill säga både före och efter jul. Om renflokkarna vandrar västerut kommer de ofta att passera fylkesväg 715, och gå in i betena som berörs av Roan vindkraftpark. Fylkesvägen utgör en skiljelinje mellan betesområdena, på grund av barriäreffekten och undvikande av vägen samt bebyggelsen längs vägen. Under våra analyser har vi avgränsat studieområdet för Roan vindkraftpark till vinterbeten väster om fylkesväg 715. Vi utgår ifrån att det är först när renarna rör sig in i detta område som de kommer att påverkas av vindkraftparken. Vi har inte inkluderat områdena väster om Einarsdalen då renskötseln har berättat att drivning och vandring över Einarsdalen har varit mycket svår. Samma sak gäller för Harbaksfjellet, vilket inte betyder att dessa områden inte är viktiga för renskötseln i ett långsiktigt perspektiv. Söderut har vi inkluderat Kvenndalsfjellet till strax norr om Åfjord. Dessutom har vi analyserat habitat användningen i ett område på 4 km från den nya 420 kV-kraftledningen i de två andra delområdena, det vill säga områdena norr om fylkesväg 715 och områdena söder och öster om fylkesväg 715.

Förutom att analysera habitat användning internt i studieområdena har vi i Bilaga 1 även presenterat hur stor andel av flocken (baserat på GPS-data) som är inne i respektive utanför de tre vinterbetesområdena och hur detta har varierat mellan för-, under och efterfasen.

⁶ Det finns ett undantag här. Det var renar på Bessakerfjellet under vintern 2018/2019.

⁷ Utbyggnaden kan ha minskat tillgängligheten till dessa perifera områden ytterligare, men det har alltså inte undersökts här.



Figur 13. Renskötarnas erfarenheter. Nr. 1–5 hänvisar till Tabell 12.

4.2 Resultat

Resultaten i denna studie är, förutom den intervjubaserade informationen från renskötare, baserade på GPS-data för renar under vinterperioden. Det har gjorts separata analyser för två olika säsonger: Tidig vinter (1 november–31 januari) och sen vinter (1 februari–30 april). Dessa tidsintervall för vinterbete omfattar perioder av året som räknas till hösten (november) och våren (april), men indelningen har valts för att det är under denna period som betena kommer att kunna användas av renarna. Utanför denna period kommer renarna att vara i områden längre norrut och österut, där vi hittar kalvningsområden och sommarbeten.

Totalt har 653 813 GPS-positioner från 106 GPS-märkta vajor inhämtats under perioden 3 juli 2008–23 april 2020. I analyserna antas det att byggperioden för 420 kV-kraftledningen pågick från juni 2016 till augusti 2019. För Roan vindkraftpark var byggperioden april 2016 till augusti 2018. GPS-data för renarnas habitatanvändning har organiserats enligt perioder före, under och efter byggandet i enlighet med dessa byggperioder. Det har också varit byggaktivitet vid andra vindkraftparker under studieperioden, men detta är huvudsakligen områden utanför där renarna har betat under perioden 2008–2020, och vi har inte tagit hänsyn till dem i analyserna.

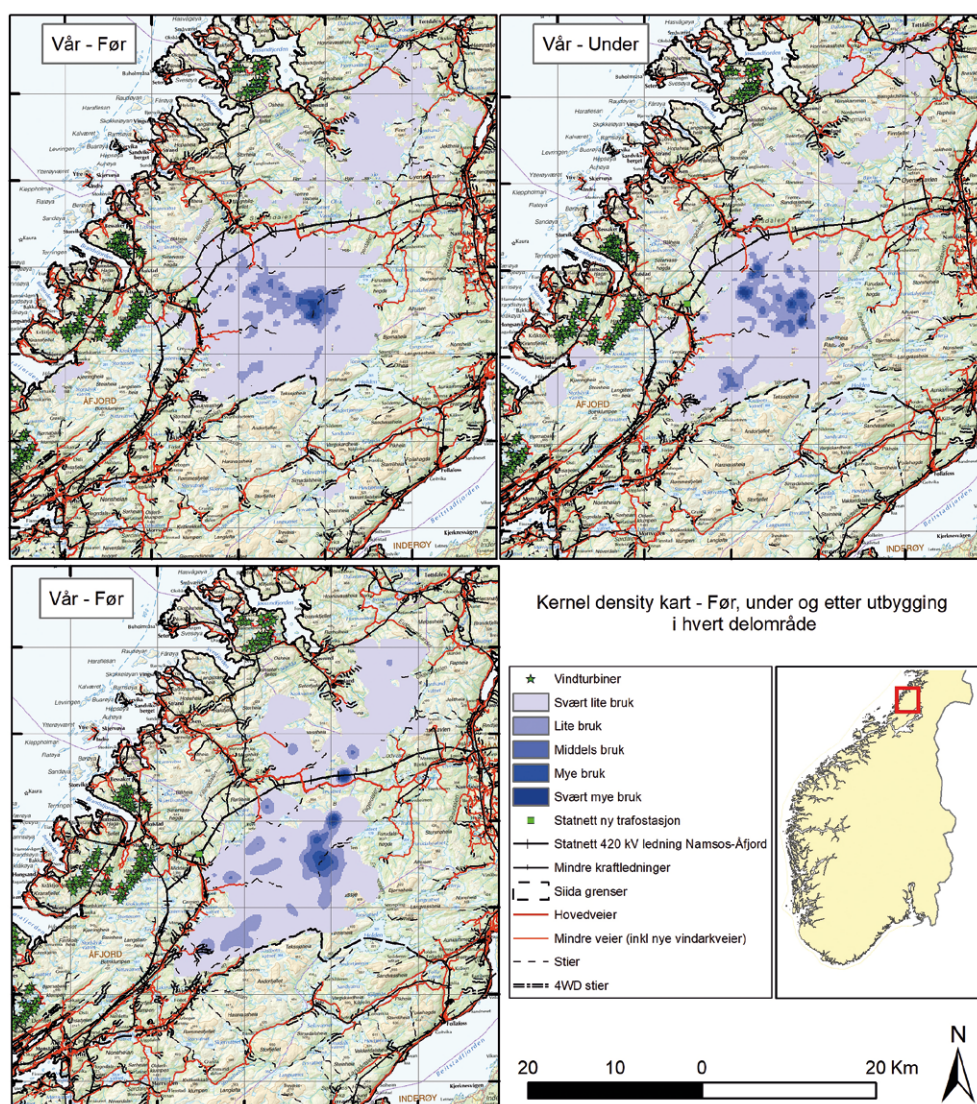
4.2.1 Allmänt om habitatanvändning

Habitatanvändningskartan baserad på GPS-data (Figur 14–16) visar att vinterbetesområdena väster om fylkesväg 714, inklusive områden som ingår i den östra delen av Roan vindkraftpark, har använts mycket under perioden före utbyggnad av vindkraftverket. Under perioden efter utbyggnad har användningen varit liten, och vi vet att det endast är ett par enskilda renar med GPS-sändare som har varit nära vindkraftparken under en kort period. Renflockarna har huvudsakligen hållit sig på beten på östsidan av fylkesvägen, och inte vandrat in i områden som berörs av vindkraft. Dessa huvudtendenser för habitatanvändningen stämmer överens med renskötrelsens erfarenheter och de framgång av Figur 17 där vi har beräknat hur stor andel av de GPS-märkta renarna som har varit i studieområdet (det vill säga vinterbetet väster om FV 715 vid Roan vindkraftpark). Andelen renar i studieområdet har sjunkit markant efter utbyggnaden.

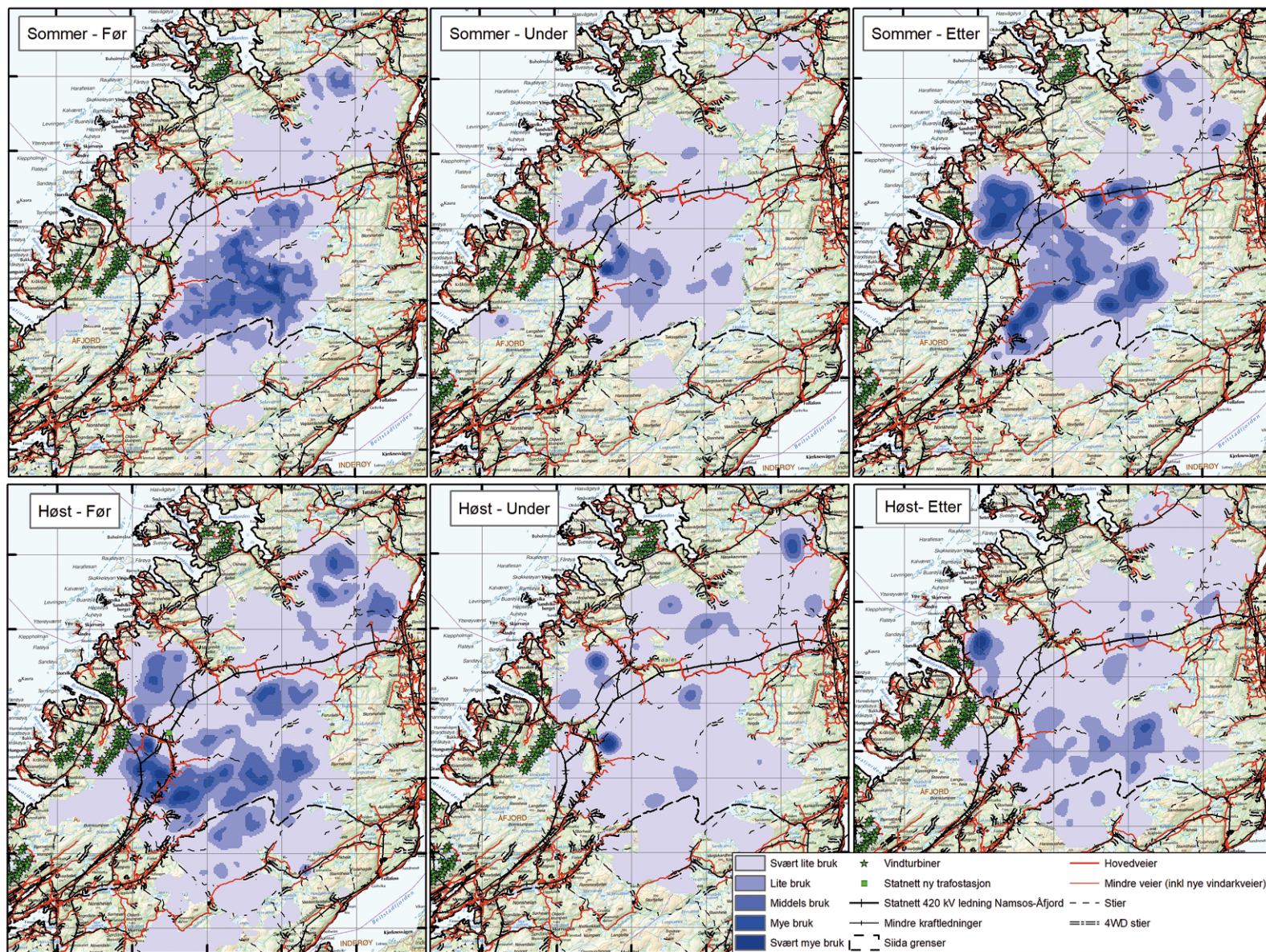
Genom att jämföra de officiella habitatanvändningskartorna med habitatanvändningskartan som baserats på GPS-märkta renar under de senaste 10–15 åren, framgår det att habitatanvändningen de enskilda säsongerna delvis berör större områden än vad de officiella renskötselkartorna anger (Figur 12 respektive Figur 14–16)⁸. Här bör det noteras att kartorna i Figur 14–16 visar flera år som slagits samman under tidsperioden före, under och efter utbyggnaden. Habitatanvändningskartor för enskilda år eller säsonger (se Bilaga 1) visar att habitatanvändningen för vinterbetena i Nord-Fosen varierar mycket över tid och rum. Det är också stora överlappningar mellan säsongbeten, även om detta inte kommer fram på de officiella habitatanvändningskartorna.

När det gäller habitatanvändningen i områdena väster om fylkesväg 715 visar Figur 14 att områdena inte används på våren, men djuren kan vandra in på hösten (Figur 15). Likaså är det under tidig vinter som områdena används mest, det vill säga under perioden för vinterslakt (Figur 16 och Figur 17). På senvintern förekommer också en del användning, men relativt sett betydligt mindre än under tidig vinter, även om variationen från år till år är större (Figur 17, bilaga 1). Internt i dessa vinterbeten är det först och främst den delen av Roan vindkraftpark som ligger öster om Einarsdalen och 420 kV-ledningen som har betydlig användning, medan Kvenndalsfjellet, Harbaksfjellet och västra delen av Roan vindkraftpark (väster om Einarsdalen) har obetydlig användning.

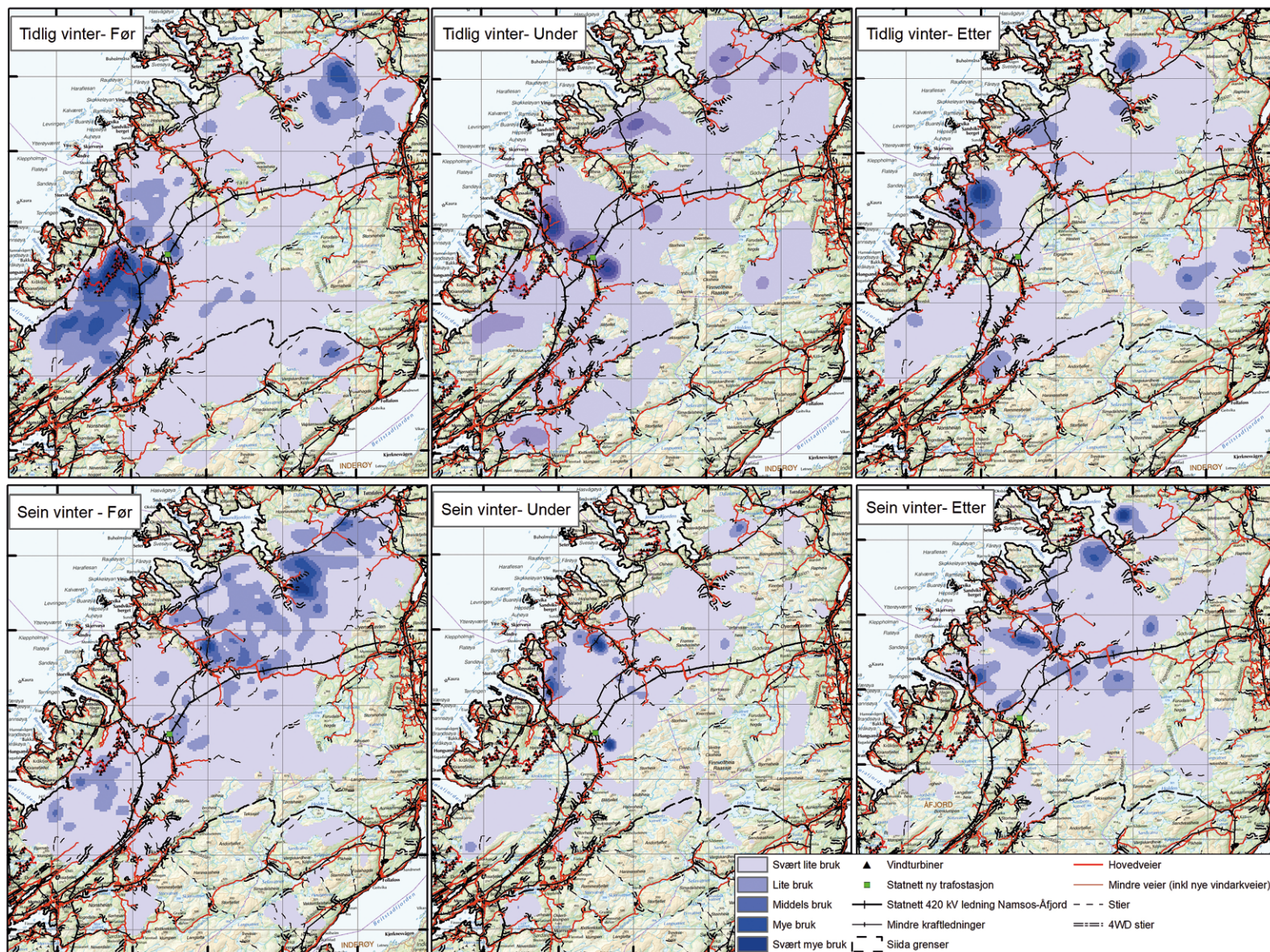
⁸ Kernel density säger endast något om den relativa användningen under den enskilda perioden. Om de mörkaste områdena (de områden som använts mest intensivt) är mycket små betyder detta att den mest intensiva användningen har varit mer koncentrerad. Om de mörkaste områdena är större betyder det att användningen har varit mindre koncentrerad.



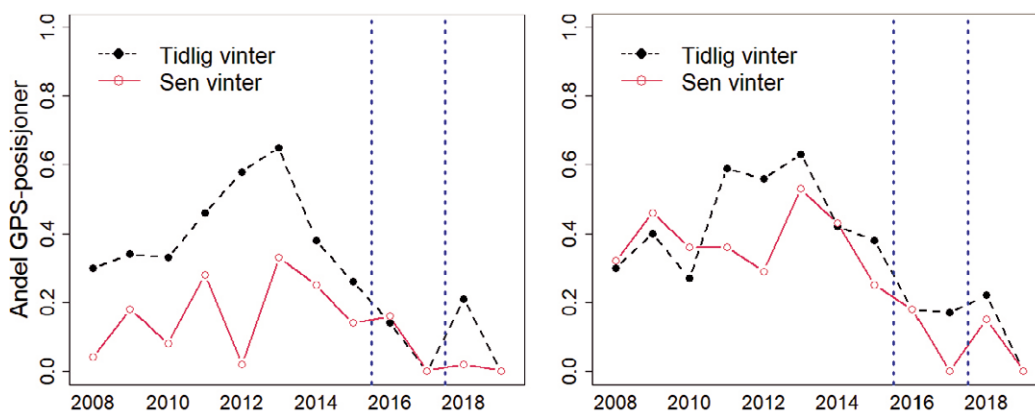
Figur 14. Habitatanvändningen i Nord-Fosen på våren (1 maj–24 juni) före, under och efter utbyggnaderna i Fosen.



Figur 15. Habitatanvändningen i Nord-Fosen på sommaren (25 juni–20 augusti) och hösten (1 september–30 oktober) före, under och efter utbyggnaderna i Fosen.



Figur 16. Habitatanvändningen i Nord-Fosen under tidlig (november–januari) och sen (februari–april) vinter före, under och efter utbyggnaderna i Fosen (vindturbinerna är här svarta för att inte överskugga Kernel density-kartorna som överlappar kraftigt under förperioden för Roans östra område).



Figur 17. Andelen av GPS-positionerna (vänster) och andelen av de GPS-märkta djuren (höger) som har varit i studieområdet för Roan vinterbeten under studieåren under tidlig vinter (1 november–31 januari) och sen vinter (1 februari–30 april). Tidsperioden som har markerats med blåprickiga vertikala linjer utgör byggperioden för Roan vindkraftpark. Vinter 2008 är egentligen vintern 2008/2009 etc.

4.2.2 Renskötarnas erfarenheter

ROAN VINDKRAFTPARK

Under studieperioden har vi genomfört en rad möten, samtal och haft e-postkorrespondens med våra kontaktpersoner i Fosen renbetesdistrikt, och systematiserat mycket av informationen. Mot slutet av projektet summerades renskötarnas erfarenheter i en punktlista med tillhörande illustrationer på en karta (Tabell 12 och Figur 13). Av punktlistan framgår det att renskötseln har upplevt att renarna huvudsakligen inte har vandrat in i studieområdet efter att vindkraftparken uppfördes. Renskötarna har berättat att detta inte har orsakats av ändringar i förflyttningsmönstret, och renbetesdistriktet menar att det därför är naturligt att koppla den minskade användningen av hela detta vinterbete till utbyggnaden. Specifikt menar de att negativa erfarenheter som renarna har från byggperioden, samt att vindturbinerna i sig påverkar djuren negativt, har gjort att motivationen att vandra in i området har minskat. De barriäreffekter som redan fanns längs fylkesväg 715 kan då ha förstärkts och gjort att djur inte korsar över och in i området, utan i stället vandrar tillbaka, eventuellt norrut upp mot Blåheia. Orsaken till att renskötseln menar att den visuella bilden har en negativ effekt är att djuren som är här vistas långt ifrån vindkraftverken, och längre bort än vad buller och oväsen skulle tyda på. Även om buller och oväsen också har en negativ effekt.

De djur som fortfarande vistas i dessa vinterbeten vistas mer centralt och använder inte längre den nordligaste delen, där Roan vindkraftpark är belägen idag. På grund av mindre användning i norr och färre djur generellt sett i dessa vinterbeten, har också drivningen och uppsamlingsmönstret ändrats. Uppsamlingsområdet som ligger i den nordöstliga delen av detta vinterbete är inte praktiskt att använda längre. Djuren vistas längre söderut och därför har detta område fallit ur bruk. Det är också färre djur i området i sin helhet och därmed flyttas djuren nu generellt sett ut snabbare och man är därför också mindre beroende av ett uppsamlingsområde, helt enkelt för att detta vinterbetesområde har tappat mycket av sitt värde.

Renskötseln antar att det på sikt är möjligt att djuren börjar att använda själva vindparksområdet igen. Men detta kommer att vara beroende av framtida betesförhållanden och om renarna habituerar (vänjer sig) vid ökade störningar som associ-

eras med vindkraftverken. Rensköttarna vill emellertid inte heller ha in renar i detta område på lång sikt, för att vägar, vägterrasser och vägräcken förmodligen gör det svårt att samla och driva ut djur från området igen. Rensköttarnas bedömning är därför att själva vindkraftparksområdet är förlorat som renbetesområde, och om en tillvänjning sker måste förmodligen rensköttarna öka tillsynen för att säkerställa att djur inte vandrar in i området. Deras viktigaste motivering till att renskötseln i själva vindparksområdet är oönskad är erfarenheter av uppsamling och utdrivning från Bessakerfjellet vindkraftspark. Här fanns det ett fåtal djur under 2018. När renskötseln skulle driva ut dem var detta mycket krävande på grund av vägsystemen. Rensköttarna är beroende av att snabbt kunna förflytta sig med snöskoter, men vägar, dikeskanter och snöplogning är ett hinder för trafik med skoter i dessa områden som är kuperade, med mycket snö tidvis, och vägbyggena skapar barriärer i landskapet. Att använda helikopter är ett alternativ vid uppsamling av renar, men det är inte tillåtet/motiverat i ett vindkraftsparken. Upplevelsen var också att vägsystemen påverkar renarnas naturliga respons i förhållande till flyktriktning, så att uppsamling förhindrades. Renskötseln räknar med att uppsamling och drivning vid Roan vindkraftspark kommer att vara ännu mer krävande än i Bessakerfjellet, på grund av etableringens storlek och en betydligt svårare topografi. Detta gör att vägsystemen blir komplicerade och att de domineras av vägterrasser, vägräcken och dikeskanter.

420 KV-LEDNINGEN

På vinterbetena och barmarksbetet öster och söder om fylkesväg 715 har renskötseln upplevt att renarna har slutat att använda betena vid 420 kV-ledningen på våren. Här kalvade en del djur förr, men detta har upphört. Rensköttarna är osäkra på orsaken, men är rädda för att det kan vara den nya kraftledningen. Emellertid har rensköttarna berättat att det var byggverksamhet längs ledningen under vintern 2019 i samband med Trønder Energis kraftledningsutbyggnad som går parallellt med Statnetts 420 kV-ledning. Trønder Energi skulle vara helt färdig innan kalvnings-säsongen började, men arbetet blev lite försenat och det var aktivitet längs ledningen i detta område i början av maj. Enligt Trønder Energi förekom aktivitet i området fram till den 6 maj. Rensköttarna är eniga om att detta kan vara huvudorsaken denna vår, men är rädda att ändringarna kommer att bestå.

Renskötseln har också upplevt att djuren under de senaste åren i mindre utsträckning vandrar mellan betena som ligger norr om fylkesväg 715 och söder om fylkesväg 715, och de menar att detta kan vara orsakat av 420 kV-ledningen/byggarbetet kopplat till denna. I synnerhet på våren är rensköttarna beroende av att djuren vandrar från vinterbetena norr om vägen till kalvningsområdena söder om vägen. Det är en utmanande terräng och drivning är endast möjlig under år med mycket snö under tidig vår. Därför är det fördelaktigt om djuren vandrar själva. Vandringen norrut på hösten har också minskat. Under samtal med rensköttarna har de förklarat att det är riktigt att stora delar av flocken som har varit i norr har varit längs kusten, relativt långt bort från fylkesvägen, och kanske längre bort under efterfasen jämfört med förefasen. Det finns fina beten längs kusten och det är naturligt att användningen skiftar mellan åren. Även om djuren är längs kusten på vintern är det naturligt att de vandrar inåt och söderut när det närmar sig kalvning. Detta för att betena längs kusten är vinterbeten och inte barmarksbeten. Samtidigt är det inte naturligt för djuren att vara i samma område över tid. Renarna roterar hela tiden användningen och vill vara i samma område över en lång tid.

Tabell 12. Sammanfattning av erfarenheter av hur Roan vindkraftpark samt Statnetts nya 420 kV-ledning har påverkat renskötseln. Huvudkälla till informationen var Arne Holtan och Elise Holtan Pavall, renägare i Fosen renbetesdistrikt. Numren i tabellen hänvisar till Figur 13.

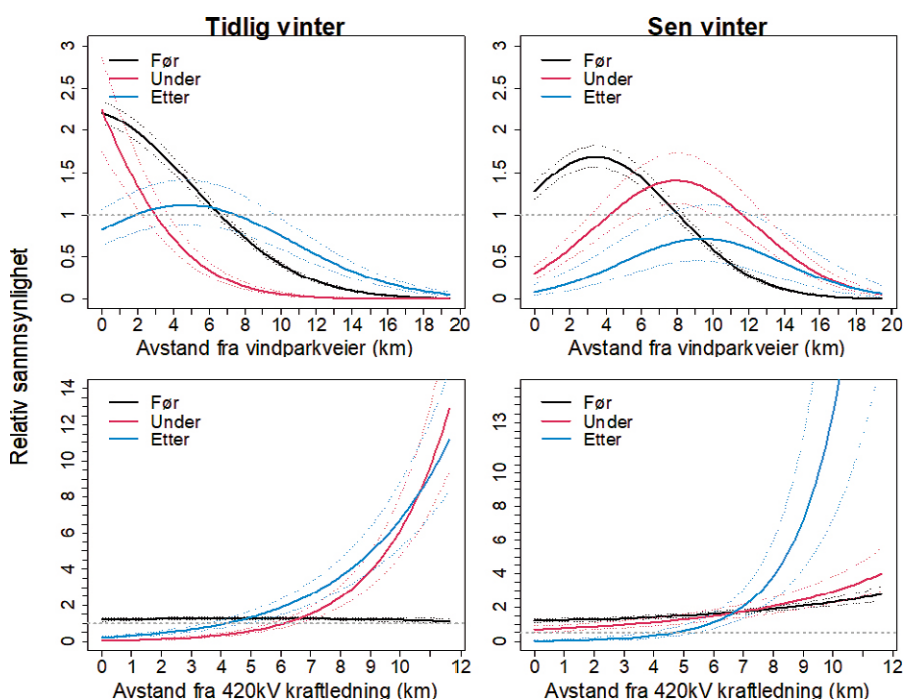
Nr.	Erfarenhet
1	Minskad vandring över fylkesväg 715 vid Momyran. Något som återigen har lett till minskad användning av hela vinterbetet väster om fylkesväg 715
2	De djur som fortfarande använder vinterbetet väster om fylkesväg 715 använder inte den norra delen där Roan vindkraftpark ligger.
3	Djuren har minskad vandring mellan de norra vinterbetena och barmarksbetena som ligger på södra sidan av fylkesväg 715. Särskilt på våren ska de vandra från norr till söder för kalvning, men detta har nästan upphört helt med en ökad användning av de norra områdena som resultat. Djuren har också minskad vandring mot norr på hösten. Renskötseln menar att detta har orsakats av den nya 420 kV-ledningen. Eventuellt efterverkningar från byggarbetet längs denna.
4	Blåheia kalvningsområde har också fått minskad användning. Samma orsak som ovan. Antingen kraftledningen i sig själv, eller följer av byggverksamheten.
5	Norra uppsamlingsområdet på vinterbetet väster om fylkesväg 715 används inte längre. Detta inte nödvändigtvis på grund av störningarna här, utan för att djuren har ändrat användningen på detta vinterbete (flyttat söderut) och därför är det inte praktiskt att använda området längre. Det är också färre djur i området som helhet och därmed också ett mindre behov av att använda ett uppsamlingsområde

4.2.3 GPS-data

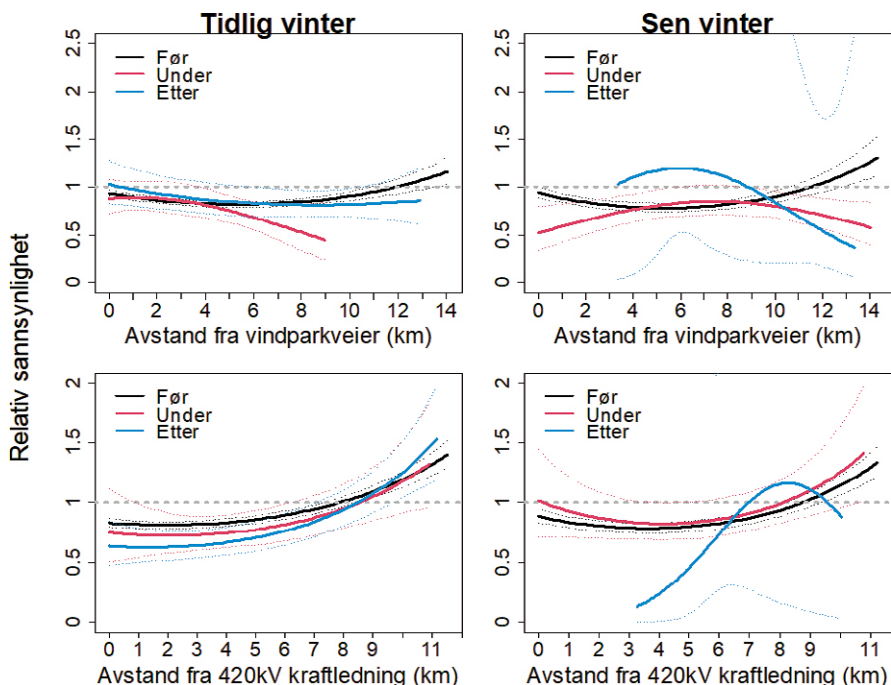
ROAN VINDKRAFTPARKS PÅVERKAN PÅ HABITATANVÄNDNINGEN PÅ OLIKA SKALOR

Roan vindkraftpark är belägen i ett vinterbetesområde som vi kallar för ”Roan” i denna rapport. Detta område har avgränsats som vårt studieområde i analyserna (Figur 13). Av Figur 14–16 framgår det att renarna i liten eller ingen utsträckning har betat i vindkraftparkens influensområde i vårt studieområde under byggfasen och efter utbyggnad. På samma sätt har det också varit liten användning av detta område under andra år, särskilt under 2008 och 2009 (Bilaga 1).

Habitatanvändningen har analyserats på två olika skalor, det vill säga lokal skala och regional skala (se kapitel 2.2.1 för detaljer). I analyserna inkluderas också andra miljöfaktorer som kan påverka renarnas användning av området (se Tabell 4). Förutom avstånd från infrastruktur visade modellerna att vegetationstyp, höjd över havet, terränglutning och lutningens väderstreck kunde förklara renarnas habitatanvändning (se Bilaga 1 för detaljerad presentation av resultat). I Figur 18 visualiseras hur mycket avstånden till vindkraftverket påverkar sannolikheten för renarnas användning av habitatet på regional skala, och i Figur 19 för lokal skala. Uppskattningarna i figurerna har justerats efter effekten av de andra miljöfaktorerna som har inkluderats i analysen. Notera att konfidensintervallerna är mycket stora för en del av uppskattningarna, till exempel sen vinter efter utbyggnad på lokal skala (Figur 19). Detta har sin förklaring i att det finns lite data, det vill säga få GPS-märkta renar i det aktuella området och under den aktuella perioden. OBS! Under dessa analyser var det viss byggverksamhet i efterperioden längs kraftledningen (i analyserna för Roan-området definierades efterperioden utifrån byggperioden för Roan vindpark, se introduktion i kapitel 4.2 för mer information).



Figur 18. Regional skala. Relativ sannolikhet for anvending ($\pm 95\%$ konfidensintervall) for renar beraknat genom RSF tidlig vinter (1 november–31 januari) och sen vinter (1 februari–30 april). Sannolikheten for anvending visas beroende pa avstand till Roan vindkraftpark och 420 kV-kraftledningen fore, under och etter bygget. Se Bilaga 1 for presentation av de statistiska analyser som ligger till grund for figuren.



Figur 19. Lokal skala. Relativ sannolikhet for anvending ($\pm 95\%$ konfidensintervall) for renar beraknat genom SSF pa lokal skala tidlig vinter (1 november–31 januari) och sen vinter (1 februari–30 april). Sannolikheten for anvending visas beroende pa avstand till Roan vindkraftverk och 420 kV-kraftledningen fore, under og etter bygget. Se Bilaga 1 for presentation av de statistiska analyser som ligger till grund for figuren.

I Tabell 13 har vi systematiserat trenderna i resultaten per typ av ingrepp, säsong och utifrån regional respektive lokal skala. Av tabellen och figurerna framgår det att det inte finns några effekter på lokal skala med ett undantag (cirka 30 % minskad användning inom 1 km under byggfasen av vindkraftparken). På regional skala syns det däremot stora negativa effekter av vindkraftparken. När det gäller negativ påverkan efter utbyggnad preciserar vi att det endast har baserats på två år med data. Under dessa år korsade renarna fylkesvägen i liten utsträckning och var inte heller i närområdet till parken.

Tabell 13. Roan vindkraftpark. Sammanfattning av effektstorlekar på regional och lokal skala, genom jämförelse av perioderna under och efter utbyggnad med perioden före utbyggnad av vindkraftparken. En effekt som har angetts med "–" anger en negativ effekt, det vill säga undvikande, medan "+" anger en positiv effekt, det vill säga ökad användning av områden nära ingreppet. 0 indikerar att resultat inte visar någon effekt. Se Bilaga 1 för detaljerad presentation av resultaten från de statistiska analyserna.

Effekt	Ingrepp	Säsong	Skala	Period	Genomsnittlig ändring av avståndet till ingreppet ¹
0	Vindkraftverk	Tidig vinter	Regional	Under vs. före utbyggnad	Ingen signifikant ändring
–				Efter vs. före utbyggnad	Minskad användning med cirka 50 % inom 5 km
0			Lokal	Under vs. före utbyggnad	Ingen signifikant ändring
0				Efter vs. före utbyggnad	Ingen signifikant ändring
–		Sen vinter	Regional	Under vs. före utbyggnad	Minskad användning med cirka 50 % inom 5 km
–				Efter vs. före utbyggnad	Minskad användning med cirka 75 % inom 7 km
–			Lokal	Under vs. före utbyggnad	Minskad användning med 30 % inom 1 km
0				Efter vs. före utbyggnad	Ingen signifikant ändring ²
–	Kraftledning	Tidig vinter	Regional	Under vs. före utbyggnad	Minskad användning med cirka 80 % inom 6 km
–					Efter vs. före utbyggnad
0			Lokal	Under vs. före utbyggnad	Ingen signifikant ändring
0				Efter vs. före utbyggnad	Ingen signifikant ändring
–		Sen vinter	Regional	Under vs. före utbyggnad	Minskad användning med cirka 20 % inom 3 km
–				Efter vs. före utbyggnad	Minskad användning med cirka 80 % inom 6 km
0			Lokal	Under vs. före utbyggnad	Ingen signifikant ändring
0				Efter vs. före utbyggnad	Ingen signifikant ändring ²

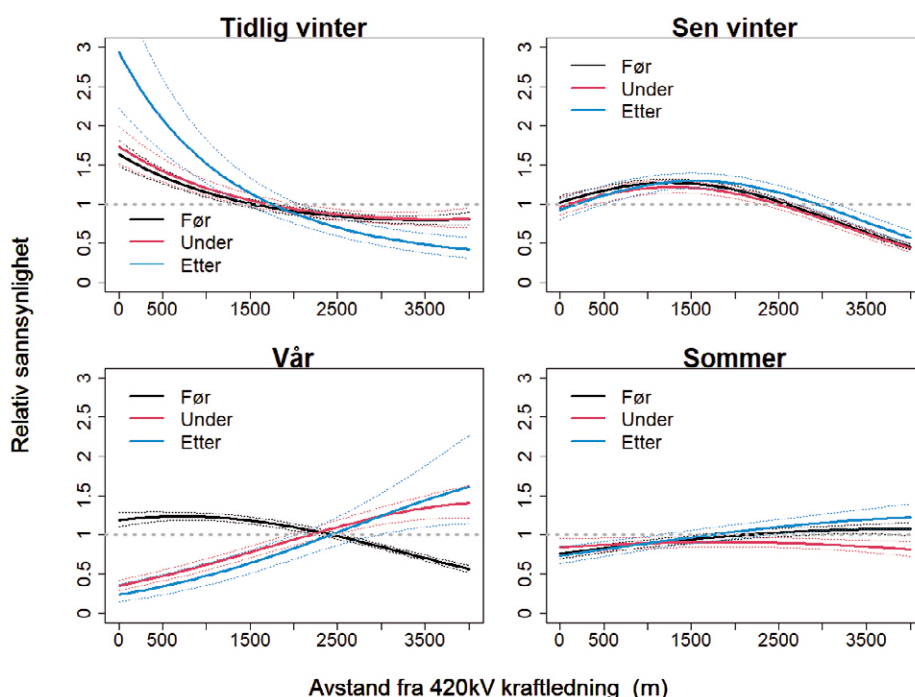
1) Procenttalen har utvärderats direkt från figur 18 och 19 och är ungefärliga (det finns inga exakta matematiska uträkningar för uppskattningarna).

2) Dock ingen användning inom 3 km under efterperioden, något som gör det svårt att dra slutsatser på denna skala, för denna säsong.

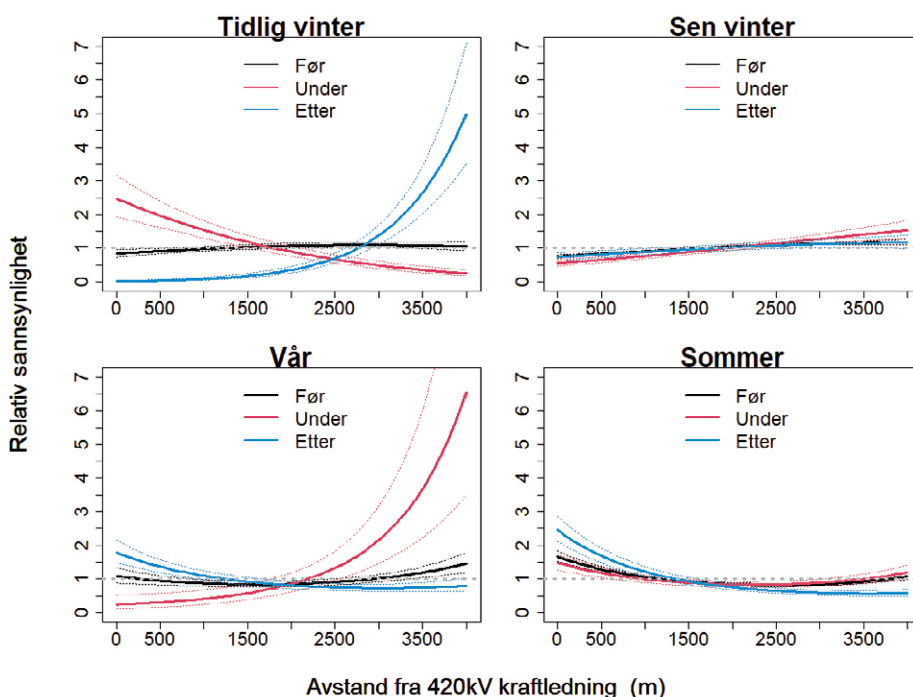
420 KV-LEDNINGENS PÅVERKAN PÅ RENARNAS HABITATANVÄNDNING

Den nya 420 kV-ledningen berör både vinterbeten och barmarksbeten, och analyser har delats in i två studieområden kallade Blåheia och Nord, där båda områdena har avgränsats till 4 km från Statnetts nya 420 kV-ledning. Blåheia ligger söder och öster om fylkesväg 715, medan studieområdet Nord ligger norr om fylkesvägen (Figur 13). Vi har gjort inledande beräkningar av hur stor andel av GPS-punkterna som har hittats i studieområdena under studieperioden från 2008 till 2019. Denna andel varierar mycket från år till år (Bilaga 1) och visar att det inte är lämpligt att göra en habitatanvändningsanalys på regional skala för ledningen, då det inte är möjligt att skilja årlig variation från effekter av byggarbete eller driftsfas. Vi avgränsade därför habitatanvändningsanalyser till själva studieområdena (Blåheia och Nord) vidare, det vill säga inom en skala på 4 km avstånd från ledningen.

Analyserna har gjorts i tre separata områden: 1) Blåheia, betena som ligger söder och öster om fylkesväg 715, 2) Nord, områdena norr om fylkesväg 715 och 3) Roan, väster om fylkesväg 715. För Roan-området var datamaterialet från GPS-märkta renar under efterperioden litet och resultaten var därför osäkra. Resultaten för detta område har därför endast presenterats i Bilaga 1 (andel inom 4 km). En modell har använts där höjd över havet samt avstånd från kraftledning har inkluderats under tre olika perioder: före, under och efter utbyggnad. Se Bilaga 1 för statistiska resultat i tabellform. I Figur 20, Figur 21 och Tabell 14 ser vi att det varierar mycket i resultaten. Det är både positiva och negativa förändringar i habitatanvändningen när det gäller avstånd till kraftledning på lokal skala. Se Bilaga 1 för mer detaljerade GAM-modeller som visar fördelningen av djur på båda sidor av kraftledningen.



Figur 20. Blåheia. Lokal skala, inom 4 km. Relativ sannolikhet för användning (\pm 95 % konfidensintervall) för renar beräknat genom SSF och GLMM på lokal skala tidig vinter (1 november–31 januari) och sen vinter (1 februari–30 april). Sannolikheten för användning visas beroende på avstånd till Roan vindkraftverk och 420 kV-kraftledningen före, under och efter byggandet. Se Bilaga 1 för presentation av de statistiska analyser som ligger till grund för figuren.



Figur 21. Norr om fylkesväg 715. Lokal skala, inom 4 km. Relativ sannolikhet för användning (\pm 95 % konfidensintervall) för renar beräknat genom SSF och GLMM på lokal skala tidig vinter (1 november–31 januari) och sen vinter (1 februari–30 april). Sannolikheten för användning visas beroende på avstånd till Roan vindkraftverk och 420 kV-kraftledningen före, under och efter byggandet. Se Bilaga 1 för presentation av de statistiska analyser som ligger till grund för figuren.

EFFEKTER AV VISUELL EXPONERING

I analyserna av renarnas habitat användning vid Ráikkočearru vindkraftpark (föregående kapitel) undersöktes det om renarna visade någon preferens för terräng där vindturbinerna är utom synhåll. Detta då vi antog att de skulle vandra bort från områden med stark visuell och högljudd exponering, och hellre söka sig till mer ostörd terräng. Det har inte varit möjligt att göra liknande analyser av renarna vid Roan vindkraftpark, dels för att vi har haft minimalt med renar inom cirka 5 km avstånd till parken, dels för att vindkraftparken är synlig från mycket stora områden. I realiteten är det minimalt med tillgängliga habitat som är utom synhåll (Figur 22).

Tabell 14. Lokal skala, inom 4 km. Ny 420 kV-kraftledning. Sammanfattning av effektstorlekar genom jämförelse av perioderna under och efter utbyggnad med perioden före utbyggnad. En effekt som har angetts med "–" anger en negativ effekt, det vill säga undvikande, medan "+" anger en positiv effekt, det vill säga ökad användning av områden nära ingreppet. 0 indikerar att resultatet inte visar någon effekt. Se Bilaga 1 för detaljerad presentation av resultaten från de statistiska analyserna.

Effekt	Ingrepp	Säsong	Period	Genomsnittlig ändring av avståndet till ingreppet ¹
–	Kraftledning, Blåheia	Vår	Under vs. före utbyggnad	Minskad användning med cirka 50 % inom 2 km
–			Efter vs. före utbyggnad	Minskad användning med cirka 60 % inom 2 km
0		Sommar	Under vs. före utbyggnad	Ingen signifikant ändring
0			Efter vs. före utbyggnad	Ingen signifikant ändring

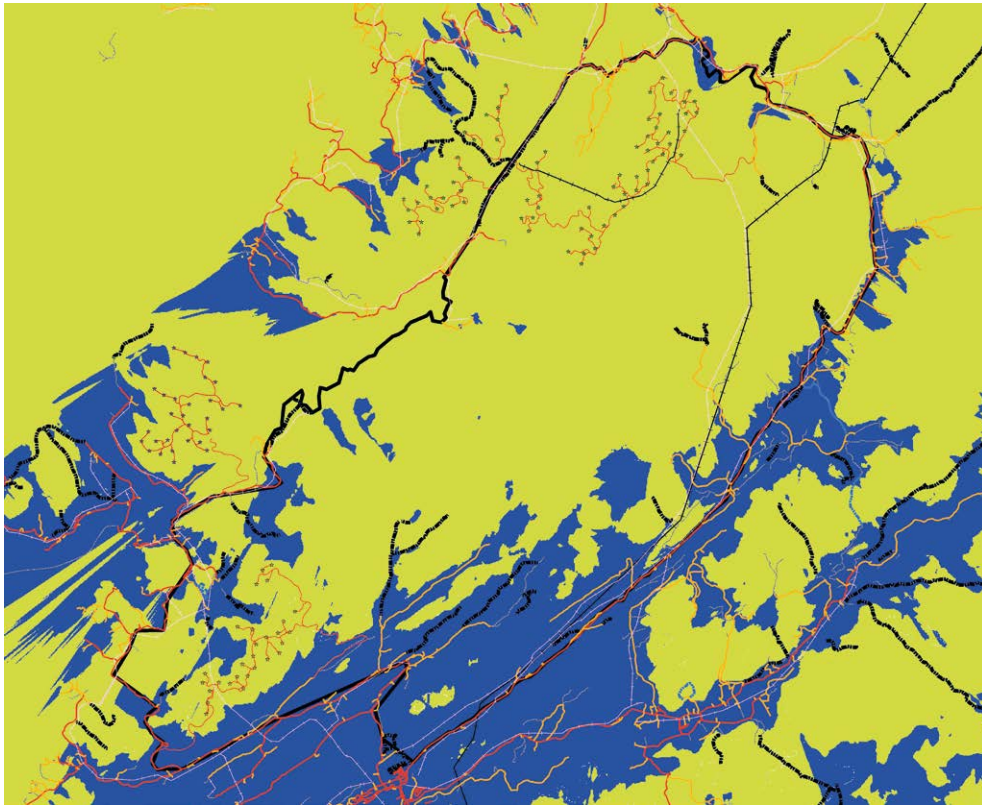
Effekt	Ingrepp	Säsong	Period	Genomsnittlig ändring av avståndet till ingreppet ¹
0		Tidig vinter	Under vs. före utbyggnad	Ingen signifikant ändring
+			Efter vs. före utbyggnad	Ökad användning med cirka 50 % inom cirka 1,5 km
0		Sen vinter	Under vs. före utbyggnad	Ingen signifikant ändring
0			Efter vs. före utbyggnad	Ingen signifikant ändring
+		Vår	Under vs. före utbyggnad	Ökad användning med cirka 50 % inom 1 km
0			Efter vs. före utbyggnad	Ingen signifikant ändring
-	Kraftledning, nord	Sommar	Under vs. före utbyggnad	Ingen signifikant ändring
+			Efter vs. före utbyggnad	Ökad användning med cirka 25 % inom 500 meter
+		Tidig vinter	Under vs. före utbyggnad	Ökad användning med cirka 50 % inom 1,5 km
-			Efter vs. före utbyggnad	Minskad användning med cirka 80 % inom 3 km
0		Sen vinter	Under vs. före utbyggnad	Ingen signifikant ändring
0			Efter vs. före utbyggnad	Ingen signifikant ändring

¹ Procenttalen har utvärderats direkt från figur 20 och 21 och är ungefärliga (det finns inga exakta matematiska uträkningar för uppskattningarna).

4.3 Diskussion

4.3.1 Effekter av vindkraft

Resultatet för renarnas habitat användning vid Roan vindkraftpark är komplicerat. Vi har haft en situation under studieperioden där renarna har använt betena i och runt vindkraftverken mycket under åren före utbyggnad, medan användningen har minskat kraftigt under och efter byggfasen. Från det perspektivet ger detta ett klart stöd till hypotesen om effekter på regional skala av vindkraftverk på renar (Strand m.fl. 2017). Men vi har också stor årlig variation under perioder före utbyggnad, något som visar att betesvariationen med tidscyklar som går över flera år är en naturlig del av renarnas habitat användning i området. Det gör det svårare för oss att dra några säkra slutsatser. Detta har också visats i en tidigare publikation (Flydal m.fl. 2019) där man analyserade effekter av en fiktiv vindkraftsutbyggnad i samma område genom att använda uppsättningar med data från de GPS-märkta renarna. Där hittade vi starka ”undvikandeeffekter” av ingrepp som inte existerade men som var ”tänkta att upprättas” i ett landskap i studieområdet med liknande förhållanden som vid Roan vindkraftpark. Den situation som vi har haft under och efter utbyggnad av Roan vindkraftpark är emellertid faktiskt mycket negativ, enligt renbetesdistriktet. Informationen som de har lämnat indikerar att renarna undviker att korsa fylkesväg 715 och vandra in i vinterbetesområdet som berörs starkast av vindkraft. De menar också att det kommer att vara problematiskt för dem om renarna vandrar in i vindparksområdet, då vägar, vägräcken, vägterrasser och plogkanter försvårar för motoriserad trafik i terrängen, och då renarna blir oroliga och vandrar i oväntade riktningar i ett sådant område. Uppsamlingen av djur blir då svår. Eftersom vi inte har haft några renar i vindparksområdet i Roan under studieperioden har vi inte haft möjlighet att studera denna typ av negativ påverkan, eller möjliga åtgärder för att minska påverkan.



Figur 22. Synlighetskarta (ljusgrönt = synlig) för Roan vindkraftpark, förutsatt att turbinerna når 146 m över marken. Beräkningen har gjorts i ArcGis. Fylkesvägen som avgränsar studieområdet ligger i dalgången i riktning från sydväst-nordost. Utanför denna dalgång kommer turbiner i studieområdet att vara synliga från majoriteten av studieområdet.

Årlig variation i habitat användning är en naturlig del av betesvariationerna i ett helårsdistrikt som i Roan. Området ligger relativt lågt och kustnära och kommer att påverkas mycket av havsklimatet. Detta innebär stora årliga växlingar i snöförhållande och is på beten. Detta kan betyda att de områden med mer vind och kalblåsta kullar som ligger högt kan vara viktiga, särskilt under perioder på senvintern. Tillgängligheten av denna typ av beten varierar från år till år, beroende på snöförhållandena. Dessutom är det längre cykler vid användning av olika delområden inom vinterbetena för att renskötseln låter lavmattorna få tid att växa igen efter perioder med mer intensivt bete och nedtryckning. Vindkraftverken ligger generellt i kustnära områden och områden högt upp med betes kvaliteter som kan vara viktiga under flaskhalsperioder på vintern när alternativa beten är mindre tillgängliga på grund av mycket snö eller is. Enskilda vinterbetesområden som berörs av utbyggnad har använts lite av renskötseln under hela studieperioden, såsom västra delen av Roan vindkraftpark, Kvenndalsfjellet och Harbaksfjellet, men de har fortfarande värde på längre sikt, eftersom växlingen i användning av beten har relativt långa cykler som tillåter att lavar växer igen. Den östra delen av Roan vindkraftpark ligger i goda vinterbeten som har använts mycket sedan vi startade GPS-märkningsprojektet i Nord-Fosen, men där användningen har gått ner mycket, särskilt de två sista åren då etableringen var i avslutande byggfas och togs i drift.

Våra resultat från habitat användningsanalyser relaterade till Roan vindkraftpark understryker problematiken kopplad till habitat användningsanalyser på regional skala för renar, då denna art är flocklevande och det är en naturlig del av renarnas ekologi med variationer av betes användning. Av den anledningen är det en förutsättning att ha tidsserier för habitat användning som är tillräckligt långa för att inkludera de naturliga betesvariationerna. I Nord-Fosen har vi en uppsättning med data från perioden före utbyggnad som är tillräckligt stor, så den täcker ett antal år med olika betesförhållanden och olika betes användning i renflockarna. För perioden efter utbyggnad har vi däremot endast två vintrar (en vinter för ledningen). Baserat på GPS-data vet vi därför inte om den starka effekten som visats i analyserna är ett uttryck för naturlig variation, eller om det är ett uttryck för en stark undvikande-effekt hos renarna. Om vi utgår ifrån upplysningarna som har lämnats av renbetes-distriktet är emellertid resultatet mindre osäkert. De menar att renflockarna inte har vandrat in i betena som ligger runt Roan vindkraftpark för att de störs av vindturbinerna och/eller byggarbetet. Renarna avbryter därför det naturliga vandringsmönstret ut till detta område, för att korsa fylkesväg 715.

Vår utvärdering är att hypotesen om att vindkraftverk medför undvikande-effekter hos renar styrks av resultatet från studien i Nord-Fosen. Med tanke på att antalet renar som använder det berörda området är klart lägre under åren efter utbyggnad, även under åren med minst användning före utbyggnad, är det troligtvis en undvikanderespons på långt avstånd som vi har dokumenterat. Den starka minskningen på regional skala, inklusive minskad användning av studieområdet i sin helhet, är i så fall betydligt starkare än vad våra andra studier i inom Vindval (både på norska och svenska sidan av gränsen) har visat. Renskötseln har förklarat att detta kan ha ett samband med att djurens motivation till att korsa fylkesväg 715 har minskat på grund av mer störning inom detta vinterbete som helhet. Kanske är också den starka negativa effekt vi har funnit på regional skala en kombination av en naturlig betesvariation och ett undvikande av vindkraftparken. För att dokumentera de olika orsakssambanden med större säkerhet krävs en förlängd studie, med data från flera år efter utbyggnad och systematiserad information om hur renskötseln upplever problem kopplade till vindkraftsanläggningarna och eventuellt ändrar sitt förflyttningsmönster till följd av detta (McDonagh och Tuulentie, 2020). Man bör också ha större fokus på själva ”ingångspartiet” till studieområdet, det vill säga områdena längs fylkesväg 715, för att på ett säkrare sätt bedöma hur djuren korsar denna fylkesväg i minskad utsträckning under efterperioden.

På lokal skala hittade vi inga signifikanta ändringar, men huvudorsaken till detta kan vara att datamaterialet är för litet. Vi hade bara några få GPS-märkta djur i områdena i korta perioder under och efter utbyggnad. De flesta av dessa djur var också relativt långt bort från själva vindparksområdena under efterperioden och därmed sågs inte vindkraftparken som tillgänglig för dessa djur. Dataunderlaget kan därmed ha varit för ”tunt” för att kunna dokumentera eventuella signifikanta effekter. Detta är också anledningen till att vi inte kunde gå vidare med att analysera mer specifika orsakssamband, som exempelvis responser på ökad trafik i parken och buller från vindturbinerna.

4.3.2 Effekter av 420 kV-ledningen

De generella trenderna i resultatet för renarnas habitatanvändning kopplat till 420 kV-ledningen är oklara och svårtolkade. En svaghet med analyserna är att både under- och efterperioden består av en relativt kort tidsserie. Habitatanvändningen kan därmed vara påverkad av naturlig variation mellan åren, men om det var en kraftig negativ effekt av byggverksamheten och/eller själva kraftledningen borde de negativa effekterna ha konkurrerat ut dessa naturliga variationer. Det har de tydligen inte gjort och det är därför inte möjligt att dra slutsatsen att byggverksamheten eller kraftledningen har haft så stark negativ effekt att den har påverkat habitatanvändningen på en rumslig skala ut till 4 km avstånd, i alla fall inte för alla säsonger. Det som försvårar bedömningarna är att resultaten mellan säsongerna varierar mellan de två studieområdena, till exempel finns det en stark negativ effekt vid Blåheia under driftsfasen på våren, medan effekterna i Nord är positiva på våren. Detta kan höra ihop med att Trønder Energi genomförde byggverksamhet här ända fram till kalvningsperioden våren 2019, men i så fall är effekterna kopplade till byggverksamheten och inte till ledningen i sig själv.

Som väntat utifrån den kunskap vi har om renarnas betesvariation på Fosenhälvön under året, var det stor årlig och säsongsmässig variation i andelen av GPS-data för renar i de tre aktuella vinterbetesområden (Roan, Blåheia och Nord) som ledningen passerar. Detta resultat visas endast i Bilaga 1, men det underbygger en generell konklusion om att habitatanvändningsanalyser på regional skala i detta område innebär stor osäkerhet när vi studerar effekter av infrastruktur, då vi inte vet om det är naturlig betesväxling eller negativ påverkan från infrastruktur som vi observerar (Flydal m.fl. 2019). På regional skala hade vi få renar i Roan och Blåheia jämfört med Nord-området under de flesta säsongerna under bygg- och driftsfas av ledningen. Detta skulle kunna tyda på stark negativ påverkan från ledningen i dessa områden, men ändringen av habitatanvändningen skulle lika gärna kunna bero på andra orsaker. Vi fann därför ingen grund till vidare habitatanvändningsanalyser på regional skala. På mindre skala (4 km avstånd från ledningen) visade habitatanvändningsanalyserna inte liknande resultat. Det vill säga vi fann mer användning under och efter utbyggnad under några säsonger och i några områden, och ingen ändring eller mindre användning under andra säsonger och i andra områden. Habitat-användningsanalyserna ger därför ingen grund för att kunna hävda att ledningen har haft negativ påverkan på renarnas användning av betena. Detta strider mot det renskötseln har berättat, och det är oväntat för byggperioden där tidigare studier har dokumenterat negativa effekter (till exempel Eftestøl m.fl. 2016). En möjlig förklaring är att byggperioden är en lång sammanhängande period och att det stora delar av perioden inte har varit något aktivt byggarbete när djuren är i närområdet. Det är också viktigt att framhålla att renskötseln menar att den nya ledningen och byggarbetet kopplat till denna är en stor del av orsaken till att renarna har haft ökad användning av Nord-området jämfört med Blåheia och Roan-området. Andelen GPS-data från märkta renar i de olika vinterbetesområdena per år och säsong (se Bilaga 1) stämmer delvis överens med renskötselns erfarenheter. Detta kan alltså tyda på att i synnerhet byggarbetet vid ledningen har haft påverkan på regional skala på renarnas habitatanvändning.

Eventuell mer lokal påverkan, eller barriäreffekter, från ledningen har inte dokumenterats tydligt vid GAM-modellering (Bilaga 1). Här visade modellerna att det fanns stora variationer i sannolikheten för att renarna använde områden med olika avstånd till ledningen, men det fanns ingen genomgående trend med minskad

sannolikhet för användning på korta avstånd. Det är osäkert hur många andra miljöfaktorer som inte har inkluderats i en GAM-modell, eller tillfälligheter som ger utslag på kurvorna. Vi måste också reservera oss för att tidsintervallet mellan GPS-positioner som ligger till grund för analyserna är stort (180 min) och att det är en begränsad period med datainsamling efter att ledningen var färdigbyggd (cirka ett år). Det kan därför finnas nyanser i renarnas beteende som vi inte fångar upp i analyserna. Möjliga barriäreffekter eller lokala undvikandeeffekter kan därför förekomma på mindre tidsmässig eller rumslig skala, även om vi inte har kunnat dokumentera det.

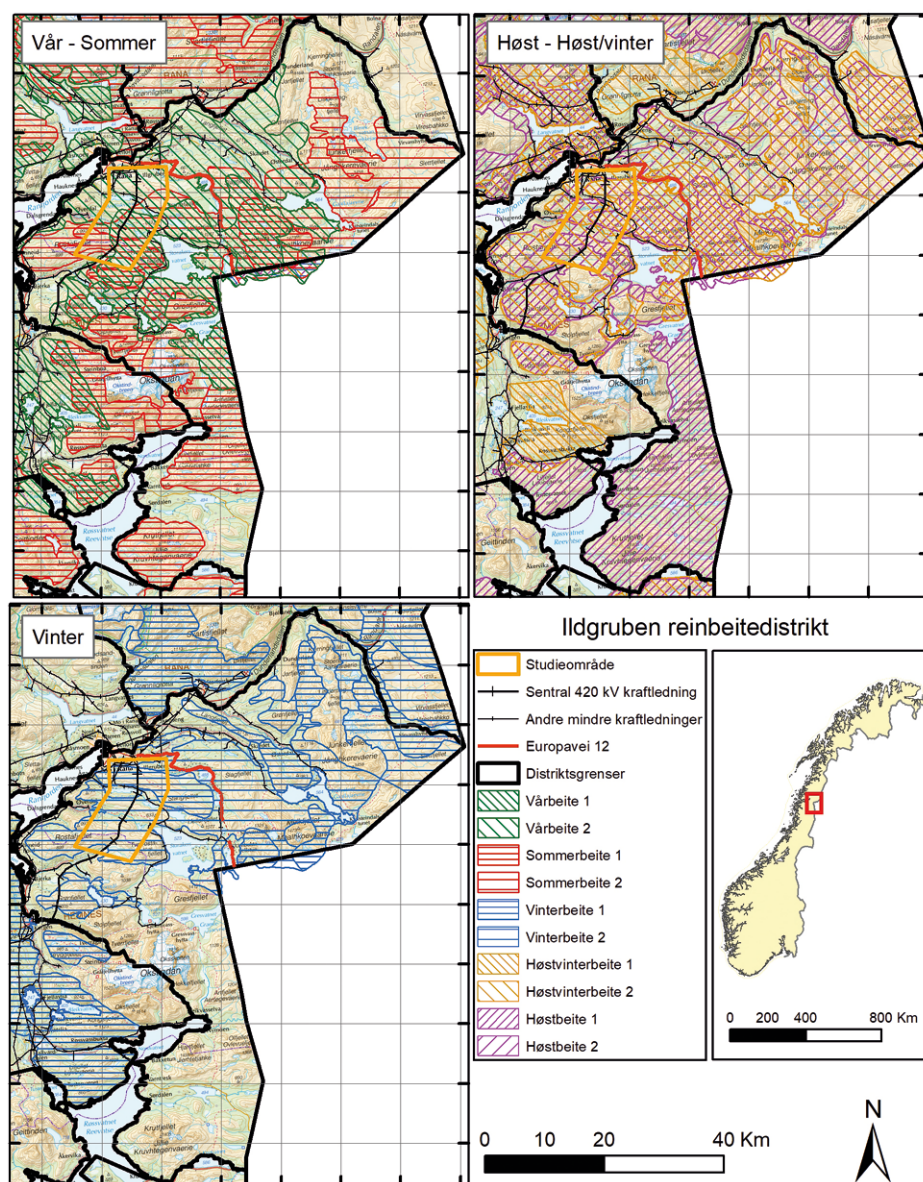
Innan några slutgiltiga slutsatser kan dras bör flera år med efterdata samlas in. Detta gäller särskilt om det är störningar från byggverksamheten som ”sitter kvar” hos djuren i början av driftfasen. På renskötselns fackspråk finns det något som heter ”spalkat”. Detta betyder att om renarna har blivit skrämde från ett område eller upplevt ett område som belastande kan det medföra en period i efterhand då renarna inte vågar vandra dit på nytt.

5. Ildgruben

5.1 Områdesbeskrivning

5.1.1 Kraftledningen

I Nordland finns en 420 kV-ledning i nord- och sydgående riktning inom centralnätet för landsdelen. Detta är den högsta spänningsnivån på ledningsnätet i Norge. Ledningen passerar centrala beten i Ildgruben renbetesdistrikt (Figur 23). Ledningssträckan Rana-Nedre Røssåga var färdigbyggd 1992 (Riibe & Weyergang-Nielsen 2010).



Figur 23. Ildgruben renbetesdistrikt. Studieområdet ses i västra delen av distriktet, 4 km på varje sida av central 420 kV-ledning som går från Mo i Rana och söderut.

5.1.2 Renskötseln

Ildgruben renbetesdistrikt ligger i fylket Nordland, öster och sydöst om Mo i Rana. Distriktet har två aktiva sitor som driver tillsammans hela året. Högsta renantalet är 900 och den totala betesarean är 2706 km². Driftsdata för distriktet de senaste tio åren ges i Tabell 15. Det faktiska renantalet har varierat från 890 (under renskötselåret 2016/2017) till 1 458 (under renskötselåret 2001/2002) de senaste 20 åren.

Ildgruben är ett helårsdistrikt, det vill säga att alla säsongsbeten finns i ett samlat område (Figur 23). Distriktet har utsatts för en rad stora vattenkraftsutbyggnader de senaste 60–70 åren, bland annat i samband med Rana-utbyggnaden. Detta har medfört direkta områdesförluster på grund av dämning. Vid vattenkraftsutbyggnaderna anlades också vägar, och detta har öppnat upp för andra typer av ingrepp, som byggande av fritidshus. Ildgruben är därför ett distrikt med stor samlad belastning i form av ingrepp och mänskliga störningar.

Förflyttningsmönstret i Ildgruben är flexibelt och beror på betes- och snöförhållanden. Generellt är flocken ofta samlad nära E12 på senvintern där kompletterande utfodring ofta sker, då distriktet har förlorat viktiga vinterbeten på östra sidan av riksgränsen i samband med att den norsk-svenska renbeteskonventionen uppdaterades 2009. Svåra snöförhållanden och begränsad tillgång till lavbeten de senaste åren, förmodligen på grund av klimatförändringar, har förstärkt behovet av utfodring. Förutom perioden med eventuell kompletterande utfodring betar renarna i den västra, norra och östra delen av distriktet under vinterperioden. Områdena längst söderut används sällan, men i ett långsiktigt perspektiv är även dessa områden viktiga. Utöver våren och kalvningstiden kommer områdena nära ledningen att användas relativt mycket, innan flockarna som vandrar till sommarbeten längre söderut eventuellt samlas upp för kalvmärkning innan djuren vandrar ut igen till olika beten under hösten. Distriktet har både samlings- och märkningsgärde vid Storakersvatnet. Huvudgärdet längs E12 kan också användas till detta. Mobila gärderna kan också användas under enskilda år för mindre flockar. På hösten och fram till vinterslakten är renarna tillbaka igen i områden som berörs av 420 kV-ledningen. Beroende på betesförhållanden kan djuren då bli kvar i gärdet för kompletterande utfodring. Ofta öppnas gärdet upp och djuren vandrar fram och tillbaka mellan utfodringsstationerna och de kringliggande områdena. Före kalvning drivs djuren mot utvalda kalvningsområden beroende på betesförhållandena. Fjällryggarna längs den aktuella 420 kV-ledningen kan användas året om. Användningen inom 4 km påverkas inte nämnvärt av renskötseln i den dagliga aktiviteten och tillsyn av flocken, med undantag för att renarna kan drivas förbi ledningen, först och främst längs ryggen till Storfjellet, före kalvning om de västra områdena har bra beten.

Tabell 15. Driftsdata för Ildgruben renbetesdistrikt (Reindriftsförvaltningen 2020).

År	2009/ 2010	2010/ 2011	2011/ 2012	2012/ 2013	2013/ 2014	2014/ 2015	2015/ 2016	2016/ 2017	2017/ 2018	2018/ 2019
Renantal den 31 mars	965	931	1014	953	899	896	898	890	888	861
Slaktvikter vaja > 2 år	34,6	36,0	35,1	33,8	33,3	33,5	34,0	35,5	35,0	36,6
Slaktvikter kalv	22,7	21,6	20,8	21,2	22,9	22,4	21,3	22,9	22,3	23,9

5.1.3 Avgränsning av studieområdet

I detta projekt har målsättningen varit att undersöka renarnas direkta respons på störningar från kraftledningar. Detta betyder att vi har fokuserat på habitat användning på lokal skala och eventuella barriäreffekter. Eftersom GPS-studier av ren och caribou under de senaste tio åren inte har dokumenterat någon påverkan på regional skala (se till exempel Plante m.fl. 2018, Eftestøl m.fl. 2016), har det också varit av största intresse att undersöka om påverkan kan förekomma vid direkt exponering.

Ledningen passerar tre fjällrygggar som utgör separata områden med fjällbeten. Detta är därför utgångspunkten för avgränsningen av studieområdet. För att uppnå ett tillräckligt stort datamaterial med GPS-positioner bestämdes det att områden på upp till 4 km avstånd från ledningen på varje fjällrygg skulle inkluderas. Genom denna avgränsning har vi möjlighet att undersöka effekten av ledningen på var och en av ryggarna. GPS-positioner i dalarna mellan fjällryggarna har exkluderats från analyserna. Vi har även exkluderat data där rörelsehastigheten har varit mer än 2 km/h. Detta för att undvika effekter från drivning, samt eventuellt andra reaktioner på grund av rädsla/flykt då det inte är troligt att en kraftledning i sig skulle utlösa sådana reaktioner. Vi har analyserat sommar (1 maj–30 oktober) och vinter (1 november–30 april) var för sig.

UNDVIKANDEEFFEKTER

Vi har antagit att hela studieområdet inom varje enskild fjällrygg, det vill säga områdena inom en radie på 4 km, har varit tillgängligt för djuren på den enskilda ryggen, oberoende av säsong. Vi har analyserat data för två säsonger: vinter (1 november–30 april) och sommar (1 maj–31 oktober). Vi har analyserat data genom att använda RFS, regressionsanalyser (Resource selection function; Manly m.fl. 2002), i en generaliserad linjär modell (GLMM) i analysprogrammet R (Bates m.fl. 2014). Förutom avståndet till 420 kV-ledningen inkluderade vi även höjd över havet som en variabel. Analys av habitat användningen inom 4 km avstånd till ledningen på de tre fjällryggarna har gjorts genom RSF (Manly m.fl. 2014) och GLMM i R (Bates m.fl. 2014). Tillgängligt område för renarna definierades ut till 4 km avstånd, oberoende av individuella hemområden. I analyserna har höjd över havet inkluderats som enda miljöfaktor (kovariat). Vegetationstyp överensstämmer med höjd över havet i hög grad i detta område, så den kunde inte användas som en oberoende faktor. Datamaterialet med GPS-positioner var inte tillräckligt stort för att flera miljöfaktorer skulle kunna inkluderas i analyserna. De enskilda renar (GPS-sändare) har för varje år tagits med som en tillfällig faktor för att ta hänsyn till tillfälligheter mellan individer. För att illustrera resultaten av RSF-modellen har vi uppskattat den relativa sannolikheten för att djuren väljer att vara på olika platser i förhållande till avstånd från 420 kV-ledningen för var och en av de tre fjällryggarna för båda säsongerna.

BARRIÄREFFEKTER

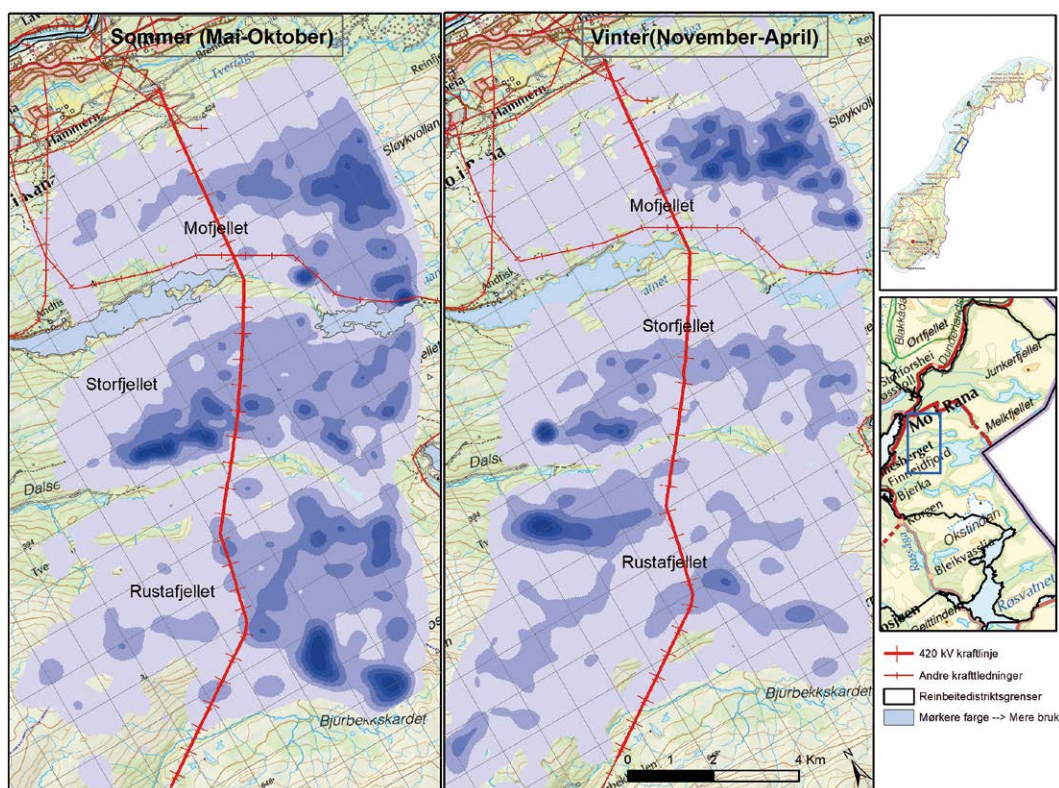
Förutom undvikandeffekter kan en kraftledning även fungera som en barriär. I det avseendet har vi jämfört användningarna på båda sidorna av kraftledningen. Vi har dessutom analyserat förändring i rörelsehastigheten mot eller bort från kraftledningen. Hypotesen är att det kommer att vara färre djur på ”baksidan” av kraftledningen vid en barriäreffekt, det vill säga på västsidan i det här fallet, samt att rörelsehastigheten mot ledningen avtar ju närmare ledningen man kommer.

5.2 Resultat

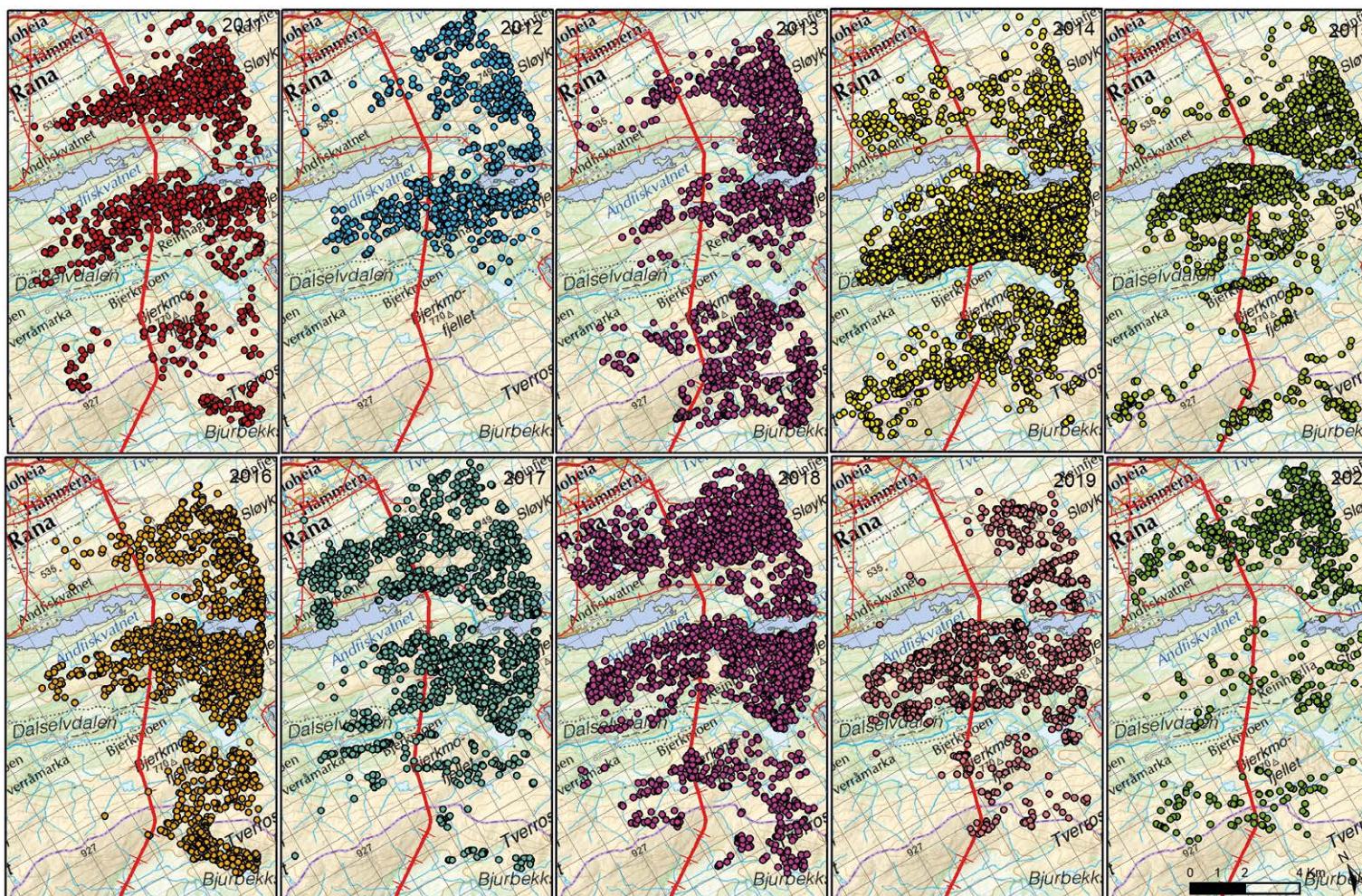
Mer än 600 000 GPS-positioner från cirka 100 GPS-märkta vajor har inhämtats under perioden 2011–2020. GPS-positioner har registrerats inom ett intervall på 2 timmar. För att bara studera frigående djur har vi tagit bort data från perioderna då renarna har varit inhägnade eller varit under drivning, samt två dagar före och efter sådan aktivitet. I analyser där vi har fokuserat på habitatanvändning kopplad till 420 kV-ledningen har det varit knappt 50 000 GPS-positioner som har varit inom studieområdet (upp till 4 km bort från kraftledningen). Uppsättningen med data av GPS-positioner i studieområdet var tillräcklig för analys av två huvudsäsonger per år: vinterhalvåret (1 november–30 april) och sommarhalvåret (1 maj–31 oktober).

5.2.1 Allmän habitatanvändning i studieområdet

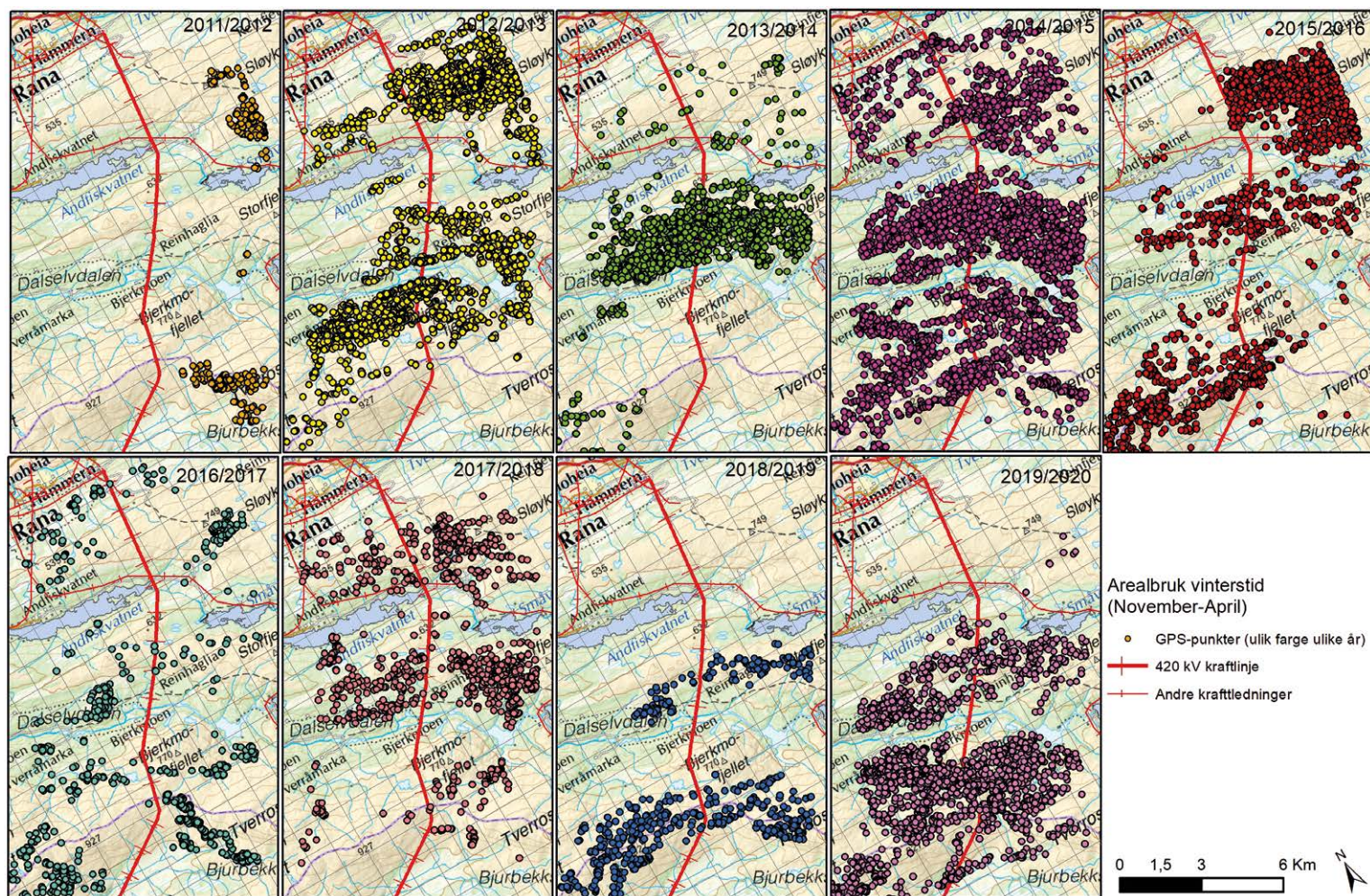
Kernel density-kartan som visar den relativa fördelningen av GPS-positioner på var och en av de tre fjällryggarna inom 4 km från den centrala 420 kV-ledningen från Mo i Rana och söderut, ses i Figur 24. Generellt är det färre djur väster om ledningen, på Mofjellet, både under sommaren och på vintern, men tydliga liknande skillnader finns på de två andra ryggarna. Det kan se ut som att det sker en plötslig förändring i habitatanvändningen vid ledningen, både för Mofjellet och Rostafjellet, under vinter respektive sommar. För Storfjellet finns det inte något likande generellt mönster. Det är även viktigt att notera att antalet djur/GPS-punkter varierar mycket från år till år på var och en av ryggarna och för både sommar och vinter (Figur 25 och Figur 26).



Figur 24. Kernel density-kartan (99 % KDE) visar den relativa habitatanvändningen inom 4 km från kraftledningen på var och en av de tre fjällryggarna (analyserad oberoende av varandra, så det säger ingenting om användningen mellan de olika ryggarna).



Figur 25. Habitatanvändningen inom en radi på 4 km längs 420 kV-ledningsspåret under sommarhalvåret (1 maj–30 oktober). GPS-positionerna i dalarna mellan de tre ryggarna har inte inkluderats. Detta för att tydligt kunna skilja de tre ryggarna åt (detsamma gäller för Kernel density-kartan, Figur 24).



Figur 26. Habitatanvändningen inom en radi på 4 km längs 420 kV-ledningsspåret under vinterhalvåret (1 november–30 april). GPS-positionerna i dalarna mellan de tre ryggarna har inte inkluderats. Detta för att urskilja de tre ryggarna (detsamma gäller för Kernel density-kartan, Figur 24). På själva fjällryggarna finns det ingen annan infrastruktur.

5.2.2 Renskötarnas erfarenheter

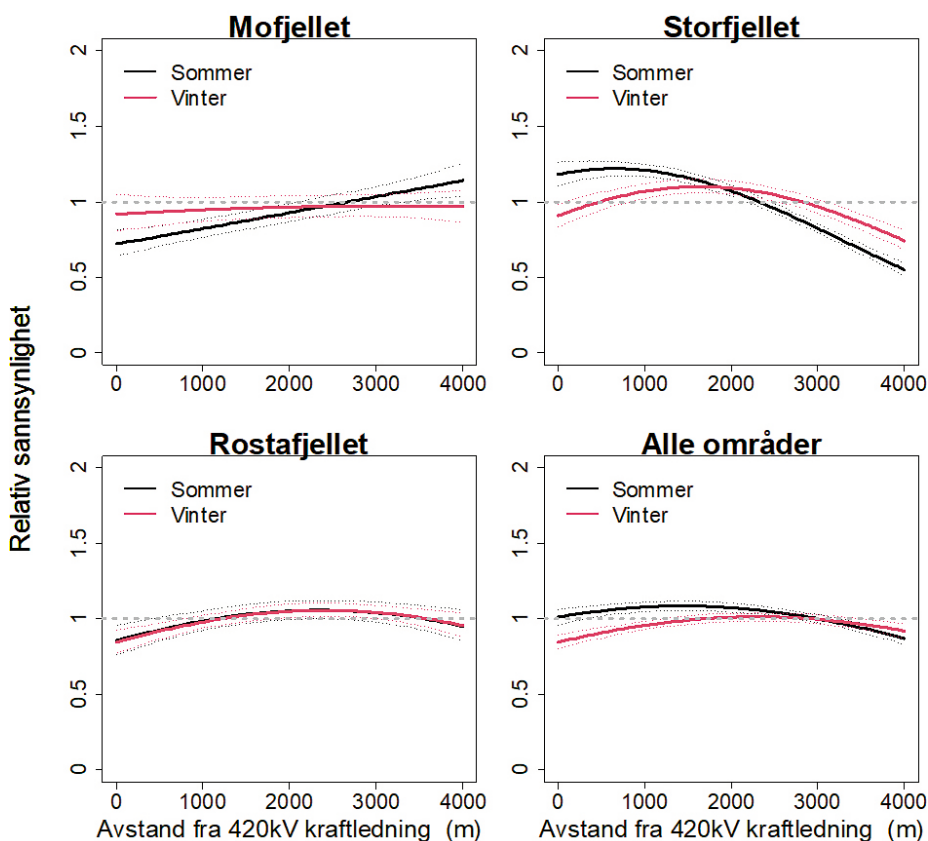
Renskötelsen har upplevt att djuren på den norra fjällryggen, Mofjellet, inte passerar området där kraftledningen ligger. Detta gäller först och främst när renarna vandrar västerut, det vill säga utför i sluttande terräng, och där kraftledningen ligger lägre i terrängen. Det är också värt att notera att ryggen är smalare i detta område jämfört med både längre österut och jämfört med de två andra fjällryggarna. Vanligtvis är djuren här tidigare på vintern då koronarladdningen kan vara hög på grund av temperatur och luftfuktighet, och turbulens från vind också kan vara högre. För de två andra fjällryggarna upplever inte renskötelsen några särskilda effekter på habitat användningen. Undantaget är när renskötarna driver djur österut från de västra områdena på Rostafjellet. På samma sätt som vid Mofjellet sluttar då också terrängen mot kraftledningen. Innan ledningen byggdes brukade renskötelsen ta en lite mer direkt rutt ned längs den södra delen av ryggen. Här går terrängen relativt brant ner mot ledningen och det var den kortaste ruten för drivning vidare mot gärdes anläggningarna längre österut. Efter att kraftledningen byggdes har det varit enklare att välja en något mer nordlig rutt ned från Rostafjellet. Denna är något längre, men på grund av de problem som uppstått längs det ursprungliga drivnings-spåret är detta nu mer effektivt. Här är terrängen planare in mot ledningen och då går drivningen fint. Renskötarnas uppfattning är att kraftledningens påverkan varierar, kanske genom att den framstår mer som en fysisk barriär längs den södra delen av fjällryggen jämfört med längre norrut, där det är planare in mot ledningen och därmed är lättare för renarna att se att man kan passera under. Det är också mycket vind i området och eftersom vind kan göra djur oroliga kommer detta ge särskilt utslag när de drivs ner i terrängen. Då är djuren generellt sett är mer nervösa jämfört med när de drivs rakt, eventuellt uppåt i terrängen. Det verkar som att kombinationen av flera förhållanden – drivning nedåt i terrängen, väderförhållanden med vind och/eller korona, och trång passage av en ledning – kommer att försvåra drivning. Drivning från väst till öst på Mofjellet och Storfjellet är sällan något problem. På Mofjellet går det uppåt i terrängen, men på Storfjellet är det planare och bredare.

Den mänskliga aktiviteten på de tre ryggar skiljer sig, med mest aktivitet på Mofjellet. Detta beror på att ryggen ligger närmare Mo i Rana. En byggväg kommer upp inte så långt från kraftledningen i den norra delen av studieområdet, cirka 2–3 km norr om själva Mofjellryggen. Vägen svänger österut ungefär vid skogsgränsen och går över i en stig som fortsätter vidare österut längs själva Mofjellryggen. Enligt vår uppfattning korrelerar den inte riktigt med kraftledningen. Det är också naturligt att tänka sig att skidåkare som kommer upp längs byggvägen kommer att åka vidare upp mot toppen och inte längs själva kraftledningen om det är vandrare i området. Renskötarna har inte antagit att olikheter när det gäller graden av mänsklig aktivitet på de tre fjällryggarna är relaterade till olikheter i habitat användningen.

5.2.3 GPS-data – habitatanvändning relaterad till kraftledningen

UNDVIKANDE

Resultaten för vinterhalvåret (1 november–30 april) och sommarhalvåret (1 maj–31 oktober) visas i Figur 27. Analyserna visar en nedgång i användning vid kortare avstånd till ledningen för Mofjellet på sommartid, men det finns inte någon tydlig trend på vintern. För Rostafjellet är det en svagt nedåtgående trend inom 1 km avstånd både på sommaren och vintern, medan vi för Storfjellet såg en ökad användning nära ledningen på sommaren. Resultaten för Storfjellet på vintern är svårare att tolka, med en maximal användning runt 2 km från ledningen och därefter minskad användning, både när man närmar sig ledningen och när man ökar avståndet. För alla tre fjällryggarna tillsammans är det en svag minskning i användning vintertid inom cirka 1 km, medan det inte finns någon trend sommartid. Effekterna för varje fjällrygg och säsong har sammanfattats i Tabell 16.



Figur 27. Relativ sannolikhet för användning av habitat hos renarna (RSF-modeller), relaterad till avstånd från 420 kV-ledningen på tre fjällryggar i Ildgruben renbetesdistrikt. Analysen har utförts för områden inom ett avstånd på 4 km till ledningen.

Tabell 16. Sammanfattning av effekter från analysen av renarnas habitat användning relaterad till kraftledningen på tre separata fjällryggar. "–" anger en negativ effekt, "+" är en positiv effekt, och 0 är ingen effekt. Alla trender har utvärderats i enlighet med förväntad relativ sannolikhet 1, och 95 % konfidensintervall för trendlinjen.

Effekt	Delområde	Säsong	Renarnas användning relaterad till avstånd från ledning
0	Mofjellet	Vinter	Ingen statistisk skillnad
–		Sommar	Cirka 20 % lägre än förväntat inom 1,5 km
0	Storfjellet	Vinter	Ingen statistisk skillnad
+		Sommar	Cirka 20 % högre användning än förväntat inom 2 km
–	Rostafjellet	Vinter	Cirka 10 % lägre användning än förväntat inom 1 km
–		Sommar	Cirka 10 % lägre användning än förväntat inom 1 km

BARRIÄREFFEKTER

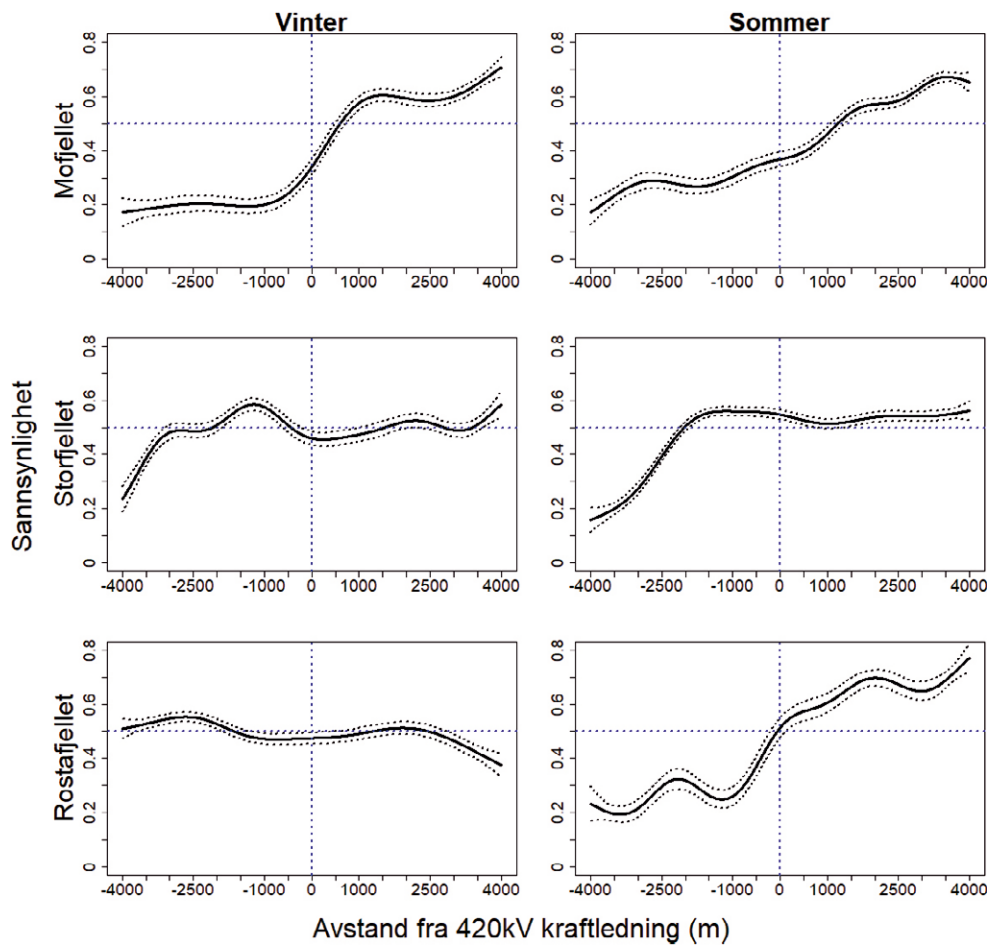
Negativa resultat från habitat användningsanalyserna och eventuellt positiva resultat, såsom på sommaren på Storfjellet (Figur 27), kan ha orsakats av barriäreffekter. Det vill säga att renarnas vandrings-/betesmönster stannar upp in mot kraftledningen om en flock rör sig över en av fjällryggarna där ledningen finns. Här presenterar vi därför enskilda kompletterande GAM-analyser som återspeglar detaljerna kring habitat användningen på båda sidorna av kraftledningen (Figur 28 och Figur 29). Vi ser också hur rörelsehastigheter stämmer överens med avstånd till kraftledningen (Figur 30 och Figur 31). I dessa har inte andra miljöfaktorer som höjd över havet inkluderats, så det är en större osäkerhet kopplad till naturlig variation, men denna typ av modeller kan få fram större nyansskillnader i användningen nära ledningen⁹.

Genom att studera Figur 28 kan vi se att det är möjligt att kraftledningen har en effekt även om den inte generellt leder till undvikande (Figur 27). Till exempel finns en plötslig ändring i habitat användningen runt kraftledningen på vintern och sommaren för Mofjellet respektive Rostafjellet. På 1 km avstånd blir detta ännu tydligare (Figur 29). Då är det också till synes mindre trender även på de andra ryggarna/säsongerna precis i närheten av kraftledningen. Dessa trender är emellertid så små, att även om effekterna skulle vara reella har de förmodligen ingen biologisk betydelse.

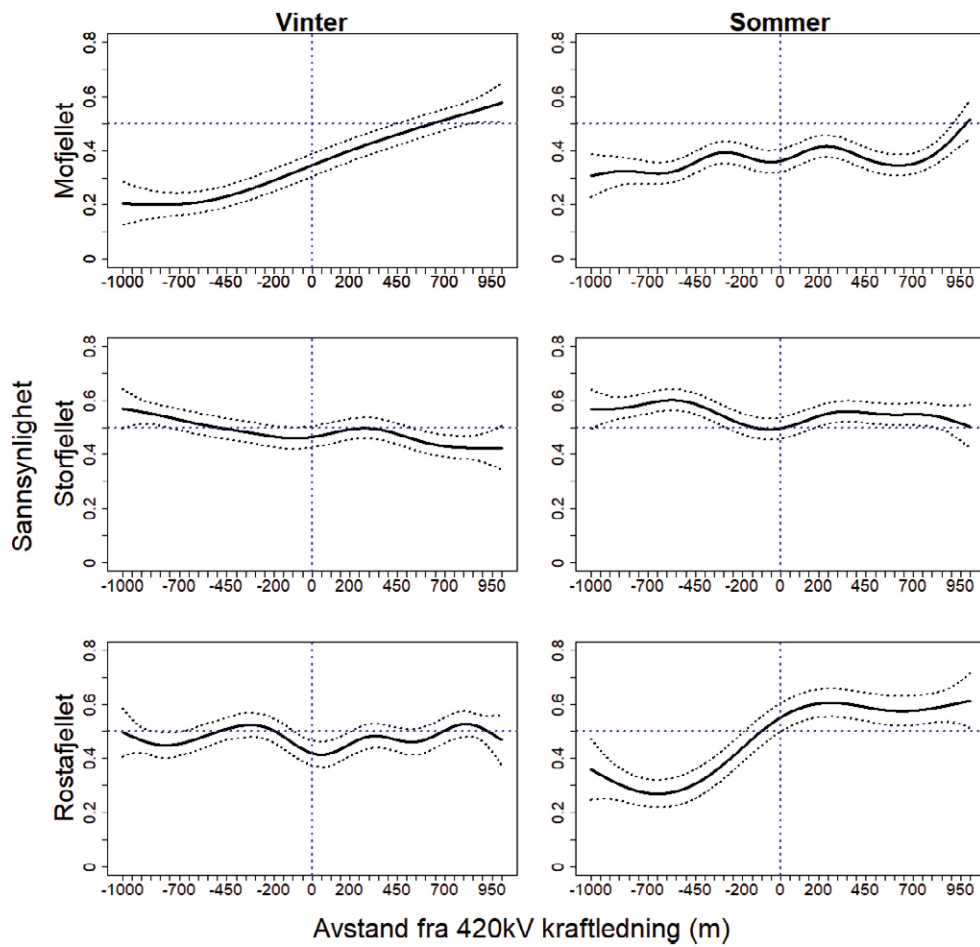
Ändringarna i habitat användningen på både Mofjellet vintertid och Rostafjellet sommardag, med en kraftig minskning av djur från ungefär där kraftledningen ligger och vidare västerut, kan ha orsakats av barriäreffekter, men det kan också vara topografi och fördelning av snö (särskilt på Mofjellet). Om det är reella barriäreffekter skulle, förutom ändringar i habitat användningen, även förväntas utslag på riktad rörelse genom att djuren rör sig med lägre nettost hastighet ju närmare de kommer ledningen. Vi har analyserat data väster och öster om ledningen separat eftersom renskötseln har upplevt olika effekter beroende på vilken sida renarna befinner sig.

Genom att betrakta enskilda resultat för Mofjellet jämfört med Storfjellet och Rostafjellet (Figur 30 och Figur 31), såg vi en tendens till att rörelsehastigheten bort från kraftledningen var något högre jämfört med rörelsehastigheten mot ledningen för Mofjellet.

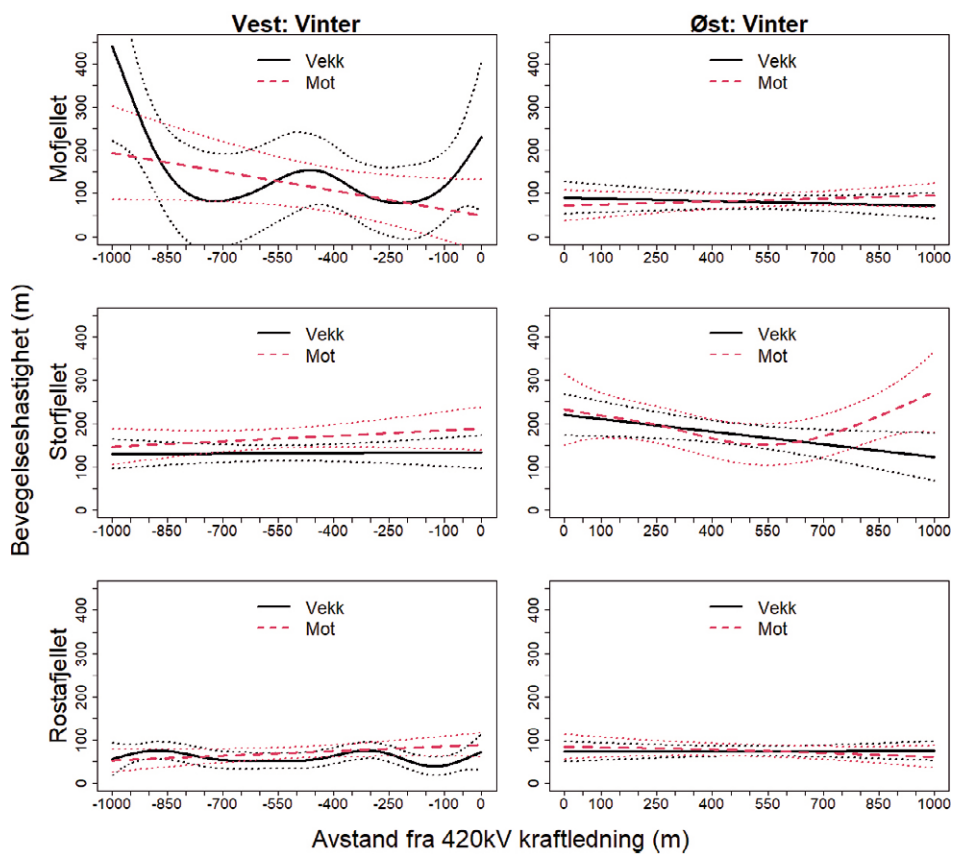
⁹ I slutgiltiga publiceringar i vetenskapliga tidskrifter kommer det att utvärderas huruvida andra förväxlingsfaktorer ska inkluderas.



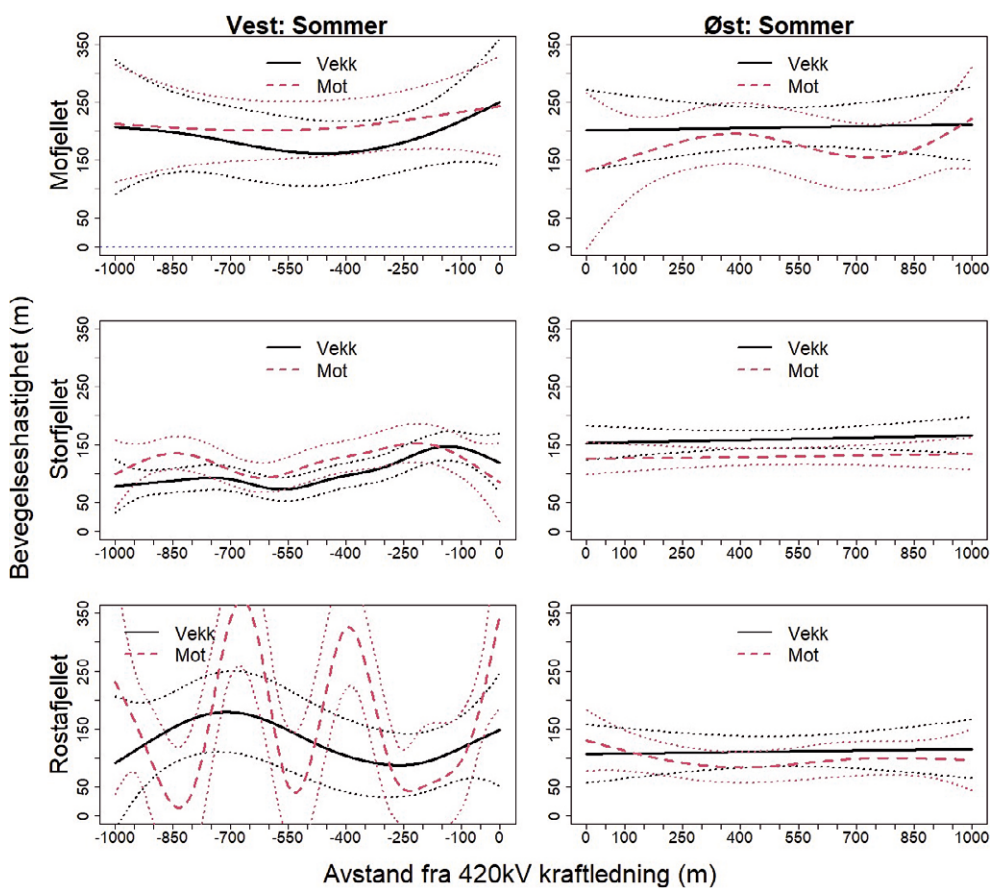
Figur 28. Förenklad GAM-analys (Generalized additive model) av fördelningen av djur i en öst-västlig riktning, där kraftledningen finns vid 0 meter och områdena väster om ledningen går från 0 till -4 000 m, medan områdena öster om ledningen går från 0 till 4 000 m. Blå prickad linje motsvarar kraftledningens placering.



Figur 29. Förenklad GAM-analys (Generalized additive model) av fördelningen av djur i en öst-västlig riktning, där kraftledningen finns vid 0 meter och områdena väster om ledningen går från 0 till -1000 m, medan områdena öster om ledningen går från 0 till 1000 m. Blå prickad linje motsvarar kraftledningens placering.



Figur 30. Genomsnittlig rörelsehastighet (med 95 % konfidensintervall) vintertid för djuren som rör sig mot ledningen och bort från ledningen på östra respektive västra sidan.



Figur 31. Genomsnittlig rörelsehastighet (med 95 % konfidensintervall) sommartid för djuren som rör sig mot ledningen och bort från ledningen på östra respektive västra sidan.

5.3 Diskussion

De effekter som har dokumenterats för renarnas habitat användning i områden som påverkas av en 420 kV-ledning i Ildgruben pekar i olika riktning. Några svaga negativa effekter med minskad användning av habitat nära ledningen har hittats, men även motsatta tendenser med ökad användning nära ledningen. Sammanfattningsvis stämmer detta överens med senare års publikationer för *Rangifer* där man inte har upptäckt någon generell negativ påverkan av kraftledningar på djurens habitat användning förutom under byggfasen (se till exempel Colman m.fl. 2015, Eftestøl m.fl. 2016, Plante m.fl. 2018). Barriäranalyserna visar till synes svaga och otydliga effekter. Utifrån detta kan vi inte säga att resultaten styrker en allmän hypotes om negativ effekt på renarnas beteende och habitat användning vid direkt exponering av kraftledningar med användning av GPS-data. Det är fortfarande möjligt att ledningen kan ha signifikant negativ påverkan under särskilda miljöförhållanden, såsom till exempel synlig UV-strålning (Tyler m.fl. 2016), eller i situationer med vandring/drivning i sluttande terräng vilket rensköterna har förmedlat att de upplever på två av fjällryggarna där ledningen passerar. Terrängens samverkan med ledningar och andra störningar, alltså platsspecifika effekter, är något vi har hört från renskötare i många sammanhang tidigare. Det är känt att renarna kan vara särskilt mottagliga för störningar vid flaskhalsar i terrängen, eller när de rör sig nedåt, och därför rör sig i oönskad riktning vid möte med bland annat ledningar och vägar (se till exempel Beyer m.fl. 2016). I det avseendet är det av intresse att GPS-datan visar de största negativa barriäreffekterna på vintern på Mofjellet, där även renskötseln har upplevt negativa effekter på frigående djur. Under projektet har vi inte haft resurser för att undersöka UV-ljus mer specifikt, Vi har emellertid undersökt möjlig påverkan av UV-ljus i ett tidigare forskningsprojekt (Eftestøl m.fl. 2018) och fann då inga tydliga indikationer på att detta är ett stort problem. Detta baserades bland annat på analyser av lokal habitat användning runt ett större antal ledningar i SVR:s vildrensområde i Sydnorge.

Vidare är det viktigt att nämna att en kraftledning följer mindre och större dalar i terrängen. Det är därför möjligt att kraftledningen korrelerar med andra faktorer som har betydelse för habitat användningen (Colman m.fl. 2017). I avsaknad av data från tiden innan en ledning byggdes måste man därför vara försiktig med att dra slutsatser om möjliga effekter.

Sammanfattningsvis har vår studie om renarnas habitat användning och rörelsehastigheter vid 420 kV-ledningen visat att en sådan ledning oftast inte har en väsentlig negativ effekt. Detta är också vanligtvis rensköternas erfarenhet, såvida inte terräng- och väderförhållanden är krävande. Vi måste ändå vara öppna för att det kan finnas barriäreffekter kopplade till ledningar där renar passerar i sluttande terräng, om det är trång terräng eller särskilda väderförhållanden som till exempel koronauraddning. Det krävs mer data på liten skala (direkt exponering av ledning) och vid olika platsspecifika förhållanden för att detta ska kunna undersökas närmare.

6. Sammanfattande diskussion

6.1 Allmänna effekter

Vi har studerat två olika typer av ingrepp: Vindkraftverk med rörliga rotorblad, vägar, vägterrasser och vägräcken och mänsklig trafik kopplad till drift och underhåll av vindkraftverken, och kraftledningar som inte inkluderar några av dessa andra störande element. Det är inte överraskande att vindkraftverk visar de tydligaste negativa effekterna. Det är väl känt att vägar och mänsklig aktivitet kan ha en negativ påverkan på habitat användning och medföra barriäreffekter.

Sammanfattningsvis har vi upptäckt att vindkraftverken vid Roan och Rákkočearru har stor negativ påverkan på regional skala. Detta kan ge utslag i minskad användning av beten på många kilometers avstånd, ändrat förflyttningsmönster i renbetesdistrikten och möjliga svårigheter om renarna vandrar in i själva vindkraftparkerna och påverkas av infrastruktur och fysiska hinder. Rensköterna kan dessutom ha svårigheter att samla renarna i sådana områden. Dessa väsentliga negativa effekter framgår av habitat användningsanalyser, men inte för alla säsonger och på alla skalor (lokal respektive regional skala). Årliga och säsongsmässiga variationer i habitat användning på regional skala sker i våra studieområden och försvårar tolkningen av resultaten. Vi kan vid närmare betraktande inte utesluta, på vetenskaplig grund, att de negativa effekterna vi har dokumenterat när det gäller habitat användning kan ha orsakats av naturliga variationer i renarnas betes användning. De erfarenheter som renskötseln förmedlar understödjer dock vår huvudsakliga slutsats om negativa effekter av vindkraftverken.

Det är viktigt att påpeka att alla våra GPS-märkta djur är vajor. Det är känt att sarvar visar på mindre undvikande och rädsla kring människor och mänskliga störningar. Med andra ord behöver inte områden som undviks av vajor nödvändigtvis undvikas av sarvar och det går inte att beräkna exakt vad undvikanderesultaten betyder i förhållande till minskad bärformåga för de berörda områdena som helhet. Vidare vet vi att djurens motivation är viktig i förhållande till reella effekter. Under år med begränsad tillgång till alternativa beten, till exempel på grund av snösituationen, kommer förmodligen effekterna att minska om betena som fortfarande är tillgängliga är relativt nära störningen. Begränsade alternativa beten var förmodligen orsaken till att undvikandenivåerna från mänskliga störningar var relativt blygsamma i en annan studie vi nyligen publicerade (Eftestøl m.fl. 2021). Å andra sidan är det större sannolikhet för att djuren kommer att ha sämre betesro när de blir "tvungna" att uppsöka områden med störningar. Djuren är med andra ord oroligare och rör sig generellt mer så länge de är i området med störningen. Det är därför viktigt att påpeka att en störning kan ha negativ påverkan på produktionen i ett distrikt även om bärformågan inte minskar. Det finns också säsonger där en sådan variation i reellt undvikande blir mindre, till exempel under och precis efter kalvningen. Då kommer vajorna att vara skygga oavsett och försöka att undvika så många möjliga hot för kalven som möjligt, på bekostnad av tillgång till föda.

För de studerade ledningarna har vi i liten grad dokumenterat negativ påverkan. Detta gäller både vid habitatanvändningsanalyser och vid mer nyanserade analyser nära ledningen (GAM och rörelsehastighet). Det finns enskilda resultat per säsong som kan antyda en negativ påverkan under byggfasen av 420 kV-ledningen på Fosen, och likaså under driftsfasen för 420 kV-ledningen i Ildgruben, med möjlig barriäreffekt och minskad användning på västra sidan av ledningen på två av fjällryggarna (mycket begränsad minskning på den ena av dessa två). Renskötarnas upplevelser tyder på att 420 kV-ledningen i Fosen har påverkat habitatanvändningen i stor skala, med ökad användning av områden utanför vinterbetena där ledningen ligger. Vi har dock begränsat stöd för detta i våra analyser. I Ildgruben tyder informationen från renskötseln på att det finns platsspecifika förhållanden som kan leda till barriäreffekter i anslutning till ledningen, till exempel att renarna inte vill passera en ledning om de vandrar nedåt i terrängen, eller om terrängen är trång. På det stora hela visar våra resultat att kraftledningar inte har någon eller begränsad lokal påverkan på renarna under driftsfasen, och detta står i motsats till vindkraftverk, där vi har hittat stora negativa ändringar på regional skala.

Våra fynd om negativ påverkan av vindkraftverk på renarnas habitatanvändning på regional skala står i motsättning till fynd från tidigare studier i Norge (Colman m.fl. 2012, 2013, Tsegaye, 2017). Orsaken är förmodligen platsspecifika skillnader, eller utformningen av studien, då tidigare studier primärt har undersökt lokal skala. Det är återigen viktigt att vi reserverar oss i detta sammanhang, eftersom påverkan på regional skala är svår att urskilja från renarnas naturliga regionala betesvariation. I alla våra studieområden visar Kernel density-diagram eller BBMM-diagram över renarnas årliga habitatanvändning att det finns stora olikheter mellan åren. Detta är tydlig dokumentation av att betesvariation i hög grad är ett reellt fenomen. I Råkkonjårga har vi endast 1–2 år med data från tiden före utbyggnad, medan vi i Fosen bara har 1–2 år med data från tiden efter utbyggnad. När detta utgör jämförelseunderlaget vid analys av vindkraftverkets påverkan, kan den naturliga variationen i habitatanvändning som sker dessa 1–2 åren miss-tolkas. Detta är ett problem som inte har tagits hänsyn till tillräckligt mycket generellt i den vetenskapliga litteraturen som behandlar påverkan av infrastruktur på ren (se Flydal m.fl. 2019 respektive Skarin m.fl. 2014).

I detta projekt har vi lagt stor vikt vid renskötarnas erfarenheter och dessa stödjer resultaten om stor negativ effekt på regional skala för vindkraftverk. Det är särskilt viktigt att renskötarna har rapporterat om att de vid extra drivning har tryckt tillbaka djuren till områden med störningar, exempelvis har den påverkan vi fann sommartid i Råkkonjårga dämpats på grund av sådan aktivitet. Samtidigt som detta visar att vindkraftverk är negativa, visar det också att åtgärder för att minska påverkan för den praktiska renskötseln såsom extra medel till gårdesanläggning, fordon, arbetskraft och liknande kan vara effektiva. Detta är viktig kunskap att ta med sig i framtiden så länge målsättningen är att renskötsel och vindkraft ska kunna samexistera.

En del av målsättningen i detta projekt har varit att undersöka hur direkt exponering av störningar i vindkraftparker, såsom trafik, turbinbuller, vägterrasser och plogkanter, påverkar renarnas beteende och habitatanvändning, och hur sådan kunskap kan användas till bättre planering av åtgärder för att minska påverkan. Det visade sig att renarna i mycket liten utsträckning använt vindkraftverksområdena i Råkkonjårga och Roan under tidsperioden för våra studier, så vi hade inte möjlighet att studera denna typ av påverkan vid direkt exponering. Upplysningar från

renskötseln i Rákkonjárga tyder på att möjliga åtgärder för minskad påverkan vid utbyggnad av vindkraft i renbetesområden är att driva tillbaka renar till områden nära vindkraftverken som de vandrar bort från. Å andra sidan har renskötarna i Fosen framhållit negativa erfarenheter med renar som rör sig in i vindkraftsområden (Bessakerfjellet), eftersom vägar, vägterrasser och oroliga djur bland annat försvårar skoterkörning och uppsamling av renflockarna. Detta tyder på att viktiga åtgärder för att minska påverkan skulle kunna vara att anlägga och ploga vägar så att man kan undvika fysiska hinder i terrängen. Man skulle eventuellt kunna bygga ut i barmarksområden eller områden med ett planare landskap, där plogning och/eller vägterrasser och vägräcken längs vägar inte är ett problem.

Tillvänjning är en annan viktig faktor i beteendebiologi som kan ha betydelse för effekter från olika störningar på lång sikt. Generellt sett kommer en tillvänjning ha större sannolikhet att inträffa om störningen är förutsägbar i tid och rum (Reimers och Colman, 2009). Vi vill understryka att vi inte specifikt har undersökt tillvänjning i denna studie, men ljud och rörelse från både kraftledningarna och vindturbinerna skulle vara förutsägbara störningar och rent teoretiskt borde undvikandet därför avta över tid vid kraftigt undvikande i början av driftsperioden. Detta gäller speciellt om djurens motivation är stor, till exempel på grund av goda beten i ingreppets närområde (se diskussion ovan). Undantagen skulle kunna vara under kalvnings säsongen då djuren är särskilt känsliga för störningar, eller om det uppstår fysiska barriärer till följd av ingreppet som hindrar/förändrar framkomligheten för djuren. Om det anläggs vägar (inklusive underhållsvägar för kraftledningarna) som genererar mänsklig aktivitet skulle störningen bli både starkare och mindre förutsägbar. Därmed skulle också chanserna för tillvänjning avta. För alla typer av utbyggnader bör man därför försöka begränsa underlättandet av ökad mänsklig aktivitet så mycket som möjligt.

6.2 Plats- och tidsspecifika utvärderingar

Som tidigare nämnts är många av de dokumenterade effekterna förmodligen plats- och/eller tidsspecifika. I Rákkonjárga har vi dokumenterat större ändringar i habitat-användningen än vad vi har sett i några andra områden, både i Norge och Sverige. Troligtvis är det landskapsformerna och förflyttningsmönstret som gör att effekter på mindre skala kan få konsekvenser på större skala, och här kan Rákkonjárga skilja sig från andra områden. Vi tänker särskilt på den viktiga vandringsleden på norra sidan av vindkraftsparken som kan ha ändrat hela dynamiken i hur djuren använder och betar sig i landskapet som helhet. Eftersom vindkraftsparken ligger i norra änden av distriktet och det finns stora tillgängliga områden söderut, kan det ha medfört att renarna har vandrat långt bort när de vandrar iväg från vindkraftverksområdet i sydlig riktning. Själva lokaliseringen av vindkraftverk kan alltså ge utslag i förstärkt negativ påverkan. Detta kan vara en del i förklaringen till att det finns stora skillnader i resultat mellan till exempel vår studie i Kjøllefjord (Colman m.fl. 2011 och Colman m.fl. 2013), där allmänna bilvägar och bebyggelse i kombination med landskapsformationer ”låser in” renarna på en halvö om de först betar nära vindkraftsparken (särskilt om de har passerat anläggningen och befinner sig mellan den och havet), och i Rákkonjárga där ändringar i vandringsmönstret förmodligen har medverkat till relativt stora ändringar i den totala habitat-användningen i större delar av studieområdet. Säsongen kan också vara mycket viktig då vi vet att kalvnings-säsongen är särskilt känslig. För Rákkonjárga såg vi tendenser till effekter på större

avstånd från visuell exponering under kalvningsperioden, men inte senare under året. Om djuren reagerar på visuell exponering när de väljer kalvningsplats är det uppenbart att ingrepp i kalvningsområden bör undvikas. Inte bara för att detta påverkar själva kalvningssäsongen, utan för att det även kan få följd effekter under de kommande säsongerna. Åtgärder för att minska påverkan skulle också vara svåra att genomföra under kalvningssäsongen. Dessa skulle i de flesta fall vara enklare att genomföra under vinterhalvåret. Särskilt om distriktet redan utfodrar på vintern eller har erfarenhet av drivning i utkanterna.

Vidare gör betydelsen av plats- och tidsspecifika effekter att det blir en utmaning att bedöma överförbarhet mellan områden. De effekter på regional skala som vi har dokumenterat för Råkkonjårga har till exempel förekommit i renbetesområden som är mycket olika svenska skogsbeten. Till exempel skulle visuella effekter av vindturbiner vara större i öppna fjälllandskap. I Fosen-området är förhållandena mer överförbara, då det är landskap med en del barrskog men även fjäll på de högsta ryggarna. Det kan ändå vara stora skillnader mellan Fosen och svenska områden. Samtalen med rensköterna på Fosen visar till exempel att även om djuren hade vant sig vid vindparken på sikt, så hade barriäreffekter från vägterrasser, plogkanter och vägräcken skapat stora problem under samling och drivning i området. De fysiska barriärerna skulle vara olika i olika vindparksområden. I vissa fall, till exempel i områden där man använder befintliga skogsbilvägar i hög grad eller där vägarna är mer systematiskt byggda i djurens naturliga drivningsriktning, kan sådana negativa effekter bli mindre. Från ett klimatperspektiv är våra norska studier mer präglade av havsförhållanden med mer nederbörd än i många svenska vinterbetesområden.

7. Referenser (Inklusive referenser till bilagan)

Anttonen M., Kumpula J. og Colpaert A. 2011. Range selection by semi-domesticated reindeer (*Rangifer tarandus tarandus*) in relation to infrastructure and human activity in the boreal forest environment, Northern Finland. *Arctic* 64:1–14.

Baltensperger A. P. og Joly K. 2019 Using seasonal landscape models to predict space use and migration patterns of an arctic ungulate. *Movement Ecology* 7, 18 (2019). <https://doi.org/10.1186/s40462-019-0162-8>

Barraquand, F., and Benhamou, S. 2008. Animal movements in heterogeneous landscapes: identifying profitable places and homogeneous movement bouts. *Ecology*, 89: 3336–3348. doi:10.1890/08-0162.1. PMID:19137941.

Bartzke, G. S., May, R., Bevanger, K., Stokke, S., and Røskaft, E., 2014. The effects of power lines on ungulates and implications for power line routing and rights-of-way management. *International Journal of Biodiversity Conservation* 6, 647–662.

Baskin L. M. og Hjalten J. 2001. Fright and flight behavior of reindeer. *Alces* 37:435–445.

Bates, D., Mächler, M., Bolker, B. M., and Walker, S., 2014 Fitting linear mixed-effects models using lme4. Available at: <http://arxiv.org/pdf/1406.5823.pdf> (Accessed 07 May 2019).

Beam, G. 2012. The problem with survey research. Book.

Bergerud A.T., Jakimchuk R.D. og Carruthers D.R. 1984. The buffalo of the north: Caribou (*Rangifer tarandus*) and human developments. *Arctic* 37:7–22.

Beyer, H.L., Eliezer Gurarie, Luca Börger, Manuela Panzacchi, Mathieu Basille, Ivar Herfindal, Bram Van Moorter, Subhash R. Lele and Jason Matthiopoulos ‘You shall not pass!’: quantifying barrier permeability and proximity avoidance by animals (pages 43–53), (pages 43–53), *Journal of Animal Ecology*, Special Issue, 85, 1 (2016)

Bischof, R., Loe, L. E., Meisingset, E. L., Zimmermann, B., Van Moorter, B., and Mysterud, A., 2012. A migratory northern ungulate in the pursuit of spring: jumping or surfing the green wave? *Am Nat* 180, 407–424.

Bleicher S. 2017. The Landscape of fear conceptual framework: definition and review of current applications and misuses. Busetto, L., and Ranghetti, L., 2016. MODISstp: An R package for automatic preprocessing of MODIS Land Products time series. *Computers & Geosciences*, 97, 40–48.

Christie, A.P., T. Amano, P. A. Martin, G. E. Shackelford, B. I. Simmons og W. J. Sutherland. 2019. Simple study designs in ecology produce inaccurate estimates of biodiversity responses. *Journal of Applied Ecology*. 77

Colman J. E., Eftestøl S. og Nybakk K. 2009. Samlede virkninger av prioriterte vindkraftprosjekter på Fosen. . Ask Rådgivning.

Colman J.E., Eftestøl S., Tsegaye D., Flydal K. og 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. og 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., Eftestøl S., Tsegaye D., Flydal K., Lilleeng M., Rapp K. og Røthe G. 2014. Sluttrapport VindRein og KraftRein. Effekter fra vindparker og kraftledninger på frittgående tamrein og villrein. Delprosjektene Kjøllefjord, Essand, Fakken og Setesdal. Institutt for biovitenskap, Universitetet i Oslo, og Institutt for Naturforvaltning, Norges miljø- og biovitenskapelige universitet. 84 sider. http://www.mn.uio.no/ibv/english/research/projects/vindrein-project/sluttrapport_vindrein_kraftrein_april2014_2.pdf

Colman, J.E., D. Tsegaye, K. Flydal, I.M. Rivrud, E. Reimers and S. Eftestøl. 2015. High voltage power lines near reindeer calving areas; does mitigation matter. *European Journal of wildlife research*.. 61.DOI:10.1007/s10344-015-0965-x

Colman, J.E., Bergmo, T. Tsegaye, D. Flydal, K. Eftestøl, S., Lilleeng, M.S., Moe, S.E. 2017. 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. og Flydal, K. 2020. Sluttrapport. Rákkočearuvindparks 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. og 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., Tsegaye D., Flydal K. og Colman J.E. 2018. Forprosjekt – Muligheter for å studere virkninger av UV-lys fra kraftledninger på reinsdyrs arealbruk.

Eftestøl, S. D. Tsegaye, K. Flydal and 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

Enetjärn Natur 2014. Vindkraft på Gabrielsberget -Uppföljning av konsekvenserna för rennäringen. Resultat från sex års oppfølging. 2014-06-18 slutrapport. 76 s.

Friberg, J. H. 2019. Tvilsomme informanter, troverdig forskning? – Norsk sosiologisk tidsskrift – 02/2019 (Volum 3)

Flydal K. Eftestøl S., Reimers E. og Colman J.E. 2004. Effects of windmills on area use and behaviour of semi-domestic reindeer in enclosures. *Rangifer*. 24:55–66.

Flydal K., Korslund L., Reimers E., Johansen F. og Colman J.E. 2009. Effects of power lines on area use and behaviour of semi-domestic reindeer in enclosures. *International Journal of Ecology*. 14 sider. doi:10.1155/2009/340953.78

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

- Gaare, E., and Skogland, T., 1975. Wild reindeer food habits and range use at Hardangervidda. In: F. E. Wielgolaski, P. Kallio, H. Kauri, E. Ostbye and T. Rosswall (eds.), *Fennoscandian tundra ecosystems: ecological studies (analysis and synthesis)*. Springer, Berlin, Heidelberg, pp. 195–205.
- Hale, R., McNally G., og Blumstein T. 2019. Evaluating where and how habitat restoration is undertaken for animals. *Restoration ecology*. Volume 27 (4).
- Hart. 2021. Evaluating Wildlife Cameras as a Method to Sample Reindeer Behavior. Master thesis. Norwegian University of Life Sciences.
- Hastie, T. J. (1992) Generalized additive models. Chapter 7 of *Statistical Models in S* eds J. M. Chambers and T. J. Hastie, Wadsworth & Brooks/Cole.
- Hebblewhite, M., Merrill, E., and McDermid, G. J., 2008. A multi-scale test of the forage maturation hypothesis in a partially migratory ungulate population. *Ecological Monograph* 78, 141–166.
- Horne JS, Garton EO, Krone, SM, Lewis JS. 2007. Analyzing animal movements using Brownian bridges. *Ecology* 88(9): 2354–2363. <https://doi.org/10.1890/06-0957.1>
- Johnson, C. J., Boyce, M. S., Case, R. L., Cluff, H. D., Gau, R. J., Gunn, A., and Mulders, R., 2005. Cumulative effects of human developments on arctic wildlife. *Wildl Monogr* 160, 1–36.
- Johnson, D. H., 1980. The Comparison of Usage and Availability Measurements for Evaluating Resource Preference. *Ecology* 61, 65–71.
- Joly K., Nellemann C. og Vistnes I. 2006. A reevaluation of caribou distribution near an oilfield road on Alaska's North Slope. *Wildlife Society Bulletin* 34:866–869.
- Laforge, M. P., Vander Wal, E., Brook, R. K., Bayne, E. M., and McLoughlin, P. D., 2015. Process-focussed, multi-grain resource selection functions. *Ecol Model* 305, 10–21.
- Manly, B. F., McDonald, L., Thomas, D., McDonald, T. L., and Erickson, W. P., 2002. *Resource selection by animals: statistical design and analysis for field studies*. Kluwer Academic Publishers, Boston.
- McDonagh, J. Tuulentie, S. (eds.). 2020. *Sharing Knowledge for Land Use Management*. Monograph book. Edward Elgar Publishing. <https://doi.org/10.4337/9781789901894>
- Nieminen M. 2012. Response distances of wild forest reindeer (*Rangifer tarandus fennicus* Lönnb.) and semi-domestic reindeer (*R. t. tarandus* L.) to direct provocation by a human on foot/snowshoes. *Rangifer* 33: 1–15.
- Noel L.E., Parker K.R. og Cronin A.A. 2004. Caribou distribution near an oilfield road on Alaska's North Slope, 1978-2001. *Wildlife Society Bulletin* 32:757–771.
- Noel L.E., Parker K.R. og Cronin M.A. 2006. Response to Joly *et al.* 2006. A reevaluation of caribou distribution near an oilfield road on Alaska's North Slope. *Wildlife Society Bulletin* 34:870–873.79
- Oskal, A. Turi, J. M. Mathiesen, S. D. Burgess, P. (2009) EALÁT. Reindeer Herders Voice: Reindeer Herding, Traditional Knowledge and Adaptation to Climate Change and Loss of Grazing Lands. *International Centre for Reindeer Husbandry*, Kautokeino / Guovdageadnu, Norway. ISBN 978-82-998051-0-0

Panzacchi M., van Moorter B., Jordhøy P. og Strand O. 2013a. Learning from the past to predict the future: using archeological findings and GPS data to quantify reindeer sensitivity to anthropogenic disturbance in Norway. *Landscape Ecology*28:847–859.

Panzacchi M, Van Moorter B, Strand O. 2013b. A road in the middle of one of the last wild reindeer migration routes in Norway: crossing behaviour and threats to conservation. *Rangifer* 33, Special Issue No. 21, 2013: 15–26

Pettorelli, N., Vik, J. O., Mysterud, A., Gaillard, J. M., Tucker, C. J., and Stenseth, N. C., 2005. Using the satellite-derived NDVI to assess ecological responses to environmental change. *Trends Ecol Evol* 20, 503–510.

Pape, R. Löffler, J. 2012. Climate change, land use conflicts, predation and ecological degradation as challenges for reindeer husbandry in northern Europe: What do we really know after half a century of research? *Ambio* 41(5): 421–434.

Plante S, Dussault C, Richard JH, Cote SD (2018) Human disturbance effects and cumulative habitat loss in endangered migratory caribou. *Biol Conserv* 224:129–143. <https://doi.org/10.1016/j.bioco.2018.05.022>

R Core Team, 2019. R: A language and environment for statistical computing. Available at: <https://www.R-project.org/>

Reimers E. og Colman J.E. 2009. 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. og Dahle B. 2006. Flight by feral reindeer in response to a directly approaching human on foot or on skis. *Wildlife Biology*12:403–413.

Reimers 2012 Reimers E., Røed K.H. og Colman J.E. 2012. Persistence of vigilance and flight response behaviour in wild reindeer with varying domestic ancestry. *Journal of Evolutionary Biology*25: 1543–1554.

Riibe og Weyergang-Nielsen. 2010. Kraftoverføringens kulturminner. NVE-rapport nr. 17-2010. 51-52s. Til nedlasting: http://publikasjoner.nve.no/rapport/2010/rapport2010_17.pdf

Rønning H. 2009. Beiteadferd blant tamrein (*Rangifer tarandus tarandus*) i forhold til en vindpark. Master-oppgave. Institutt for Naturforvaltning, UMB.

Seaman DE. Powell RA. 1996. An evaluation of the accuracy of kernel density estimators for home range analysis. *Ecology* 77(7): 2075-2085. <https://doi.org/10.2307/2265701>

Skarin A. og Åhman B. 2014. Do human activity and infrastructure disturb domesticated reindeer? The need for the reindeer's perspective. *Polar Biology*37:1041–1054.80

Skarin, A., Nellemann C., Rønnegård 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., and 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, and M. Alam, 2018. Out of sight of wind turbines – Reindeer response to wind farms in operation. *Ecology and Evolution* 00,1-14.
- Strand, O., Colman, J.E., Eftestøl, S., Sandström, P., Skarin, A. & Thomassen, J. 2017. Vindkraft og reinsdyr – en kunnskapssyntese. – NINA Rapport 1305. 62 s.
- Smokorowski, K. E., and Randall, R. G., 2017. Cautions on using the Before-After-Control-Impact design in environmental effects monitoring programs. *Facets* 2, 212–232.
- Thurfjell, H., Ciuti, S., and Boyce, M. S., 2014. Applications of step-selection functions in ecology and conservation. *Mov Ecol* 2, 4.
- Tyler, N.J.C., Stokkan K.A., Hogg C.R., Nellemann C., og Vistnes A.I. 2016. Cryptic Impact: Visual Detection of Corona Light and Avoidance of Power Lines by Reindeer. *Wildlife Society Bulletin* 40(1):50–58; 2016; DOI: 10.1002/wsb.620
- 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.
- Viejou, R., Avgar, T., Brown, G. S., Patterson, B. R., Reid, D. E. B., Rodgers, A. R., Shuter, J., Thompson, I. D., and Fryxell, J. M., 2018. Woodland caribou habitat selection patterns in relation to predation risk and forage abundance depend on reproductive state. *Ecology and Evolution* 8, 5863–5872.
- Vistnes I, Nellemann C (2008) The matter of spatial and temporal scales: a review of reindeer and caribou response to human activity. *Polar Biol* 31:399–407. doi:10.1007/s00300-007-0377-9
- Worton B.J. (1989) Kernel methods for estimating the utilization distribution in home-range studies. *Ecology* 70:164-168. doi:10.2307/1938423.

Rapporten uttrycker nödvändigtvis inte Naturvårdsverkets ställningstagande. Författaren svarar själv för innehållet och anges vid referens till rapporten.

Markkonflikt mellan vindkraft och renskötsel

Forskare vid universitet i Oslo har undersökt effekterna av vindkraftverk och kraftledningar på tamren i tre norska renbetesdistrikt i Fosen, Råkkonjårga, och Ildgruben. Studierna bygger på fleråriga data från GPS-märkta renar, samt intervjuer med renskötare.

För att värdera effekterna har forskarna använt data för tidsperioder med anläggningsarbete samt avstånd och synlighet till av infrastrukturen i renens betesområden. Andra miljöfaktorer som snöförhållande, höjd över havet, terrängförhållanden och vegetationstyp ingår också i analysen.

Forskningen visar att vindkraftetableringar har negativ påverkan på renens habitat användning, på såväl landskapsskala som regional skala under flera säsonger och områden. Det finns dock undantag, och slutsatserna om påverkan är fortfarande behäftade med osäkerheter, eftersom det är stora naturliga variationer mellan olika år, i renarnas användning av betesområden.

