

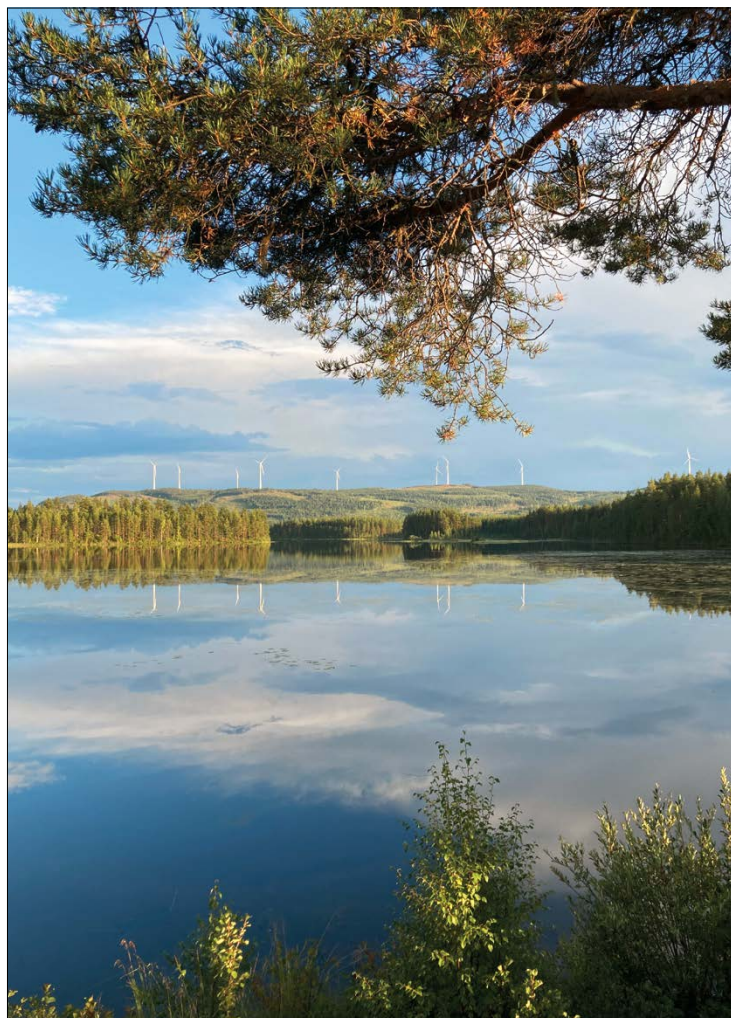
Renar, renskötsel och vindkraft

Vinter- och barmarksbete

Anna Skarin, Per Sandström,
Bernardo Brandão Niebuhr,
Moudud Alam, Sven Adler



RAPPORT 7011 | NOVEMBER 2021



Renar, renskötsel och vindkraft

Vinter- och barmarksbete

av Anna Skarin, Per Sandström, Bernardo Brandão Niebuhr,
Moudud Alam och Sven Adler

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 978-91-620-7011-3

ISSN 0282-7298

© Naturvårdsverket 2021

Tryck: Arkitektkopia AB, Bromma 2021

Omslagsfoto: Anna Skarin



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 samlar 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 tillståndprocesser 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 ”Påverkan och mildrande åtgärder för vindkraft inom renens vinterbete”, projektledare: Jonathan E Colman vid universitetet i Oslo. (Rapport nr 7012, 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 renskötarens 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: Anna Skarin, SLU (projektledare), Per Sandström, SLU, Bernardo Brandão Niebuhr Dos Santos, SLU, Moudud Alam, Högskolan i Dalarna, Sven Adler, SLU samt representanter från Mittådalen, Tåssåsen och Malå samebyar.

Författarna svarar för rapportens innehåll.

Stockholm den 28 september 2021

Kerstin Jansbo

Programchef, Vindval

Innehåll

Förord	3
Sammanfattning	6
Summary	9
1 Inledning	12
1.1 Bakgrund	12
1.2 Renskötssystemet	14
1.3 Vinterbete och klimatförändringar	14
1.4 Renens och renskötarens val av betesområde i förhållande till annan markanvändning	15
1.5 Tidigare studier av vindkraftens effekter på renar	17
1.6 Mål och syfte	18
2 Material och Metod	19
2.1 Val av studieområden	19
2.2 Kvalitativ och kvantitativ metodik	21
2.3 Kvalitativ datainsamling och analys	21
2.3.1 Klassificering av vinterbetesförhållanden	23
2.4 Kvantitativ datainsamling och analys	24
2.4.1 GPS-data	24
2.4.2 Omvärldsfaktorer	25
2.4.3 Habitatvalsanalys	29
2.4.4 Analys av rörelsehastighet	33
2.4.5 Modelluppsättningar	33
3 Vindkraft i vinterbetesområdet	36
3.1 Mittådalen sameby – Glötesvålens vindkraftsanläggning	36
3.2 Resultat – Vinterbetesförhållanden Mittådalen	39
3.3 Resultat – Renskötsearbetet Mittådalen	42
3.3.1 Vindkraftsanläggningen och skogsbruket	42
3.3.2 Skotertrafik och det rörliga friluftslivet	43
3.3.3 Kumulativa effekter	44
3.4 Resultat – analys av GPS-data Mittådalen	47
3.4.1 Resultat av habitatvalsanalys på regional skala	49
3.4.2 Resultat av habitatvalsanalys på intermediär skala	55
3.4.3 Resultat av analys av betesro (rörelsehastighet)	56
3.5 Tåssåsen sameby – Mullbergs vindkraftsanläggning	59
3.6 Resultat – Vinterbetesförhållanden Tåssåsen	60
3.7 Resultat – Renskötsearbetet Tåssåsen	63
3.7.1 Vindkraftsanläggningen	63
3.7.2 Skogsbruk	64
3.7.3 Rovdjur	65
3.7.4 Trafik och trafikdödade renar	65
3.7.5 Kumulativa effekter	67

3.8	Resultat – analys GPS-data Tåssåsen	70
3.8.1	Resultat av habitatvalsanalys på regional skala	74
3.8.2	Resultat av habitatvalsanalys på intermediär skala	78
3.8.3	Resultat av analys av betesro (rörelsehastighet)	81
3.9	Sammanfattning resultat vinterbetesområde	83
3.10	Diskussion vindkraft i vinterbetesområdet	85
3.10.1	Vinterbetesförhållande och placering av vindkraftsanläggningar	85
3.10.2	Ljudnivå från vindkraftverken och närvaro av rovdjur	86
3.10.3	Kumulativa effekter	87
4	Vindkraft på året-runt-markerna	89
4.1	Studieområde året-runt-markerna	89
4.2	Resultat – Konsekvenser för renskötseln	91
4.3	Resultat – analys av GPS-data	91
4.3.1	Resultat av habitatvalsanalys på regional skala	93
4.3.2	Resultat av habitatvalsanalys på intermediär skala	98
4.3.3	Resultat av analys av betesro (rörelsehastighet)	101
4.4	Sammanfattning resultat året-runt markerna	105
4.5	Diskussion – året-runt-marker	105
4.5.1	Vindkraftsverkens synbarhet och vegetationstäckning	105
4.5.2	Renarnas vandringsmönster	107
4.5.3	Rörelsehastighet och betesro	108
5	Sammanfattande diskussion	111
6	Tack	116
7	Referenser	117

Sammanfattning

Syftet med denna studie var att studera hur vindkraftutbyggnad påverkat renars val av betesområde och rörelsemönster och renskötseln under vinterbetes-säsongen samt under barmarkssäsongen. Våra studier har innefattat vinterbetes-områden i Mittådalen sameby (Glötesvåle vindkraftsanläggning) och Tåssåsen sameby (Mullbergs vindkraftsanläggning), och barmarksområden (året-runt-markerna) i Malå sameby (Jokkmokksliden, Storliden, Ytterberg och Åmlidens vindkraftsanläggningar). Arbetet med den här rapporten har genomförts av en samproduktion av kunskap tillsammans med de renskötare som varit berörda av de vindkraftsetableringar vi studerat. Vårt arbetssätt har utgått från en kombination av kunskapsinhämtning från den traditionella och kvalitativa kunskapen hos samebymedlemmarna, i linje med Akwé: Kon Guidelines¹ och från kvantitativa analyser av GPS-data från renar i relation till olika omvärldsfaktorer. Detta har gett oss möjligheten att skapa en mångfasetterad och komplex förståelse av hur renen och renskötseln påverkas av vindkraftsutbyggnad. Renskötarnas kunskap har varit essentiell för att förstå hur renskötseln påverkas av utbyggnaden och den har utgjort grunden för att tolka GPS-data från renarna. I alla studieområden har vi analyserat GPS-data från tiden före etablering av vindkraft, under byggfas och under driftsfas. Renskötarnas information om rensköttselstrategier har varit nödvändig för att avgöra vilka positioner som representerar renarnas egna beslut och val av betesområden, vad som representerat renskötarens beslut och val, eller vad som representerat en kombination av både renens och renskötarens beslut och val.

I den kvalitativa analysen har vi diskuterat och arbetat med renskötarna genom att organisera fokusgruppsmöten och intervjuer där vi diskuterat renskötseln, hantering av renarna, vilka faktorer som påverkar renen och renskötseln, samt väder- och snöförhållanden. Dessa möten har transkriberats och materialet har delats med deltagarna. Vi har också samlat in information från dagböcker och anteckningar som renskötarna har delat med sig av.

Den kvantitativa analysen baserades på GPS-data för beräkning av habitatvalsmodeller och analyser av renarnas rörelsehastighet. Data var tillgängligt genom samebyarnas egen märkning av renar med GPS-halsband och genom tidigare forskningsprojekt (Malå sameby). Positioner från djur utrustade med GPS-halsband tillsammans med rumsliga och tidsbundna miljöfaktorer utgjorde grunden i beräkningar av hur renarna valde eller undvek områden och om detta förändrades i och med etableringen av vindkraft. Vi definierade vinterbetes-säsongen för Mittådalen och Tåssåsen samebyar, för åren 2008–2018 respektive 2008–2019, från den tidpunkt när renarna flyttades ner till vinterbetet fram till att de flyttade tillbaka till kalvningsområdet på våren. Byggfasen för respektive anläggning pågick under åren 2012–2014 respektive 2013–2014. I Malå sameby analyserades GPS-data för åren 2008–2011 och 2015–2018 och där pågick byggfasen under 2010–2011 (Åmliden 2011–2012). Vi analyserade data från den tidpunkt när renarna flyttade upp till året-runt-betesområdet i slutet av april fram till höstskilj-

¹ Secretariat of the Convention on Biological Diversity, 2004, riktlinjer som tagits fram inom ramen för artikel 8(j) Konventionen om Biologisk mångfald. Se mer i Lawrence och Kløcker Larsen, 2016.

ningen i november när de flyttade österut igen till vinterbetesområdet. Vi delade in barmarkssäsongen i kalvnings-, sommar- och höstperiod och analyserade habitatval på regional (renens val av hemområden inom säsongsbetesområdet) och intermediär skala (renens val av betesområde inom hemområdet), och renarnas rörelsehastighet vilket gav ett relativt mått på betesro. Vi analyserade hur habitatval och rörelsehastighet varierade i relation till olika omvärldsfaktorer, som avstånd till eller ljudnivå från vindkraftverken, avstånd till allmän och enskild väg, kraftledning, gruva (Malå sameby), skoter- eller vandringsleder, topografi (höjd över havet, lutning, och sluttningens riktning och läge i terrängen), ägoslag (marktyp), vinterbetesförhållande och etableringsfas för vindkraft.

Resultaten från våra analyser visade att renar och renskötsel påverkades negativt av vindkraftutbyggnad. Graden och arten av påverkan varierade över året och med respektive områdes övriga förutsättningar. Vintertid påverkades renskötselarbetet och möjligheten till att utnyttja betesmarkerna. I Mittådalen sameby innebar etableringen av vindkraft på Glötesvålen i kombination med påverkan från skogsbruket att det var svårt att nyttja området. Det ledde till att samebyn inte fann det lönsamhet att försöka nyttja det annars utmärkta betesområdet på Glötesvålen. Detta område var tidigare speciellt viktigt under vintrar med svåra snöförhållanden. I Tåssåsen sameby hade rensköterna inte möjlighet att undvika området där Mullbergs vindkraftsanläggning etablerades, eftersom området ligger centralt inom en vintergrupps betesområde. Här ledde vindkraftutbyggnaden till ökade problem speciellt under vintrar med svåra betesförhållanden, vilka också var vanligast efter att vindkraften etablerats. Analyserna av GPS-data från dessa två områden visade att renarna inte undvek vindkraftsanläggningarna, men renarnas förväntade ökning i användning av höglänta områden under svåra snöförhållanden var betydligt lägre (45 %) på Mullberg jämfört med närliggande berg. Samtidigt ökade antalet påkörda renar på de större allmänna vägarna i närheten av anläggningen. Under driftsfasen blev det också svårare att hantera renarna i samband med att rovdjursförekomsterna i området ökade.

Under barmarkssäsongerna kalvning-, sommar- och höstperioderna i Malå sameby visade analyserna av GPS-data på en stor variation i hur vindkraftsetableringarna påverkade renarna. Jämfört med tiden före byggfas undvek renarna vindkraftsanläggningarna under kalvnings- och höstperioden under driftsfas, men inte under sommarperioden. Minskningen var mest markant i myrområden där renarnas användning minskade med i genomsnitt 34 % respektive 21 % 3 km från vindkraftsanläggningarna under kalvnings- respektive höstperioden, medan de ökade användningen av myrar med 22 % vid 3 km under sommarperioden. Renarnas förändrade beteende mellan de olika barmarkperioderna visade på en plasticitet (eller avvägning) i beteendet där de verkade söka efter det bästa tillgängliga betesområdet. Bytesdjur, som renar, gör ofta avvägningar mellan vad som är minst farligt, eller stressande för dem. För renarna kan valet stå mellan risken att få sin kalv tagen av en björn eller att bli ansatt av insekter. Detta ledde till att renarna antingen undvek (kalvningsperioden) vindkraftsanläggningarna för att bättre upptäcka björnar eller att de faktiskt använde områden nära anläggningarna för att slippa bli angripna av parasiter (sommarmarkperioden).

I vinterbetesområdena analyserade vi hur ljudnivå från vindkraftverken påverkade renarnas habitatval på intermediär skala (landskapsskala), och i samtliga studieområden analyserade vi om det påverkade renarnas betesro (rörelsehastighet). Sammantaget visade analyserna att ljudnivån från vindkraftverken

påverkade renarnas habitatval och betesro negativt, men att påverkan varierade med vegetationstyp och förekomsten av rovdjur. I Tåssåsen visade analyserna att renarna vistades i områden där ljudnivån var högre från vindkraftsverken när tätheten av varg var högre. När tätheten av järv var högre minskade de användningen av områden där ljudnivån var högre. Oavsett förekomst av rovdjur ökade renarna rörelsehastigheten (sämre betesro) med ökad ljudnivå från vindkraftverken, och när rovdjurstätheten var lägre ökade den mer. Exempelvis ökade rörelsehastigheten med 24 % (0,18 km/12 h) om ljudnivån ökade från 0 dB till 40 dB, och 34 % (0,30 km/12 h) om ljudnivån ökade till 60 dB vid relativt låg järvtäthet. Under sommar- och höstsäsongen hade renarna i Malå sameby högre rörelsehastighet när ljudnivån från vindkraftverken var högre samtidigt som tätheten av björn var högre. Faktorerna ljudnivå från vindkraftsverken och avstånd till vindkraftverken var korrelerade och genom modellselektion valde vi den variabel som var bäst anpassad till data för respektive område och tidsperiod. I Mittådalen under vintern och i Malå under kalvningsperioden, gav avstånd till vindkraftverken en bättre modell och visade att renar som var närmare vindkraftverken hade sämre betesro. I Mittådalen samvarierade avstånd till vindkraft med rovdjurstäthet och rörelsehastigheten ökade nära vindkraftverken när järvtätheten var lägre.

Sammanfattningsvis visar omfattningen av de studerade områdena, mängden och tidsintervallet av insamlade GPS-data, bidraget från rensköterna och de statistiska analyserna i den här rapporten (och även tidigare resultat) på viktiga frågor som bör beaktas i den storskaliga planeringen av vindkraft i Sverige. Våra analyser och resultat visar att de kumulativa (samlade) effekterna av vindkraft och annan markanvändning i kombinationen med stora variationer i väderlek vintertid och andra naturliga påverkansfaktorer som rovdjursförekomst, ger en komplex påverkan på renar och renskötsel som är sammanflätade med de beslut som rensköterna tar. Det mest uppenbara problemet vi identifierade med vindkraft i vinterbetesområdena var att etableringarna sker i höglänta områden där det också ofta är högre topografisk variation. Sådana höglänta områden är speciellt viktiga för renskötseln under svåra vinterbetesförhållanden, vilka blir allt vanligare i och med klimatförändringarna. Renskötseln kan därigenom ses som dubbelt drabbade av klimatförändringarna, dels blir de svåra vintrarna alltmer frekventa och dels sker den förnybara energiproduktionen som ska avhjälpa klimatförändringarna, just i de områden som renskötseln har ett växande behov av. Det innebär att det är extra viktigt att exploatering av höglänta områden sker med stor försiktighet, för att bibehålla renskötselns möjlighet att klara sig i ett förändrat klimat.

Våra studier visade också att det är viktigt att involvera berörd sameby tidigt i planeringsprocessen, för att om möjligt undvika att placering och utformning av en anläggning blir ett problem för renskötseln. För att undvika att etablering av vindkraft leder till en försämrad möjlighet att nyttja betesmarkerna för en sameby finns det behov av att utveckla kompensationsåtgärder i samverkan med respektive sameby som kan förbättra situationen på betesmarkerna. Det kan exempelvis, vara förbättrade skogsbruksåtgärder, välplanerade renodukter eller tillgängliggörande av ny betesmark som inte nyttjas av någon annan sameby.

Summary

The aim of this study was to understand how reindeer and reindeer husbandry are affected by wind power in operation during both winter and snow free season. We have analysed how wind power development has affected reindeer herding and reindeer habitat selection at both regional and intermediate scale as well as movement rates in two winter grazing areas in Mittådalen and Tåssåsen reindeer herding communities, and in the year-round land (snow free season) in Malå reindeer herding community, all in Sweden. We have worked with both qualitative and quantitative data. Our approach has been permeated by a process of co-production of knowledge based on a combination of knowledge acquisition from the traditional and qualitative knowledge of the Sami reindeer herders, in line with Akwé: Kon Guidelines, from the Convention on Biological Diversity, and a wide range of quantitative analyses of GPS-data from reindeer. We have worked together with reindeer herders who were affected by the wind power establishment, iteratively adding and verifying new knowledge. In all study areas, we have analysed GPS data from reindeer from the period before the establishment of the wind power plants, during construction phase and operation phase. This has given us the opportunity to create a multifaceted and complex understanding of how reindeer and reindeer husbandry are affected by wind power expansion. Reindeer herders' knowledge have been essential to understand how reindeer herding is affected by such an expansion, it has also been the basis for understanding and interpretation of reindeer GPS data. Knowledge of the reindeer herders' strategies have been necessary to be able to determine which movements inferred from GPS data represented the reindeer's own decisions and selection of grazing areas, what represented the reindeer herder's decisions and selections, or what represented a combination of both the reindeer and the reindeer herder's decisions and selections.

In the qualitative analysis we have discussed and worked with the reindeer herders by organizing focus group meetings and interviews where we discussed the reindeer herding within each herding district, the handling of the reindeer, and the impact of the wind power establishments on reindeer and reindeer herding. These meetings have been transcribed and we have shared the material with the participants. We have also collected information from diaries and notes that the reindeer herders shared with us.

The quantitative analysis was based on the estimation of reindeer habitat selection and the analysis of the reindeer's movement rates, using GPS data from all three study areas. GPS data was available from the Sami reindeer herding communities' own markings of reindeer with GPS collars and from previous research projects (Malå herding community). Using positions from animals equipped with GPS collars together with spatial and time-bound environmental factors, we made calculations of how the reindeer selected or avoided an area and whether this changed with the establishment of wind power. We defined the winter grazing season for Mittådalen and Tåssåsen's reindeer herding communities, for the years 2008–2018 and 2008–2019, respectively, from the time when the reindeer were moved down to the winter grazing area until they moved back to the calving area. In Malå reindeer herding community, GPS data for the years 2008–2011 and 2015–2018 were analysed

from the time when the reindeer moved up to the year-round area at the end of April until the autumn separation of the reindeer in November, when they move east again to the winter grazing area. We divided the snow-free season into calving-, summer- and autumn-period. We analysed habitat selection on regional (location of reindeer home range within the seasonal grazing area) and intermediate scale (selection of grazing area within the home range or with step-selection analysis) and how reindeer movement rate varied in relation to co-occurring environmental factors. These factors included distance to or noise level from wind turbines, distance to public and private roads, mines (Malå herding community), snowmobile or hiking trails, topography (elevation, slope, and slope direction and location in the terrain), land cover type, winter grazing conditions, and establishment phase for wind power.

The results of our analyses indicate that reindeer and reindeer husbandry are negatively affected by wind power expansion, but that the degree of impact and the way in which it affects varies with area and season. In winter, the opportunity for optimal use of the pastures were often negatively affected. In Mittådalen reindeer herding community, establishment of wind power together with intensive forestry around the mountain Glötesvålen led reindeer herders avoiding to use the area for their reindeer. Herders did not find it profitable to use an otherwise excellent lichen-rich grazing area at Glötesvålen, that has been especially important during the difficult winter grazing conditions. In Tåssåsen, reindeer herders did not have the opportunity to avoid the wind power plant at Mullberg as it is centrally located within the winter group's grazing area. This led to increased problems during winters with difficult grazing conditions, which have occurred since wind power was established. The reindeer herding community had increased problems with reindeer-car collisions and their ability to handle the reindeer in the event of predator attacks. Analysis of GPS data did not show an avoidance of wind power in the winter grazing areas, however in Tåssåsen reindeer expected increase in the use of higher terrain due to severe winter grazing condition was significantly lower (45 %) at Mullberg compared to nearby mountains.

Our analysis of GPS data from the snow free seasons shows that during the calving-, summer- and autumn periods there is a large variation in response to the wind power expansion. Reindeer clearly avoided wind farms during calving and autumn periods, but not during summer. The impact was most marked in mires where reindeer predicted use decreased by an average of 34 % and 21 %, at 3 km from the wind power plants during calving and autumn, respectively, while the use increased by 22 % at 3 km from the wind power in summer, when comparing the use before and after the construction of the wind power plants. The change in behaviour between the different snow-free periods shows a plasticity in the behaviour where reindeer seem to make a trade-off between different disturbance situations. For example, the choice can be between the risk of having their calf taken by a bear or being harassed by parasites and mosquitoes. This can either lead to avoidance of the wind power areas to better detect bears or actually using these areas to avoid being attacked by parasites, making a trade-off between what is the least dangerous or stressful for them during the different seasons. In the winter grazing areas, we also analysed whether the noise level from the wind turbines affected reindeer habitat selection on an intermediate scale during the operation phase, and in all study areas we analysed whether it affected the reindeer movement rate (grazing peace) during the operation phase. Our results

indicated that during winter in Tåssåsen, at the intermediate scale of selection, the reindeer selected areas with a higher noise level over areas with a lower noise level when there was a high wolf density, while they reduced the use of areas with a high noise level when the density of wolverines was higher. In Tåssåsen, regardless of the predator abundance reindeer increased the speed of movement with increased noise level, and if the predator density decreased their movement rate increased even more. For example, at relatively low wolverine density the speed of movement increased by 24 % (0.18 km/12 h) if the sound level increased from 0 dB to 40 dB, and 34 % (0.30 km/12 h) if the sound level increased to 60 dB. In Malå herding community during summer and autumn, the reindeer also had an increased movement rate in the vicinity of the wind power plants when the density of brown bear increased. Noise level from the wind turbines and distance to the wind turbines were correlated, we used a model selection approach to choose the most parsimonious model for each area and time period. In Mittådalen during the winter and in Malå during the calving period, the distance to the wind turbines better explained reindeer movement rate and showed that reindeer that were closer to the wind turbines had higher movement rate. However, in Mittådalen the distance from wind turbines interacted with predator density and movement rate only increased close to the wind turbines when wolverine density was lower.

Given the extent of the studied areas and the amount and time range of the data, together with the contribution from Sami reindeer herders and the analytical approach and discussions, the present report builds upon previous results and point to important issues to be raised in the wind power development policies. Simultaneously considering the cumulative effects of other land use types and the combination with large variations in weather (due to the changing climate) and other environmental factors, we reported that the impacts from wind power and their response is complex and intertwined with the decisions of the reindeer herders. The most evident problem we identified with wind power in the winter grazing areas was that the establishments take place at summits and ridges in the landscapes. Under difficult winter conditions, which are becoming more common due to climate change and pose additional challenges to both reindeer and reindeer herders, these mountains are especially important to increase the resilience in reindeer husbandry. Thus, wind power in the winter grazing areas may be doubling the negative effect of climate change for reindeer and reindeer husbandry.

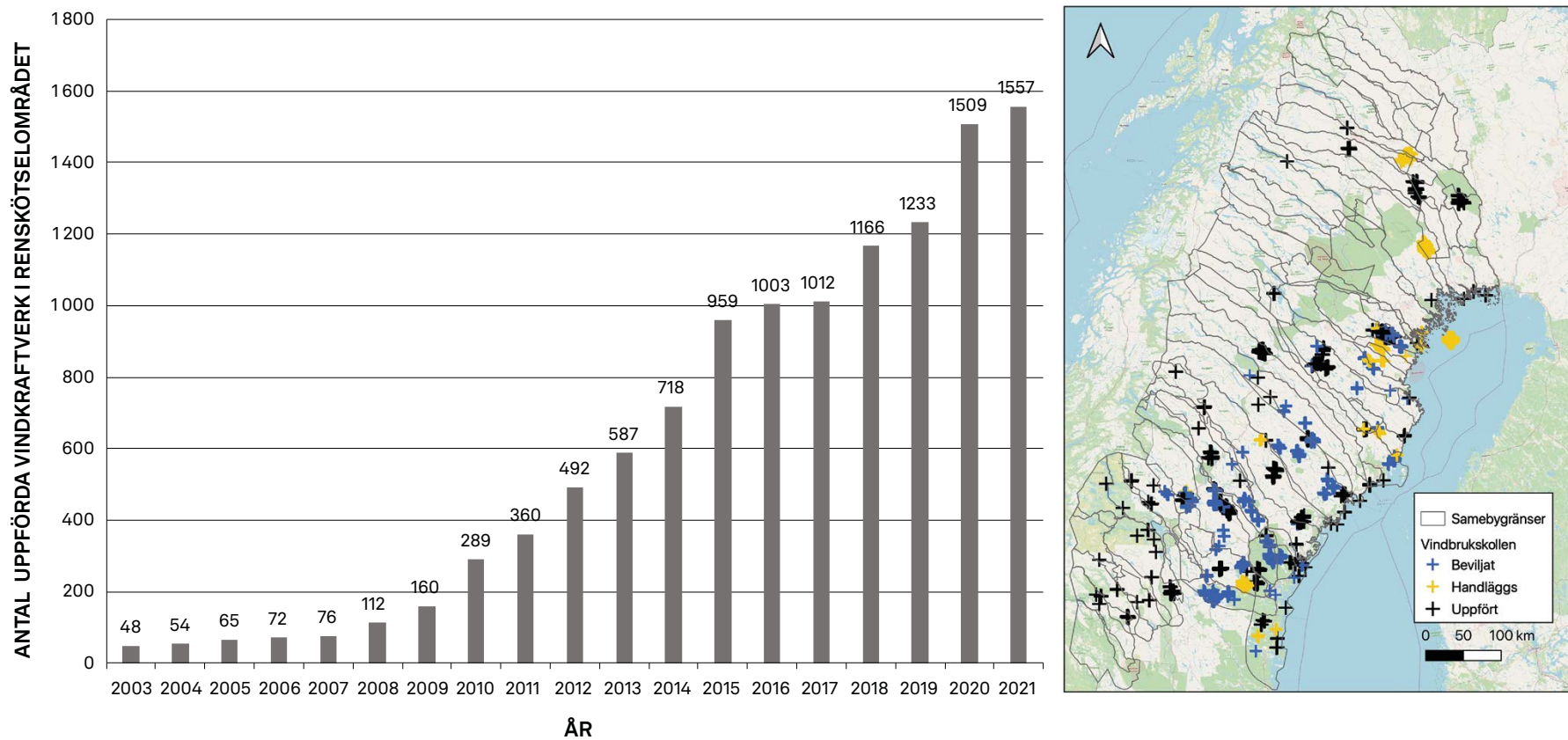
Regardless of the results in relation to the wind power expansion, the studies we have done in this and in previous projects also show that it is important to involve the Sami reindeer herding communities early in the process to, as far as possible, avoid placing and designing the wind power sites so that it becomes a problem for reindeer husbandry. To avoid establishment of wind power reducing the use of pastures for reindeer herding communities, there is a need to develop compensatory measures in collaboration with community to improve pastures. These measures may be related to forestry management, well-planned ecoducts or making new pastures (not used by other communities) available.

1 Inledning

1.1 Bakgrund

I projektet ”Vindkraftens påverkan på ren och renskötsel i vinterbetesområdet” har vi studerat hur vindkraftutbyggnad har påverkat renar och renskötsel i skogslandet på vinterbetes- och året-runt-markerna i tre samebyar. Det här är det tredje projektet där vår forskargrupp studerar hur renar och renskötsel påverkas av vindkraftutbyggnad. Det första projektet handlade om hur renar påverkas under uppförandet av två mindre vindkraftsanläggningar under barmarksperioden (Skarin *m.fl.* 2013, 2015) och det andra projektet handlade om hur renar och renskötsel påverkas under bygg- och driftsfas av vindkraft i barmarks- och vinterbetesområden under tiden direkt efter att vindkraftsanläggningar tagits i drift (Skarin *m.fl.* 2016, Skarin and Alam 2017, Skarin *m.fl.* 2018). Dessa studier har baserats på analyser som kombinerar GPS-data, spillningsinventeringar och renskötarnas kunskap om hur renarna använder betesmarkerna. I tillägg har vi tillsammans med renskötare undersökt hur renskötseln påverkas av den samlade (kumulativa) påverkan från all annan markanvändning. En viktig del i detta är renskötarnas egna beskrivning av hur renskötseln påverkas av flera olika faktorer och hur påverkan har förändrats och ofta ökat över tid (Larsen *m.fl.* 2016, Larsen *m.fl.* 2020). Det är ett framgångsrikt arbetssätt för att fånga upp de problem som samebyarna själva anser sig ha drabbats av i relation till annan konkurrerande markanvändning.

Vindkraften byggs ut i snabb takt i norra Sverige. År 2003 var 48 stycken vindkraftverk uppförda inom renskötselområdet i Sverige. Sedan dess har ökningen varit mycket kraftig och nu 18 år senare, finns 1 557 vindkraftverk uppförda och ytterligare 1 209 beviljade, medan 217 handläggs (Vindbrukskollen, augusti 2021), (Figur 1). Av de län som producerade mest el från vindkraft 2014 var Västerbotten den näst största producenten efter Västra Götaland, och Jämtland på fjärde plats (Energimyndigheten, 2015a). Det har därför under lång tid funnits ett behov av att veta hur vindkraftutbyggnad påverkar renskötseln både kort- och långsiktigt. Det är viktigt att fördjupa kunskapen om hur vindkraft påverkar renskötseln i vinterbetesområdet då en stor del av vindkraftutbyggnaden i Sverige sker i renskötselns vinterbetesområden.



Figur 1. Uppförda vindkraftverk i renskötselområdet från 2003 och fram till 2021 enligt www.vindbrukskollen.se augusti 2021. I kartbilden syns även de vindkraftsanläggningar som beviljats och handlagts under 2020.

1.2 Renskötselsystemet

Renskötseln är ett naturbetesbaserat, socio-ekologiskt, pastoralt system som finns över hela norra Eurasien och praktiseras av fler än 20 olika renskötande urfolksgrupper (Jernsletten och Klokov 2002). Renskötseln är ett extensivt djurhållningssystem där djuren själva hittar sitt bete, till skillnad från exempelvis lantbruket där djur är inhysta i byggnader och utfodras under större delen av året. Den naturliga betesmarken utgör därför huvudresursen i renskötseln. Renen är ett hjorddjur som är anpassat till ett arktiskt klimat och bygger därför upp sina energiförråd under sommaren, för att kunna leva på dessa under vintern (Åhman & White 2018). En bra sommarbetesperiod är avgörande för att renarna ska kunna klara vintern då det är mindre tillgång till bete. Variation i betestillgång mellan olika år gör att renskötseln ständigt behöver kunna växla betesområden mellan olika år. Sommartid är det oftast lättare att finna gott bete för renen, men när det är mycket störningar från insekter och parasiter eller mänskliga aktiviteter på sommarbetet har renen svårt att finna betesro och tid för att äta upp sig inför vintern (Colman *m.fl.* 2003, Weladji & Holand 2006). Vintertid vistas huvuddelen av renarna i skogen, och dess främsta föda är lav och betestillgången är främst beroende av väderlek och snöförhållanden (Riseth *m.fl.* 2011, Helle & Kojola 2008).

1.3 Vinterbete och klimatförändringar

Vintertid är marklav i kombination med vintergröna växter den huvudsakliga födan för renarna. Renen känner lukten av lav genom snön och vet då var den ska gräva för att komma åt laven. Snöns kvalitet och konsistens har stor betydelse för renarnas möjlighet att känna lukten och att gräva fram betet under snön. Vidare har snöförhållandena stor betydelse för hur lätt eller svårt det är att ta sig fram i landskapet för både renarna och renskötarna. På samiska finns över 300 ord för snö och snöförhållanden kopplat till renen och renskötseln (Ryd & Rassa 2001, Riseth *m.fl.* 2011). Betesområdets topografi spelar en viktig roll genom att skapa olika snöförhållanden (Nellemann & Fry 1995). Snöförhållandena avgör till stor del var och hur renarna betar och därigenom styr renskötselarbetet. I våra analyser av hur renarna väljer betesområde vintertid var det därför viktigt att dokumentera hur snöförhållanden varit under olika vintrar. När det är bra vinterbetesförhållanden och lätt för renarna att gräva kan renarna utnyttja dalgångar och släta hedmarker med liten topografisk variation. När snöförhållanden försvåras blir områden med större topografisk variation viktigare. Dessa områden är oftast belägna på höjder i landskapet.

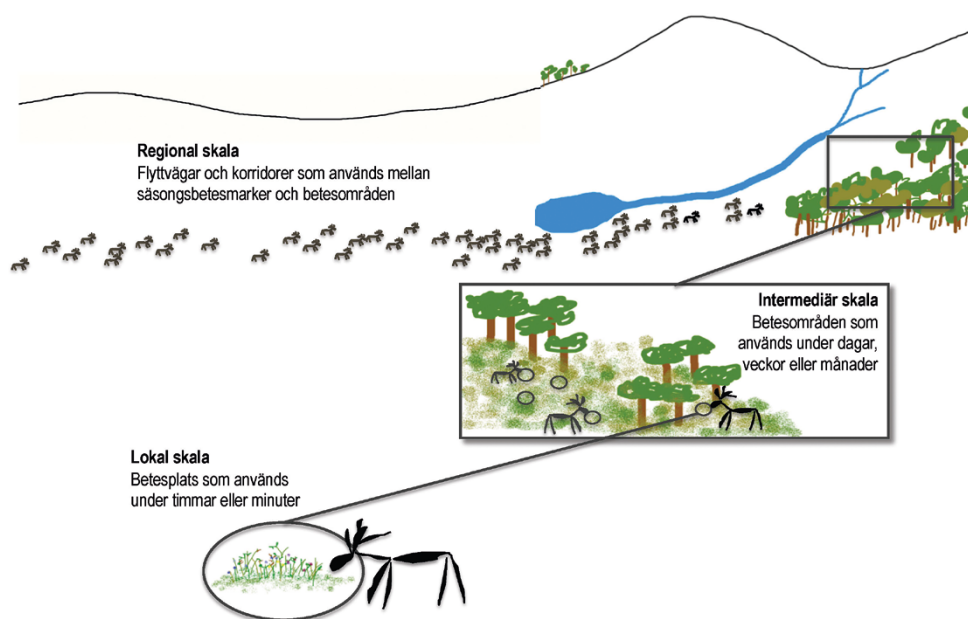
Klimatförändringarna leder till allt varmare vintrar, vilket gör att temperaturen svänger mellan plus- och minusgrader och nederbörden skiftar mellan snö och regn. Detta leder till att laven täcks av en isskorpa och blir otjänlig som bete och det blir svårt för renen att gräva och att känna lukten av laven (Vikhamar-Schuler *m.fl.* 2016, Riseth *m.fl.* 2011). Andra vintrar blir extra snörika och snön blir för djup (> 70 cm) för att renarna ska kunna gräva sig ner och lukta sig till laven. Under snöförhållanden där renarna inte kan komma åt betet även om det finns där, sägs betet vara ”låst” för renarna (Lundqvist *m.fl.* 2007, Forbes 2016, Vikhamar-Schuler *m.fl.* 2016). Under sådana snöförhållanden söker sig renarna ofta till höglägen i landskapet med mer bruten topografi, vilket ger en större variation i snödjup och

isbildning. När betet blir otillgängligt över stora områden behöver renhjorden hitta alternativa betesområden, men det är ofta svårt på grund av konkurrerande markanvändning. Det gör renskötseln extra sårbar gentemot de klimatförändringar som sker idag (Tyler *m.fl.* 2021).

1.4 Renens och renskötarens val av betesområde i förhållande till annan markanvändning

Det finns omfattande forskning om hur både vild och domesticerad ren påverkas av annan konkurrerande markanvändning. De enskilda studierna har sammanställts upprepade gånger och majoriteten av studierna visar på att renar påverkas negativt av mänsklig aktivitet och annan markanvändning (Weladji & Forbes 2002, Reimers & Colman 2006, Vistnes & Nellemann 2008, Skarin & Åhman 2014, Strand *m.fl.* 2018, Flydal *m.fl.* 2019). En tydlig slutsats utifrån sammanställningar av fler än hundra studier är att för att få en helhetsbild av hur renar använder sitt betesområde för att söka föda är det viktigt att studera renarnas betes- och förflyttningsmönster över lång tid och över hela deras betesområde och inte bara inom det lokala området nära ett ingrepp eller under kortare period (Vistnes & Nellemann 2008, Skarin & Åhman 2014, Flydal *m.fl.* 2019).

Det har sedan länge varit väl känt att växtätarens val av betesområden påverkas av en hierarki av abiotiska och biotiska faktorer som arbetar på flera rumsliga och tidsmässiga skalor (Johnson 1980, Senft *m.fl.* 1987, Bailey *m.fl.* 1996, Mayor *m.fl.* 2009b, Spake *m.fl.* 2020). Genom analyser på en regional skala får man kunskap om hur renarna söker föda (betesområden och flyttvägar) i förhållande till landskapet (exempelvis topografi, sjöar och vattendrag) och infrastruktur som kan skapa barriärer i landskapet (Panzacchi *m.fl.* 2013) (Figur 2). Analyser på en intermediär (landskaps-) skala ger kunskap om hur renarna väjer betesområde inom landskapet, och hur förekomst av viktiga växtsamhällen har betydelse för var renen väljer att beta (Skarin *m.fl.* 2008, Mayor *m.fl.* 2009a). På en lokal (inom växtsamhällen-) skala kan man få kunskap om vilka betesväxter som är viktiga. I de fall endast den intermediära och/eller den lokala skalan analyseras är det svårt att utvärdera hur renar generellt förhåller sig till den infrastruktur och mänsklig aktivitet som kan påverka renarna i ett område. På dessa skalor studerar man bara den delen av populationen som befinner sig i närområdet och missar effekterna på den regionala skalan och de renar som undvikit området (Vistnes & Nellemann 2008).



Figur 2. Schematisk bild av hur renarnas val av betesområde kan studeras på olika skalor beroende på frekvensen av deras egna (och renskötarnas) val av betesområde. På en regional skala sker valen sällan och beror till stor del på omvärldsfaktorer som de själva inte kan styra, på en intermediär skala sker valen av betesplatser oftare och det sker också i interaktion med bete (gödning gynnar exempelvis ett frodigare bete), på lokal skala sker valen varje gång en planta eller växt betas och valet beror till stor del på näringsinnehållet i växterna som ju också påverkas av att renarna betar dem (Bild från Skarin och Åhman 2014 efter Senft *m.fl.* 1987).

Inom renskötseln består renarnas val av betesplats av en kombination av renens egna val och renskötarnas val av betesområde utifrån tillgänglig betesmark för respektive sameby. Renskötarens påverkan på renarnas val av betesområde varierar mellan samebyar, över olika år och mellan och inom olika säsonger (Behnke *m.fl.* 2011). Förenklat kan man säga att renskötaren styr renarnas val på regional skala när de flyttar mellan vinter- och sommarbetesområden. Under barmarksperioden är det nästan uteslutande renarnas egna val av betesområde som styr vilka födosöksplatser de väljer, och under vintern styr och följer renskötaren renarna nästintill varje dag och har större del i renens val av betesområde. Det är svårt att avgöra exakt var renskötarens val och styrning av betesplats slutar och renens val tar vid eftersom det är en ständig interaktion mellan renen och renskötaren (Behnke *m.fl.* 2011). Renskötarens försöker dock styra renarna till de områden som bedöms bäst för renen under gällande omständigheter. Det är naturligt för renskötaren att styra renarna till områden där renen vill stanna och beta, annars blir det arbetsamt för dem att hålla kvar renarna i området. Detta betyder att renskötaren är en integrerad del av renens val av betesområden och att man i studier av hur renen väljer betesområden och hur de påverkas av annan markanvändning också måste integrera renskötarens val (Hausner *m.fl.* 2020). Renskötarens kunskap om hur betesmarker traditionellt har använts och deras observationer av hur renarna påverkats av exempelvis en vindkraftsutbyggnad är essentiell kunskap att inkludera för att få en mer fullständig bild av hur renarna och renskötseln påverkas.

I forskning där man studerar socio-ekologiska system, där renskötseln utgör ett exempel, har vikten av att involvera traditionell och lokal kunskap blivit allt tydligare för att fånga upp hur systemet påverkas av yttre faktorer. Detta arbetsätt har på engelska benämnts ”co-production of knowledge” – samproduktion

av kunskap (Tyler *m.fl.* 2007, Forbes *m.fl.* 2009, Sandström 2015). Det är viktigt att inkludera de människor som lever i systemet i de utvärderingar som görs av hur systemet påverkas av yttre faktorer för att systemet ska kunna fortsätta fungera (Hausner *m.fl.* 2020). Genom att samla in kunskap från flera olika data-källor kan vi få en mer mångfasetterad och tydligare helhetsbild av hur renen och renskötseln påverkas av yttre faktorer som exempelvis vindkraftutbyggnad.

1.5 Tidigare studier av vindkraftens effekter på renar

De studier som tidigare har genomförts på vindkraft och ren i Norge och Sverige har gjorts i olika miljöer (skog och fjäll) och över olika säsonger (kalvning, sommar, vinter). Studierna har både genomförts i områden där renarna har tillgång till alternativa betesområden och i områden där renarna har mer begränsad tillgång till alternativa områden (Strand *m.fl.* 2018). I undersökningarna har man utgått från olika datakällor och metodik (GPS-data, spillningsinventering och/eller direktobservationer) för att samla information om hur renarna nyttjat betesmarken. Resultaten från dessa studier visar på olika resultat beroende på dessa förutsättningar (Strand *m.fl.* 2018).

I kalvningsområdet i skogen undviker renar platser där vindkraftverken är synliga både på både regional- och landskapsskala (Skarin *m.fl.* 2018). Colman *m.fl.* (2013) fann inte att renarna ändrade sitt val av betesområde sommartid på landskapsskala. En orsak till de negativa effekterna kan vara att buller från vindkraftverken kan störa djuren och hindra deras kommunikation och förmåga att höra rovdjur (Shannon *m.fl.* 2016). Det kan vara en förklaring till att renar i Malå sameby förändrade sitt val av betesområde under kalvningstid efter att vindkraft byggts i området (Skarin *m.fl.* 2018). Dessutom reagerar bytesdjur som renar på rörelser i deras synfält (D'Angelo *m.fl.* 2008, Heesy 2004) och de kan därför reagera på turbinbladens rörelse, både direkt och från skuggbildningar på marken. Såvitt vi vet finns det hittills bara en studie av vindkraftbuller och visuella effekter som rör vilda djur, utförda på jordekorrar i Nordamerika (Rabin *m.fl.* 2006), och det finns inte några tidigare studier av möjliga effekter av syn och ljud från vindkraftsanläggningar på fritt gående renar eller caribou, utan endast studier av inhägnade renar (Flydal *m.fl.* 2004). Studierna av de inhägnade renarna visar på inga eller väldigt svaga effekter av ett vindkraftverk som de hade inhägnats vid (Flydal *m.fl.* 2004). Det är dock inte möjligt att extrapolera resultaten från den här studien till områden där renar rör sig fritt och har alternativa betesområden att välja mellan.

Resultat från tidigare studier visar att det funnits negativa effekter av vindkraft i områden där betesområdet som vindkraftsanläggningen har anlagts i är ett viktigt betesområde (Strand *m.fl.* 2018). När vindkraftsanläggningarna placerats i områden som ligger i utkanten av viktiga betesområden, eller om det inte finns tillräckligt med data, eller bara data på lokal eller intermediär skala, verkar effekterna variera mer och bli mer osäkra. Det finns en stor oro inom renskötseln i hela Sapmi om hur en omfattande utbyggnad av vindkraft kommer påverka renskötseln i framtiden (Kløcker Larsen *m.fl.* 2016, Österlin & Raitio 2020). Över tid har de samlade (kumulativa) effekterna av annan markanvändning blivit alltmer påtaglig och det är idag tydligt att renskötseln drabbas hårt av annan markanvändning. Den här påverkan behöver beskrivas, utvärderas och hanteras på ett mångfasetterat sätt (Hausner *m.fl.* 2020, Tyler *m.fl.* 2021).

1.6 Mål och syfte

Syftet med den här studien var att studera hur renar och renskötsel påverkas av vindkraftsutbyggnader under vinterbetessäsongen, kalvningsperioden, sommaren och hösten i tre olika samebyar genom att jämföra renarnas habitatval och renskötselns användning av betesområdena före, under, och efter utbyggnad av vindkraft. För att studera detta har vi utgått från följande frågeställningar:

- Hur påverkas renarnas habitatval av vindkraftutbyggnader på landskaps- (intermediär) och på regional skala?
- Hur påverkas renarnas habitatval i områden med vindkraft när vi också beaktar alla andra störningskällor (kumulativa effekter)?
- Påverkar ljud och möjligheten att se turbinerna (i relation till topografin) renarnas habitatval?
- Hur har den årliga variationen i betestillgång (vinterbetessituationen) påverkat hur renarna reagerar på vindkraft i drift?
- Hur påverkas renskötseln av vindkraftutbyggnad (både barmarks- och vinterbetesområden inkluderat)?

Vi inleder rapporten med en beskrivning av vår metodik därefter har vi delat upp rapporten i ett resultat- och diskussionsavsnitt (Avsnitt 3) för analyserna av vinterbetesområdena i Mittådalen och Tåssåsen samebyar och ett resultat- och diskussionsavsnitt för analyserna av året-runt-markerna i Malå sameby (Avsnitt 4). Därefter följer en sammanfattande diskussion (Avsnitt 5).

Till rapporten hör två bilagor, Appendix A Kompletterande metodbeskrivning, samt Appendix B Resultat GPS-analys som nås via naturvardsverket.se/publikationer. Sök därefter på rapportens ISBN: 978-91-620-7011-3.

2 Material och Metod

2.1 Val av studieområden

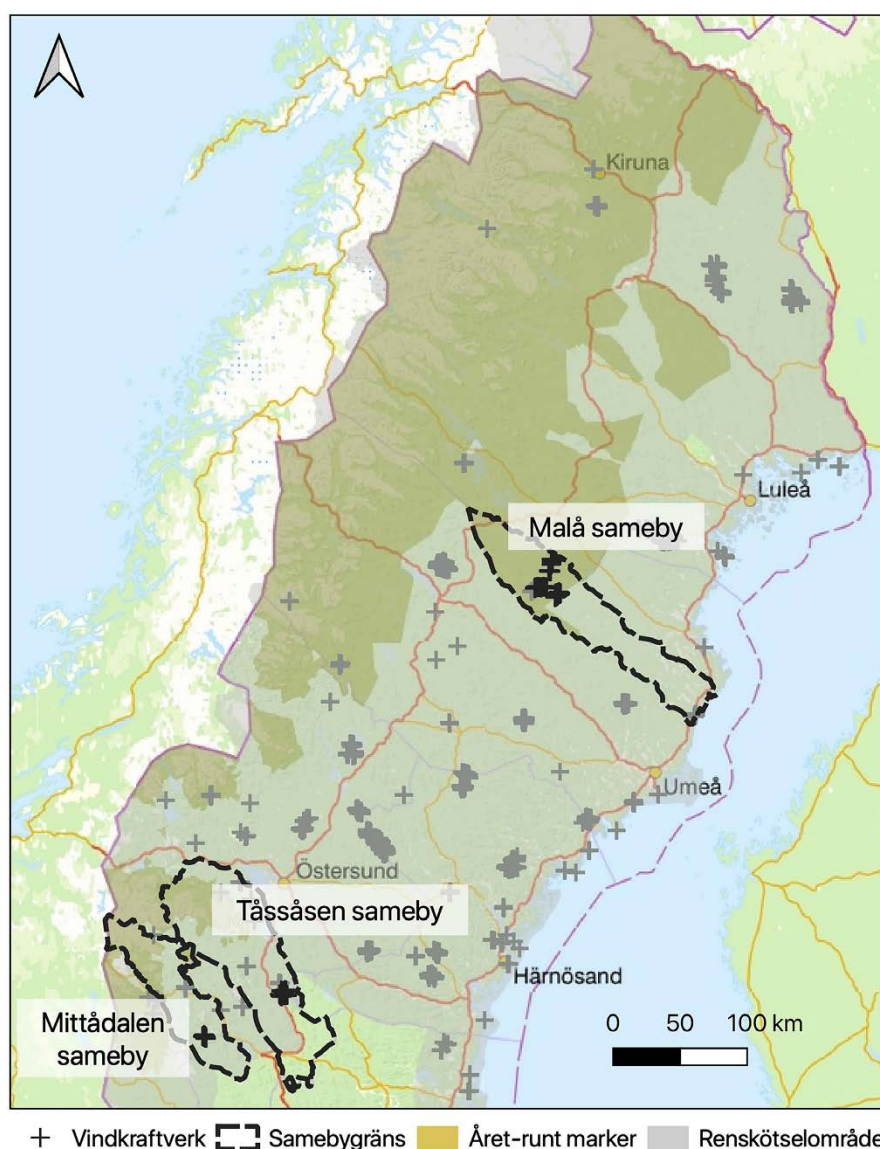
I utlysningen för Vindval etapp IV var önskemålet att studierna skulle öka kunskapen om hur vindkraft i driftsfas kan påverka domesticerad ren i vinterbetesområden i skogslandet. Vidare var önskemålet i utlysningen att arbetet skulle utnyttja marklavskarteringar och bygga vidare på arbetet med att ta fram Renbruksplaner. Vår forskargrupp var redan involverade i projekt relaterade till dessa arbeten och hade därigenom ett väl etablerat kontaktnät och samarbete med samebyar och andra att bygga vidare på i detta projekt. Vårt arbetssätt har fortsatt att utgå från den traditionella kunskapen hos renskötarna, i linje med Akwé: Kon Guidelines². Detta forskningsprojekt inleddes därigenom med diskussioner med Svenska Samernas Riksförbunds (SSR) markanvändargrupp om vilka studieområden som skulle vara lämpliga för att studera påverkan av vindkraft i framförallt vinterbetesland. I diskussionerna utgick vi ifrån tillgång på GPS-data före och efter utbyggnad, placering av vindkraftsanläggningar (vilken säsongsbetesmark), pågående utbyggnad av nya vindkraftsanläggningar och annan pågående markanvändning samt olika samebyars vilja att delta i ett forskningsprojekt. De möjliga studieområden som identifierades initialt inom vinterbetesområdet var Markbygden-projektet i Östra Kikkejaure sameby, Stor-Rotliden vindkraftsanläggning i Vilhelmina Norra sameby, Björkvattnet-Ögonfågeln vindkraftsanläggningar i Jijnjevaerie sameby, Glötesvålen vindkraftsanläggning i Mittådalen sameby, och Mullbergs vindkraftsanläggning i Tåssåsen sameby. Vi tillfrågade därefter dessa samebyar om de var intresserade av att delta i studien samtidigt som vi genomförde en översiktlig genomgång av vilka GPS-data som var tillgänglig från respektive sameby.

Vi fann att mängden GPS-data innan respektive vindkraftsanläggnings uppförande var begränsad för Stor-Rotliden, Markbygden och Björkvattnet-Ögonfågeln. Vidare befann sig stora delar av Markbygden-projektet i Östra Kikkejaure sameby fortfarande i byggfas, vilket gjorde det svårt att särskilja på hur drift respektive byggfas skulle kunna påverka renskötelsen. Renskötelsen i samebyn har också redan tvingats till stora förändringar i sin markanvändning vintertid pga. den pågående utbyggnaden. Numera utfodras renarna till större del vintertid och att man har ändrat hur man flyttar förbi Markbygden mellan barmarks- och vinterbetesmarkerna. Vilhelmina Norra sameby med Stor-Rotlidens vindkraftsanläggning ifrågasatte relevansen av att bara studera påverkan från en vindkraftsanläggning (Stor-Rotliden) då man samtidigt har ytterligare åtta vindkraftsutbyggnader tillståndsgivna och under uppförande inom sina vinterbetesmarker. Samebyn ansåg sig inte kunna lägga tid på att delta på nödvändiga projektmöten då de hade ett omfattande arbete med dessa pågående utbyggnader i samebyn. Samebyn såg inte heller syftet med att studera effekterna av endast Stor-Rotliden, då en beskrivning av hur effekterna av Stor-Rotliden påverkar renskötelsen kommer att bli inaktuell när de nya vindkraftsetableringarna är på plats.

² Secretariat of the Convention on Biological Diversity, 2004, riktlinjer som tagits fram inom ramen för artikel 8(j) Konventionen om Biologisk mångfald. Se mer i Lawrence och Kløcker Larsen, 2016.

Tidigare analyser och resultat från Stor-Rotliden finns rapporterade i Skarin *m.fl.* 2016, och beaktas i diskussionen i denna rapport. För Mittådalen och Tåssåsen samebyar fanns flera år med GPS-data före, under och efter uppförande av respektive vindkraftsanläggning och samebyarna var positiva till att delta i projektet (Figur 3).

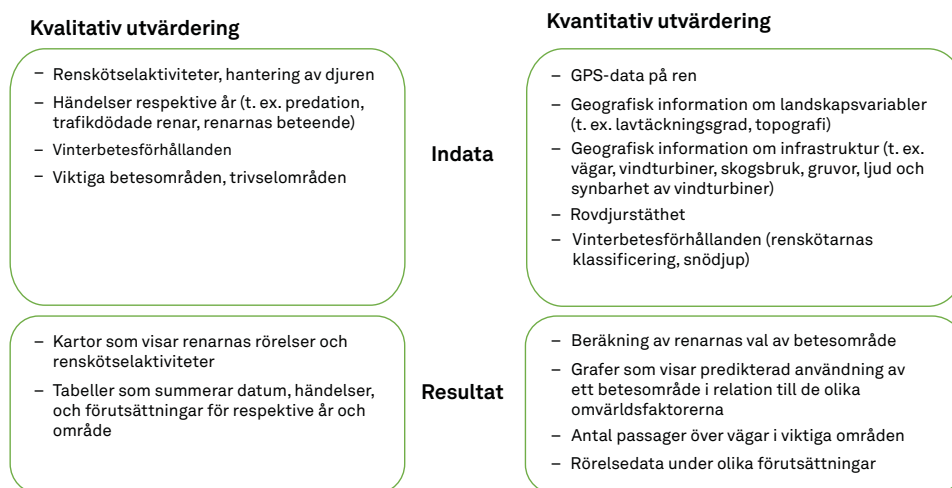
Vidare valde vi att bygga vidare på våra tidigare studier i Malå skogsameby med Jokkmokksliden och Storlidens vindkraftsanläggningar (Skarin *m.fl.* 2013, 2015, 2016, 2018) delvis på samebyns initiativ. Vi utökade studien genom att inkludera ytterligare två vindkraftsetableringar i området (Åmliden och Ytterberg). Vi analyserade även hur renarnas rörelsemönster påverkats av vindkraft under hela renbetesåret och inte bara under kalvningsperioden. Genom att inkludera dessa studieområden och betessäsonger får vi en mer heltäckande bild av hur vindkraft påverkar ren och renskötsel i skogsområdet. Skogslandet utgör idag det huvudsakliga utbyggnadsområdet för vindkraft inom renskötselområdet i Sverige.



Figur 3. Studieområdena ligger inom Malå sameby, Tåssåsen sameby och Mittådalen sameby. Uppförda vindkraftverk (enligt vindbrukskollen.se) inom renskötselområdet i bakgrunden. Lantmäteriet ©.

2.2 Kvalitativ och kvantitativ metodik

För att utvärdera effekterna av vindkraft har vi haft en tydlig utgångspunkt i att samproducera kunskap tillsammans med renskötarna i de berörda samebyarna enligt det arbetssätt som på engelska benämns ”Co-production of knowledge” (Sandström 2015, Armitage *m.fl.* 2011, Dale & Armitage 2011, Hausner *m.fl.* 2020). Vi har tillsammans med renskötarna utvärderat effekterna av vindkraft på renarnas beteende och renskötelsen genom att använda både kvalitativ och kvantitativ information (Figur 4). Vi samlade in kunskap om hur renarna rört sig i landskapet genom att dels utbyta kunskap med renskötarna och dels genom att studera GPS-data från renarna. För att kvantitativt beskriva hur renarnas val av betesområde förändrats i relation till vindkraftutbyggnaden gjorde vi habitatvalsanalyser där GPS-data relaterades statistiskt till olika omvärldsfaktorer (inklusive vindkraft) för att beskriva renars habitatval. Nedan följer en detaljerad metodbeskrivning av hur vi har gått tillväga för att göra detta arbete.



Figur 4. Typ av data som samlades in och hur det användes i den kvalitativa och kvantitativa utvärderingen av hur vindkraftutbyggnad påverkar renar och renskötelse.

2.3 Kvalitativ datainsamling och analys

En viktig del i vårt arbete bestod i att samla in traditionell och detaljerad kunskap från renskötarna för att få en beskrivning av hur renskötelsen bedrivits i respektive område. Vi genomförde fokusgruppsmöten, projektmöten och kunskapsutbyte med både enskilda renskötare och i grupp. Detta skedde i första hand med de renskötare som har sina renar i de aktuella studieområdena. Kunskapsinhämtningen har haft en iterativ karaktär där vi diskuterat vissa av frågorna med renskötarna under ett antal hel- och flerdagarsmöten. Datainsamlingen bygger också vidare på erfarenheter från arbetet med upprättandet av samebyarnas Renbruksplan³ (Sandström *m.fl.* 2003, Sandström 2015) samt tidigare arbeten kring hur vindkraft påverkar renar och renskötelse (Skarin *m.fl.* 2013, 2016, Skarin & Alam 2017, Skarin *m.fl.* 2018, Strand *m.fl.* 2018).

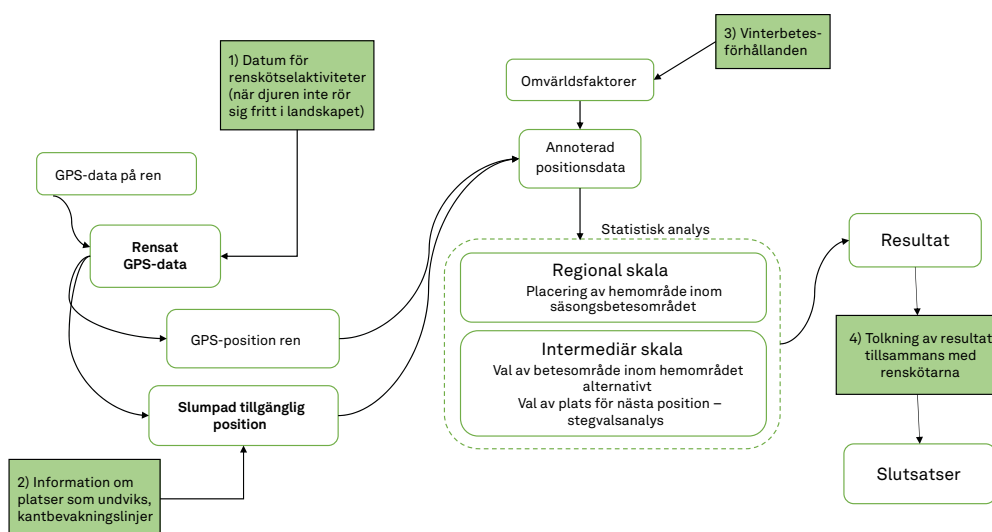
³ <https://www.sametinget.se/renbruksplan>

Den generella arbetsgången inleddes med att vi tillsammans med renskötarna vi det första fokusgruppsmötet samlade in och organiserade mer allmänna kvalitativa data om hur renskötelsen bedrivits och hur vindkraften har förändrat renarnas rörelsemönster och renskötelsen, där följande frågor var vägledande:

- Hur bedrivs renskötelsen i samebyn?
- Hur använder samebyn betesområdet i och omkring vindkraftutbyggnaderna före och efter etablering av vindkraftsanläggningen?
- Hur påverkar klimat och väderlek renarna och renskötsearbetet (framförallt vintertid i relation till bra respektive svåra betesår)?
- Vilka områden används/är viktiga under bra respektive svåra betesår?
- Hur har renskötelsen påverkats av vindkraftutbyggnaden och/eller annan markanvändning?

Under det andra mötet gick vi tillsammans med renskötarna igenom all GPS data och ”spelade upp” positionerna. Att ”spela upp” positionerna innebar att vi i samebyarnas RenGIS tittade på GPS-positionernas förflyttning på kartan för varje år och årstid. Under denna process dokumenterade vi information om renskötelsestrategier, exempelvis mindre och större renflyttar, samlingar, vilka kantspår som bevakats vid olika tidpunkter osv. Vi karterade renskötarnas kantbevakningslinjer i detalj. Renskötarna påverkar vilka betesområden renarna betar i genom att antingen flytta djuren till dessa områden eller genom att kantbevaka djuren så att de inte går iväg till andra oönskade områden. För att veta när renarna har varit hanterade eller styrda till ett område samlade vi in detaljkunskap om detta för varje år som vi hade GPS-data för (Figur 5). Den informationen användes sedan i modelleringen av renarnas habitatval för att kvantifiera vilka områden som varit tillgängliga för renarna (se avsnitt 2.4.4). Renskötarna beskrev hur den övriga renhjorden rört sig i landskapet i förhållande till den bråkdel av djur i renhjorden som var utrustad med GPS-halsband. Renskötarna bidrog även till att beskriva hur andra yttre faktorer påverkat renarna och renskötelsen. Här var beskrivning av snöförhållanden och vinterbetessituationen viktig för studierna i vinterbetesområdet.

Alla möten och intervjuer spelades in, transkriberades och återlämnades till deltagarna för granskning. Informationen från fokussamtalen och intervjuerna sammanställdes utifrån transkriberat material och från anteckningar som gjordes under mötena. Förutom personliga möten kontaktade vi också renskötarna vid olika tillfällen för att samla in ytterligare information eller kontrollera fakta och detaljer för varje år och område. Dessutom gav några av renskötarna oss dagboksanteckningar relaterat till snöförhållanden, rovdjursförekomster och renskötelseaktiviteter. Kunskapen och informationen från renskötarna var inte alltid fullständig och heltäckande eftersom det rörde händelser bakåt i tiden och det inte alltid fanns dagböcker och anteckningar att tillgå, i de fall det varit möjligt har vi då kompletterat med information från andra källor vilka beskrivs nedan.



Figur 5. Flödesschema för analys av renarnas val av betesområde med GPS-data och olika omvärldsfaktorer. De gröna rutorna visar var renskötarnas kunskap bidrar till analysen; 1) i definition av renskötselaktiviteter (när djuren hanteras på något sätt och inte rör sig fritt i landskapet), 2) vilka områden som kantbevakas av renskötarna områden som renarna inte tillåts använda, 3) för vinterbetesområdena definierades och vinterbetesförhållandena av renskötarna och 4) tolkning av resultat tillsammans med renskötarna.

2.3.1 Klassificering av vinterbetesförhållanden

Snöförhållanden under respektive vintersäsong är avgörande för renens val av betesområden. Därför klassificerade vi snöförhållandena varje vinter som goda, goda/medelsvåra, medelsvåra, medelsvåra/svåra eller svåra utifrån tre olika parametrar; 1) renskötarnas beskrivning av vintern baserat på dagboksanteckningar och minnen från varje vinter 2) tolkning av väderdata från SMHI:s väderstationer (nederbörd, snödjup och temperatur) och 3) tolkning utifrån renarnas rörelsemönster ("uppspelade" GPS-positioner) tillsammans med renskötarna. Bedömningen av vinterbetessituationen var subjektiv och kunde variera mellan olika renskötare men bestod av en sammanvägd klassificering som gjordes efter en gemensam diskussion under respektive fokusgruppsmöte.

Genom tolkning av data från SMHI:s väderstationer klassificerade vi hur snöförhållandena utvecklades under varje vintersäsong. Vi utvecklade en bedömningsmall för att identifiera när det sannolikt förekom väderhändelser som ledde till att betet blev låst för renarna. Vår bedömningsmall för snöförhållande beaktade information avseende nederbördsmängd och snödjup. Vi beräknade den kumulativa nederbörden över hela vintersäsongen från första dagen med permanent snötäcke. Väderförhållanden som leder till goda betesförhållanden definierade vi när kurvan för snödjupet följer kurvan för kumulativ nederbördsmängd. När en ökning av nederbördsmängden inte ledde till en ökning eller en minskning av snödjupet, betydde det en istället en försämring av betesförhållandena. Sådana väderhändelser är speciellt allvarliga vid snödjup mellan 10 och 30 cm då risken för bildandet av ett islager närmast marken är som störst vilket vanligtvis leder till svåra betesförhållanden. Således studerade vi tiden just efter det att det första bestående snödjupet etablerats extra noga. Vi utvecklade kriterier för när specifika regn-på-snöhändelser inträffade utifrån de kriterier som Lundqvist *m.fl.* (2007) tagit fram. Vi utgick då från när det under ett dygn varit en maxtemperatur över 0 °C och det fallit minst 3 mm

nederbörd som regn, snöblandat regn eller duggregn följt av en minitemperatur under -2°C under något av de tre närmast efterföljande dygnen. Vi identifierade datum för dessa händelser under hela vintern fram till 15 mars varje år. Sådana väderhändelser anses vara mindre allvarliga om de sker i slutet på vintersäsongen då skarbildning istället är önskvärt inför flytten mot fjällen.

Vi använde en sammanställning av väderdata från närliggande SMHI-väderstationer för respektive studieområde. För Tåssåsen sameby och området vid Mullberg använde vi data på snödjup och nederbörd från Handsjö väderstation belägen norr om Mullberg vid väg 315. Temperatur (dygnsmax- och dygnsmin-temperatur) hämtade vi från Ytterhogdals väderstation. För Mittådalen sameby hämtade vi temperaturdata och nederbördsdata från Dravagens väderstation strax söder om Glötesvålen och snödjup från Myskelåsens väderstation som ligger i västra delen av vinterbetesområdet.

2.4 Kvantitativ datainsamling och analys

I den kvantitativa (statistiska) utvärderingen använde vi GPS-data från renarna tillsammans med geografisk information för olika omvärldsfaktorer för att beräkna renarnas val av betesområde i habitatvalsmodeller. Omvärldsfaktorerna bestod av avstånd till olika typ av infrastruktur (förutom vindkraftsanläggningarna), topografiska faktorer som höjd över havet, lutning och riktning, ägoslag (vegetation- eller marktyp), snöförhållanden (för vinterbetesområdena) och förekomst av rovdjur. Dessa faktorer har tidigare visat sig betydelsefulla för att beskriva renars habitatval (e.g., Skarin *m.fl.* 2015, 2018, Eftestøl *m.fl.* 2015, Panzacchi *m.fl.* 2015). Vi analyserade också hur renarnas rörelsehastighet påverkades av dessa omvärldsfaktorer. Vi satte upp ett antal möjliga modeller som motsvarade våra hypoteser för renarnas habitatval för respektive område och säsong. Med hjälp av modellvals metodik kunde vi identifiera den bäst anpassade modellen för respektive analys. Vi använde sedan den bästa modellen och beräknade om och hur renarnas val av betesområde och rörelsemönster förändrats i förhållande till vindkraftutbyggnaderna och annan markanvändning. Resultaten från analyserna diskuterades med renskötarna för att återigen sätta analysen i kontext med renskötseln (Figur 5). Analyser av GPS-data kan ge direkta mått på effekten av olika omvärldsfaktorer på renarnas habitat- och områdesval. Renskötarnas kunskap och resultaten från de statistiska analyserna kompletterar varandra och tillsammans ger de en tydligare bild av hur förändringar i landskapet påverkar renarna och renskötseln.

2.4.1 GPS-data

GPS-data från alla tre studieområden var tillgängliga genom samebyarnas egen märkning av renar med GPS-halsband bl.a. inom ramen för deras arbete med Renbruksplaner och genom tidigare forskningsprojekt (Malå sameby) där renarna har utrustats med GPS-halsband (Skarin *m.fl.* 2015, 2018). Honrenar (vajor) i produktiv ålder och i enstaka fall kasttrade hanrenar (härkar) hade utrustats med GPS-halsband. Våra analyser har enbart inkluderat GPS-data från vajor. Vajorna representerar den största andelen av hjorden (70–80 %) och visar därför bäst var huvuddelen av hjorden har vistats. All GPS-data har lagrats och sedan hämtats från Wireless Remote Animal Movement-databasen (WRAM) på SLU.

GPS-data rensades i flera steg (Figur A1, Appendix A). Data rensades på positioner för tidsperioder när halsbanden inte hade suttit på renar, när renarna hade transporterats, varit i samlingshage, och när positionerna hade för dålig kvalitet. Därefter definierades tidsperioden för den aktuella betessäsongen och positionerna för den säsongen valdes ut. Endast positioner med samma tidsintervall mellan positioner valdes. Vi tog bort positioner om det hade varit en snabb förflyttning i kombination med en liten vinkel i förhållande till nästa position ("turning angle"). Det användes för att ta bort "spikes" (felaktiga positioner) som inte fångades upp i det första filtret. Under våra projektmöten med samebyarna genomfördes en omfattande manuell genomgång av alla GPS-data där vi spelade upp GPS-data och bedömde om ovan beskrivna stegvisa rensning hade identifierat positionerna på ett riktigt sätt. Detta gällde framförallt identifiering av tillfällena då renskötarna direkt hade påverkat renarnas betesval (Figur 5).

För Mittådalen och Tåssåsen samebyar definierades vinterbetessäsongen från den tidpunkt när renarna hade flyttats ner till vinterbete till det att flytten mot kalvningslandet hade påbörjats. I Malå sameby analyserades GPS-data från tidpunkten när renarna flyttade upp till året-runt-betesmarkerna i slutet av april, fram till höstskiljningen i november/december då de flyttar österut igen till vinterbetesområdet.

2.4.2 Omvärldsfaktorer

Vi analyserade GPS-data i habitatvalsmodeller och i analyser av rörelsehastighet genom att relatera GPS-positionerna till olika omvärldsfaktorer. Tabell 1 beskriver fördelningen av de rumsliga omvärldsfaktorerna för respektive studieområde. Samtliga omvärldsfaktorer med spatial information har konverterats till SWEREF 99-koordinatsystem och till 10x10 meters upplösning.

ÄGOSLAG OCH LAVTÄCKNINGSGRAD

Data över vegetationstyp och ägoslag kommer från Nationellt MarktäckeData (NMD⁴; www.lantmateriet.se). Vi reducerade antalet klasser från den ursprungliga NMD till de sju mest relevanta för våra analyser (Tabell 1). Information om skogsbeståndens avverkningsår hämtades från Skogsstyrelsens databas "Utförd avverkning".

Tidigare har karteringar av marklav saknats, men genom vårt samarbete med Renbruksplan (Sandström 2015) har vi tagit del av en helt ny produkt som beskriver täckningsgrad av marklavar (Adler *m.fl.* in prep). Den heltäckande marklavskartan skapades genom att kombinera fältinventeringsdata från Riksskogstaxeringen (RT) från 2015–2019 med fjärranalysdata (Sentinel 2 och LIDAR) samt information om markfuktighet och lutning i en Generalized Additive Model (GAM; (Wood 2018). Klassificering av lavrika områden har förbättrats ytterligare genom inventeringar av lav genomförda av respektive sameby. Beräkningarna av marklavstäckning med denna modell gav en prediktionsnoggrannhet av marklavtäckningsgrad inom Tåssåsen och Mittådalen som varierade mellan 82 och 93 %.

⁴ <https://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Kartor/Nationella-Marktackedata-NMD/>. Hämtad 2020-09-30.

Tabell 1. Median och omfång (min–max) av kontinuerliga rumsliga variabler och fördelning av ägoslag enligt NMD inom respektive studieområde inom Mittådalen, Tåssåsen och Malå samebyar.

Kontinuerliga variabler	Mittådalen		Tåssåsen		Malå	
	Median	(min–max)	Median	(min–max)	Median	(min–max)
Vindkraftverk (m)	16157	(10–41578)	15883	(32–40132)	17723	(10–72498)
Kraftledning (m)	3884	(0–15800)	5141	(0–14225)	5339	(0–22045)
Bebyggelse (m)	1901	(0–7381)	1775	(0–13036)	1445	(0–8181)
Enskild väg (m)	473	(0–7821)	383	(0–10991)	316	(0–4676)
Allmän väg (m)	4572	(0–16830)	3194	(0–14529)	1699	(0–11017)
Järnväg (m)			7056	(0–25279)	38579	(0–69797)
Stigar och leder (m)	2380	(0–27491)			16104	(0–51208)
Gruva (m)					30028	(0–75522)
Marklvtäckning (%)	1	(0–80)	0	(0–100)		
Höjd över havet (m)	628	(375–1274)	427	(260–1008)	348	(190–647)
Lutning (grader)	4,5	(0–72)	3,7	(0–45)	2	(0–48)
Sluttningens riktning (cos)	0,008	(–1–1)	–0,007	(–1–1)	0,014	(–1–1)
Terrängpositions-index (150 m)		Andel (%)		Andel (%)		Andel (%)
Plan terräng		30		34		29
Nedre sluttning		13		12		13
Sluttning		26		25		24
Åsrygg		11		10		13
Övre sluttning		11		10		10
Dalgång		10		9		11
Ägoslag enligt NMD						
Kalhyggen		14		19		18
Exploaterade områden		1		2		2
Öppna områden		10		6		3
Barrskog		49		49		43
Lövskog		8		6		9
Skogklädd myr		2		4		7
Myr		16		15		19

VÄGAR, JÄRNVÄGAR OCH KRAFTLEDNINGAR, LEDER OCH BYGGNADER

Geografisk information för vägar, järnvägar (Tåssåsen och Malå), kraftledningar, snöskoterleder (Mittådalen), vandringsleder (Malå) från Lantmateriets databaser för Fastighetskartan⁵. Fjällkartan⁶ och Översiktskartan⁷ tillgänglig via Renbruksplanernas GIS-verktyg RenGIS⁸. Vägar delades in i två klasser (allmänna och enskilda vägar). För varje position beräknade vi avståndet till de två vägklasserna, järnvägar, kraftledningarna och hus och byggnader.

⁵ <https://www.lantmateriet.se/sv/Kartor-och-geografisk-information/geodataprodukter/produktlista/fastighetskartan/> Hämtad 2020-09-30.

⁶ <https://www.lantmateriet.se/sv/Kartor-och-geografisk-information/geodataprodukter/produktlista/fjallinformation/> Hämtad 2020-09-30.

⁷ <https://www.lantmateriet.se/sv/Kartor-och-geografisk-information/geodataprodukter/produktlista/oversiktskartan/> Hämtad 2020-09-30.

⁸ <https://www.sametinget.se/111684>

TOPOGRAFI

Vi använde Lantmäteriets höjdmodell⁹ med en upplösning på 2 m i horisontalled och ± 0.05 m i höjdlädd baserat på laserscanning (www.lantmateriet.se) omräknad till 10 m upplösning. Vi använde höjd över havet och höjd över havet i kvadrat, för att fånga upp om det fanns icke-linjära samband i renarnas val av höjdläge. Om positionerna exempelvis hade en signifikant negativ regressionskoefficient för höjd över havet och ett signifikant positivt värde för höjd i kvadrat betydde det att renarna hellre valde höjdlägen och dalgångar, men inte områden däremellan. Utifrån höjdmodellerna beräknade vi sluttningslutning och sluttningsriktning omräknat till cosinus av kompassriktningen för att kunna relatera en kontinuerlig faktor till data istället för ett gradtal som behöver kategoriseras i exempelvis respektive kardinalriktning på kompassen, samt ett index för terrängens kupering och brutenhet ett så kallat terrängpositionsindex (TPI). TPI beskriver positionen i terrängen beroende på skillnaden i höjdläge mellan en gridcell och dess omgivande celler i höjdmodellen på ett visst avstånd från centrumcellen (De Reu *m.fl.* 2013). Vi räknade ut TPI för tre olika avstånd, 150, 210 och 510 m där vi uppskattade att variation i terrängen skulle kunna ha betydelse för renarnas val av betesområde. Stora avstånd speglar större formationer i terrängen, exempelvis fångades dalgångar som är 500 m breda upp av avståndet 510 m medan smalare dalgångar (150 m) inte urskiljde sig. Här förväntade vi oss att 510 m avstånd skulle förklara renarnas habitatval bättre på regional skala och att 150 m avstånd skulle förklara habitatvalet bättre på intermediär skala. TPI klassificerades till fem olika klasser, 1) åsrygg, 2) övre delen på en sluttning, 3) mellansluttning (området mellan övre och nedre kanten på sluttningen), 4) nedre kanten på en sluttning och 5) sänka eller dalgång. I Tabell 1, visas andel av respektive klass för avståndet 150 m, för de andra avstånden skiljer sig fördelningen mellan de olika klasserna något, men inte med mer än två procentenheter. I våra respektive habitatvals- och rörelsehastighetsmodeller valdes den upplösning av TPI som gav den bäst anpassade modellen enligt AIC-värdet (se avsnitt 2.4.5).

VINDKRAFTVERKEN

Vi skapade ett raster med en avståndsvariabel där avståndet till närmaste vindkraftverk för varje position beräknats. I Malå sameby där det var fyra olika vindkraftsanläggningar definierade vi också en klassvariabel för att kunna bestämma vilken anläggning som avståndet gällde. Baserat på vår höjdmodell utfördes en siktanalys i GRASS GIS (r.viewshed.cva addon: <https://grass.osgeo.org/grass78/manuals/addons/r.viewshed.cva.html>) som identifierar pixlar där vindkraftsanläggningarna är synliga eller skymda av topografin för renarna. I vår synlighetsanalys tog vi även hänsyn till vegetationstäckning, om det var öppna områden (träd <1 m) eller om det var områden med skog (träd > 1 m). Informationen om vegetationstäckning kom från Skogliga grunddata (<https://www.skogsstyrelsen.se/sjalvservice/karttjanster/skogliga-grunddata/>).

⁹ <https://www.lantmateriet.se/sv/Kartor-och-geografisk-information/geodataprodukter/produktlista/hojddata-grid-2/>. Accessed on 2020-11-20.

LJUDSPRIDNING FRÅN VINDKRAFTVERKEN

Beräkningarna av ljudspridning från vindkraftverken gjordes med beräkningsmetoden Nord2000, en metod gemensamt framtagen av de nordiska länderna. Metoden rekommenderas av Naturvårdsverket för detaljerade beräkningar av ljud från vindkraft. Beräkningarna utfördes i programvaran SoundPlan. Den digitala höjdmodellen (2 m upplösning) specificerade ljudeffektnivåer och frekvensspektrum specificerades av vindkraftsprojektörerna och användes som underlag i beräkningarna. Ljudberäkningarna utfördes med de verkskoordinater som erhållits av respektive verksamhetsutövare. Vindkraftverken modellerades som punktkällor vid vindkraftverkens navhöjd.

Ljudberäkningen tar hänsyn till hur ljudenergin tunnas ut då den sprids över en allt större yta då avståndet ökar, ljudabsorption i luften, ljudreflektion från marken och eventuell skärmning av berg och kullar. Modellen tar inte hänsyn till den ljuddämpning som sker då ljudet tar sig fram mellan träden i en skog. Beräkningen utfördes för ett antal olika vindhastigheter, vindriktningar och temperatur- och markförhållanden (snö eller barmark, se Tabell A1, Appendix A). Utifrån angivna förutsättningar beräknades ekvivalenta ljudnivåer utomhus i dBA för ett rutnät om 50x50 m och 1,5 m över mark, se exempel på ljudspridningskartor före respektive studieområde i Appendix A (Figur A2–A4).

Beräkningsmodellen Nord2000 har undersökts och validerats för beräkning av ljud från vindkraft i en studie genomförd av DELTA, Validation of the Nord2000 propagation model for use on wind turbine noise (PSO-07 F&U project no. 7389). Hørsholm: DELTA, 2009. Generellt visar Nord2000 bra överensstämmelse med ljudmätningar över enkel plan terräng med enkel meteorologi och för komplex terräng med komplex meteorologi. Exempelvis utfördes i studien mätningar och beräkningar med Nord2000 för en stor vindkraftsanläggning, 70 vindkraftverk, i norsk fjällterräng med komplexa meteorologiska förhållanden på avstånd upp till 4 km. Ljudmätningarna visade att beräknad ljudnivå med Nord2000 låg i medeltal 1,0 dB under de uppmätta värdena med en standardavvikelse på 2,3 dB, för avstånd upp till 4 km. Vid jämförelse med den internationella beräkningsmetoden ISO 9613-2 är Nord2000 en förbättring, särskilt för de komplexa situationerna. Naturvårdsverket rekommenderar Nord2000 för komplex terräng och längre utbredningsavstånd.

ROVDJUR

Vi fick tillgång till data om tätheten av järv, björn och varg från 2013 till 2019 (2012 till 2018 för björnar) från Bischof *m.fl.* (2019, 2020). De använde årliga enskilda observationer av de tre arterna från Rovbase (www.rovbase.se) för att beräkna årliga och rumsliga variationen i förekomsten av dessa rovdjur. Denna beräkningsmodell tar hänsyn till populationsdynamik och djurens rörelsemönster för att förutsäga antal individer. Kartorna med en upplösning på 5 km beskriver variation mellan år, men inte inom år. Vargförekomst var inte beräknat för Malå. Data för björnförekomst användes inte vid analysen av vinterbetesområdena. För lodjursförekomst fanns inga beräkningar att tillgå.

SNÖDJUP

Snödjupsberäkningar för vinterbetesområdena var gjorda av Norges Energi och Vassdrag var tredje dag för varje vintersäsong (xgeo.no) med en upplösning på 1x1 km. Beräkningarna är baserade på data från SMHI:s väderstationer, men eftersom beräkningarna är gjorda för Norges räkning är beräkningar på svensk sida ännu ej validerade¹⁰. Se även 2.3.2 för beskrivning av användning av data för snödjup från SMHI:s väderstationer belägna i studieområdena.

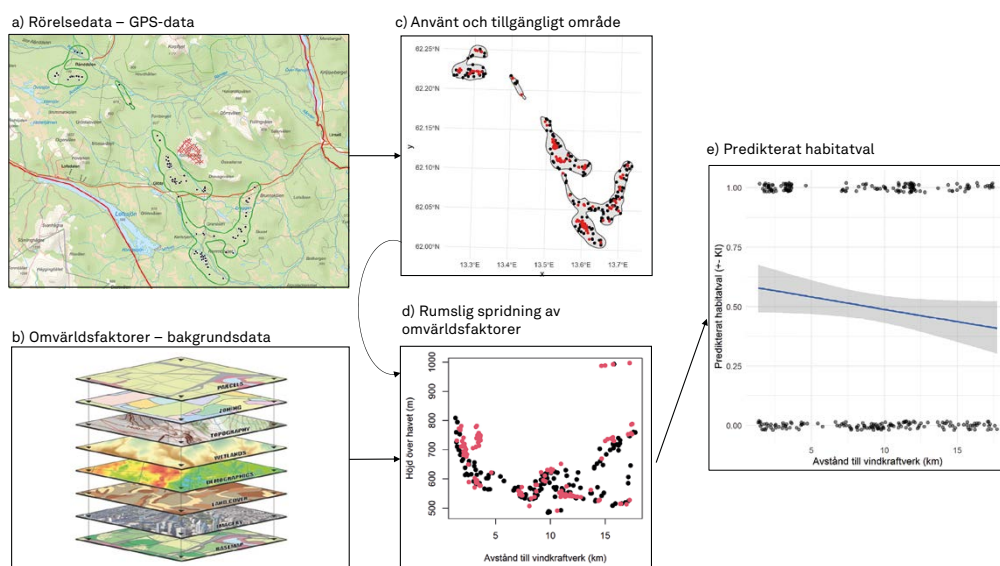
VILTSKADESTATISTIK

Vi använde Viltskadestatistik från polisens register (<https://www.viltolycka.se>) för väg E45 och väg 315 för studieområdet i Tåssåsen sameby för att få data på antalet rapporterade trafikolyckor där renar har förolyckats under åren 2010–2020. Före 2010 finns inte statistik för position på olycksplatsen, då olyckor endast registrerades på länsnivå. Dessa data ingick inte i habitatvalsanalysen.

2.4.3 Habitatvalsanalys

Den kvantitativa analysen av GPS-data baseras på beräkning av habitatvalsmodeller benämnda "resource selection functions" (RSF) på engelska (Manly *m.fl.* 2002). Det är ett vanligt sätt att beräkna habitat- och områdesval. Vi har även i tidigare projekt använt denna metodik i beräkningar av hur renar påverkas av vindkraft (Skarin *m.fl.* 2015, 2018). Genom att använda positioner från renar utrustade med GPS-halsband tillsammans med rumsliga och tidsbundna miljöfaktorer kan beräkningar göras av hur en ren väljer eller undviker ett område (Figur 6). Grunden i en habitatvalsanalys är att jämföra förhållanden i de områden djuren använder med de områden som är tillgängliga för djuren, men som används i mindre utsträckning. I analysen beräknar man om djuren fördelar sig slumpmässigt inom ett tillgängligt område eller om de väljer eller undviker områden med specifika omvärldsfaktorer. Definitionen av tillgängliga områden är en viktig del i sådana analyser. Hur tillgängliga områden definieras är beroende av vilken skala som analyseras (Johnson 1980). I våra analyser definierades tillgängligt område både på regional och intermediär skala. I definitionen av de tillgängliga områdena (se nästa avsnitt) tog vi bland annat hänsyn till gränser för respektive samebys område, naturliga gränser i landskapet och renskötarens kantbevakningslinjer. GPS-positioner från respektive ren och tillgängliga slumpmässigt utlagda positioner associerades sedan till de olika omvärldsfaktorerna (Figur 6 b). Data kan variera rumsligt (exempelvis höjd över havet) eller tidsbundet (ex. årlig klassificering av vinterbetesförhållanden) eller både och (ex. snödjup per dag och plats under respektive vintersäsong) (Figur 6 d). Slutligen görs statistiska beräkningar med dessa data, och resultaten kan visa hur olika omvärldsfaktorer föredras eller undviks i relation till varandra inom det studerade området (Figur 6 e).

¹⁰ <https://www.nve.no/media/11700/hvordan-lages-snøkartene-i-senorge-og-xgeo.pdf>



Figur 6. Illustration av metodik för habitatvalsanalys på intermediär skala som används i denna studie. a) Metodiken baseras på insamling och rensning av GPS-data som sedan används för att definiera de områden som använts av renarna (här visas positioner och det beräknade hemområdet för en ren i Mittådalen), b) organisation av omvärldsfaktorer, c) definition av tillgängligt betesområde där renarnas positioner (röda) finns och tillgängliga positioner (svarta) slumpmässigt fördelas över området, d) associering av bakgrundsdata till varje GPS-position och slumpmässig position, och e) att slutligen utföra statistiska analyser för att bedöma sannolikheten av djurens användning av olika platser i landskapet. Figur d) visar ett exempel på värden för höjd över havet (m) och avstånd till vindkraftsanläggningen (km) för GPS-positionerna och tillgängliga slumpmässiga positioner. Figur e) visar det predikterade habitatvalet (y-axeln) i relation till olika avstånd (x-axeln) från vindkraftsanläggningen givet att alla andra omvärldsfaktorer (här höjd över havet) är konstanta, där den blå linjen är den förväntade användningen och den gråfärgade ytan 95 % konfidensintervall (KI; ett mått på osäkerheten i beräkningen).

FÖRBEREDELSE FÖR STATISTISK ANALYS – TILLGÄNGLIGA OMRÅDEN PÅ REGIONAL OCH INTERMEDIÄR SKALA

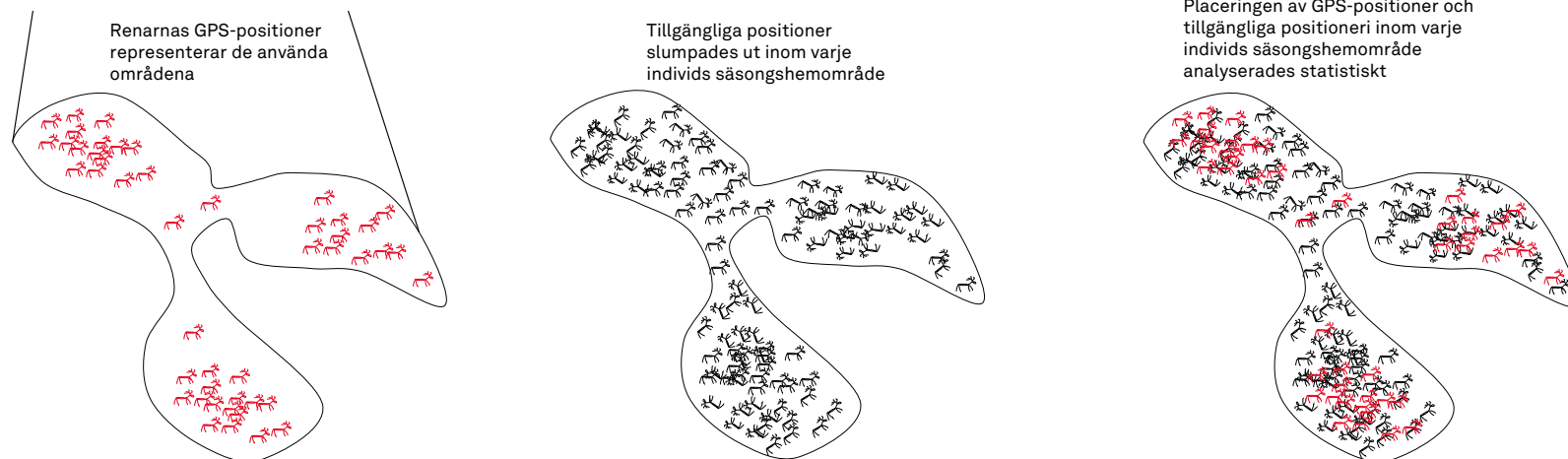
På regional skala definierade vi det tillgängliga området till att omfatta hela säsongsbetesområdet (Figur 7 a). Under vinterbetesperioden var det nödvändigt att definiera de tillgängliga områdena på regional skala med hjälp av renskötarens information om hantering av renarna, eftersom de då de var mer intensivt bevakade än under barmarkssäsongen (Figur A5). Från renskötarna fick vi information om de yttre kantbevakningsgränserna runt respektive vinterbetesområde. Inom de yttre kantbevakningsgränserna kunde renskötarna flytta renarna mellan olika mindre områden. Det gjorde att val av betesområden på regional skala vintertid, inom de yttre gränserna, var en kombination av renarnas val av betesområde och renskötarens val.

Under barmarkssäsongen strövar renarna mer fritt och kantbevakas och hanteras inte i samma utsträckning som under vinterbetessäsongen. Det gjorde att vi kunde definiera det tillgängliga betesområdet för renarna i Malå sameby utefter spridningen av GPS-positionerna och samebyns gränser, vilka utgjordes av gränstängsel och naturliga hinder i landskapet (Figur A6).

a) Regional skala – placering av hemområdet inom säsongsbetesmarken (RSF)



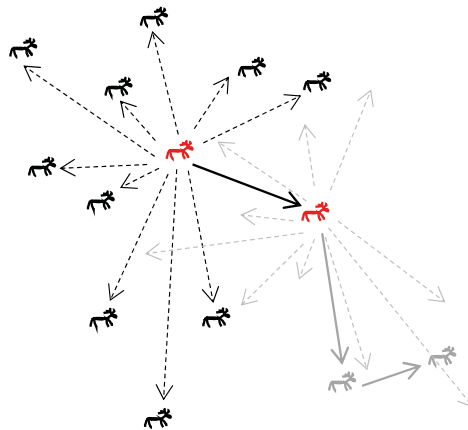
b) Intermediär skala – val av betesområde inom hemområdet (RSF)



Figur 7. Exempel på hur tillgängliga områden definierades i en habitatvalsanalys (eng. resource selection function (RSF) av habitatval på a) regional skala inom det tillgängliga kalvningsområdet under kalvningssäsongen i Malå sameby och b) intermediär skala inom ett tänkt hemområde för en ren. De använda (GPS-) positionerna representeras av de röda renarna och tillgängliga slumpade positioner representeras av de svarta renarna.

På intermediär skala använde vi olika habitatvalsmodeller och definitioner av tillgängliga områden beroende på om det var vinter- eller året-runt-betesområde. För vinterbetesområdena genomfördes en habitatvalsanalys som utgick från placeringen av varje GPS-position i en stegvalsanalys (eng. "step-selection function" och hädanefter förkortat SSF; Figur 8). Det berodde på att identifieringen av det tillgängliga området (som är nödvändig för RSF-analysen) var svårt att göra på ett konsekvent sätt, eftersom det innebar subjektiva bedömningar av renskötarna över vilka områden som varit tillgängliga och inte. Det var svårt att göra samma bedömningar över tid och av olika personer. För SSF-analysen behöver man inte identifiera ett tillgängligt område utan man slumpar ut tillgängliga positioner endast beroende av de individuella positionerna (och inte som i RSF inom ett större område som ska vara tillgängligt för renarna under den givna studieperioden). Placeringen av varje faktisk position jämfördes här med placeringen av 10 tillgängliga men slumpmässigt utvalda positioner i en stratifierad analys, dvs varje steg jämförs med sina respektive tillgängliga slumppositioner.

På intermediär skala inom året-runt-markerna definierade vi det tillgängliga området till att vara det hemområde som varje individ använde under en säsong (kalvning, sommar, höst). Vi beräknade varje GPS-individs hemområde med Brownian Bridge Movement Model (BBMM) enligt Horne *m.fl.* (2007). Denna metod tar hänsyn till hur positionerna hör samman både i tid och rum. Modellen knyter ihop positioner som ligger efter varandra i tid. Vi slumpade sedan ut tillgängliga positioner inom respektive individs hemområde för varje säsong och jämförde med de använda positionerna (Figur 7 b). Habitatvalsmodellen på intermediär skala för året-runt-markerna beräknade alltså val av betesområde inom respektive individs hemområde.



Figur 8. Exempel på hur tillgängliga positioner slumpas (svarta renar) ut kring en GPS-position (röd ren) i analys av val av var nästa position/steg hamnar (eng. step-selection function (SSF)).

STATISTISK ANALYS

Renarnas habitatval på regional skala och på intermediär skala i året-runt-markerna analyserades genom att använda habitatvalsmodeller (RSF). Funktionen för att beräkna habitatvalet är givet av

$$\omega(x) = \exp[\beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_k x_k] \quad (1)$$

där x_i 's ($i = 1, 2, \dots, k$) är kovariaterna (omvärldsfaktorerna), och β_0, \dots, β_k är habitatvalskoefficienterna ($\beta_k > 0$: område som väljs (prefereras, jämför Figur 6 e); $\beta_k < 0$: område som undviks; $\beta_k = 0$: indifferens; också $\exp(\beta_k)$ kan tolkas som den relativa styrkan i habitatvalet; Avgar *m.fl.* 2017). För beräkning av modellparametrarna, parades de observerade GPS-positionerna ihop med tillgängliga slumpvisa positioner (med förhållandet 1:1 för att skapa ett dataset med använda och tillgängliga positioner. Modellen beräknades genom att anpassa en logistisk regression till dessa data, och genom att använda de olika förklarande variablerna (omvärldsfaktorerna; uttrycket på högra sidan av ekvationen 1).

Det visade sig att några av de viktigaste omvärldsfaktorerna var korrelerade. Exempelvis sammanföll driftsfas för vindkraften med svåra vinterbetesförhållanden. Det förhindrade användning av alla faktorer i en och samma modell, eftersom vi då fick problem med kollinearitet. Vi anpassade därför modeller till olika lämpliga kombinationer av faktorer (se vidare avsnitt 2.4.5). Den bästa modellen valdes genom baklänges borttagande av faktorer (Olsson 2002) beroende av p-värdet. P-värde > 0.2 användes som tröskelvärde för att ta bort en omvärldsfaktor där den sämst rankade variabeln stegvis tas bort. Modeller med olika kovariater (för att undvika kollinearitet) valdes med hjälp av Akaike-värdet (AIC) för respektive modell (Burnham & Anderson 2002). Den modell med lägst AIC-värdet valdes (om inget annat anges) som den bäst anpassade modellen för respektive modelluppsättning.

För att analysera habitatval med hjälp av SSF på intermediär skala inom vinterbetesområdena använde vi samma matematiska formel (eq.1) som användes för RSF. Det vill säga koefficienterna kan tolkas på samma sätt, men den relativa styrkan i val av plats eller betesområde är inte självklar i modeller som innehåller högre ordningstermer och interaktioner. Vi beräknade därför $\log(\omega(x))$ för att utvärdera effekten av en specifik omvärldsfaktor, det här tillvägagångssättet föreslås också i litteraturen (Signer *m.fl.* 2019).

2.4.4 Analys av rörelsehastighet

Rensköterna använder ofta termen betesro när de beskriver betesförhållanden. När renarna finner god betesro rör sig renarna mindre och kan spendera mindre energi och tid åt att förflytta sig och mer tid till att äta och vila. Genom att beräkna tid och avstånd mellan GPS-positionerna fick vi ett relativt mått på betesro, vilket gav oss möjligheten att jämföra skillnad i betesro mätt i form av rörelsehastighet mellan olika tidsperioder och hur detta förhöll sig till de olika omvärldsfaktorerna (jfr. Skarin *m.fl.* 2010). Vi analyserade rörelsehastighet med en generaliserad linjär modell (GLM) av Gamma-typ (Olsson 2002) med log-link där rörelsehastighet var responsvariabel och de olika omvärldsfaktorerna var förklarande variabler. Vi använde samma modellvalskriterier som för RSF och SSF analyserna.

2.4.5 Modelluppsättningar

Tillgång till GPS-data bestämde vilka studieår som inkluderades för respektive sameby. I Mittådalen och Tåssåsen hade GPS-data samlats in mellan åren 2008 och 2020.

I Tåssåsen hade data samlats in var 12:e timme under de flesta år, men under de första 3 åren samlades data in med tätare intervaller (upp till varannan timme). Det fanns inte några data med två-timmarsintervaller under driftsfasen av Mull-

bergs vindkraftsanläggning, därför utgick vi från 12 timmarsdata i våra analyser. Vi standardiserade alla data till 12 timmar genom att sampla GPS-data som samlats in med högre upplösning.

I Mittådalen hade data samlats in varannan timme under åren 2008–2018 och var 12:e timme under 2019–2020. Vi valde att endast använda två-timmars data i våra analyser, för att inte gå miste om den upplösning som detta data erbjöd. I Malå sameby hade data samlats in under åren 2008–2011 och 2015–2020, med två-timmarsintervall fram till 2018 och därefter med 12-timmarsintervaller. Vi valde också här att endast analysera två-timmarsdata för att inte gå miste om upplösning i data och för att kunna jämföra med tidigare analyser från området (se bl. a. Skarin *m.fl.* 2018).

I studierna av vinterbetesområdena korrelerade tidsperioderna för etableringen av vindkraftsanläggningarna med klassificeringen av vinterbetesförhållandena. Alla vintrar med goda vinterbetesförhållanden inträffade före byggfas, medan vintrarna under driftsfas endast hade medelsvåra eller svåra vinterbetesförhållanden (Tabell 2). Detta gjorde att vi inte kunde inkludera både information om driftsstatus och vinterbetesförhållanden i samma modell. Effekt av ljudspridning från vindkraftverken analyserades endast under år med driftsfas och det inkluderades endast i analysen på intermediär skala i SSF-analyserna och för rörelsehastighet, eftersom vi inte hade tidsupplösning på de slumpmässiga positionerna på den regionala eller lokala skalan i RSF-analyserna. Uppgifter om rovdjursförekomst fanns bara tillgängligt för åren 2013–2019 och användes därför endast i modellerna som bara inkluderade driftsfas.

Tabell 2. Fördelning av vinterbetesförhållanden, före och efter vindkraftsanläggning mellan olika år i Mittådalen (M) och Tåssåsen (T) samebyar.

	Vindkraft	Före				Byggfas ^a				Driftsfas				
		År	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Vinterbete	Goda		MT	MT	T	T								
	Medelsvåra	MT			M	M	M	T				MT	MT	
	Svåra						T	M	MT	MT	MT			MT

^a Byggfas för Mittådalen inföll 2012–2014 och för Tåssåsen 2013–2014.

Dessa förutsättningar resulterade i tre olika uppsättningar av modeller (Tabell 3 och 4) inom respektive analys (habitatval på regional och intermediär skala, samt rörelsehastighet). Vi analyserade hur habitatvalet på regional och intermediär skala, samt hur renarnas rörelsehastighet varierade beroende av i-a) etableringsfas för vindkraftsanläggningarna (före byggfas, byggfas, driftsfas), i-b) goda, medelsvåra eller svåra vinterbetesförhållanden, och ii) ljudspridning och rovdjursförekomst. Varje modell inom respektive modelluppsättning beräknades och den bästa modellen valdes ut baserat på Akaike-värdet (se ovan). Modellerna i-a) och i-b) kunde jämföras med varandra eftersom de innehöll samma data för responsvariabeln (renarnas positioner). Genom att utvärdera AIC-värdet kunde vi alltså avgöra om det var etableringsfas för vindkraftsanläggningarna eller vinterbetesförhållande som beskrev renarnas habitatval och rörelsemönster bäst i respektive modelluppsättning.

Tabell 3. Modelluppsättningar för analyserna av GPS-data från Tåssåsen och Mittådalen samebyar.

Analys	Huvudfaktor i modellerna	Tidsperiod	År Mittådalen	År Tåssåsen
Habitatval – Regional skala (RSF)	i-a) Etableringsfas vindkraft	Före byggfas, byggfas, driftsfas	2008–2018	2008–2019
	i-b) Vinterbetesförhållanden	Före byggfas, byggfas, driftsfas	2008–2018	2008–2019
	ii) Rovdjursförekomst	Driftsfas	2015–2018	2015–2019
Habitatval – Intermediär skala (SSF)	i-a) Etableringsfas vindkraft	Före byggfas, byggfas, driftsfas	2008–2018	2008–2019
	i-b) Vinterbetesförhållanden	Före byggfas, byggfas, driftsfas	2008–2018	2008–2019
	ii) Ljudspridning + Rovdjurs- förekomst	Driftsfas	2015–2018	2015–2019
Rörelse- hastighet	i-a) Etableringsfas vindkraft	Före byggfas, byggfas, driftsfas	2008–2018	2008–2019
	i-b) Vinterbetesförhållanden	Före byggfas, byggfas, driftsfas	2008–2018	2008–2019
	ii) Ljudspridning + Rovdjurs- förekomst	Driftsfas	2015–2018	2015–2019

I analysen av data från året-runt markerna i Malå sameby följde vi tillvägagångssättet som beskrivs ovan, men uteslöt variablerna för vinterbetesförhållande. Vi anpassade separata modeller för kalvnings-, sommar- och höstperioden (Tabell 4).

Tabell 4. Modelluppsättningar för analyserna av GPS-data från Malå sameby som användes för respektive barmarkssäsong (kalvning, sommar och höst).

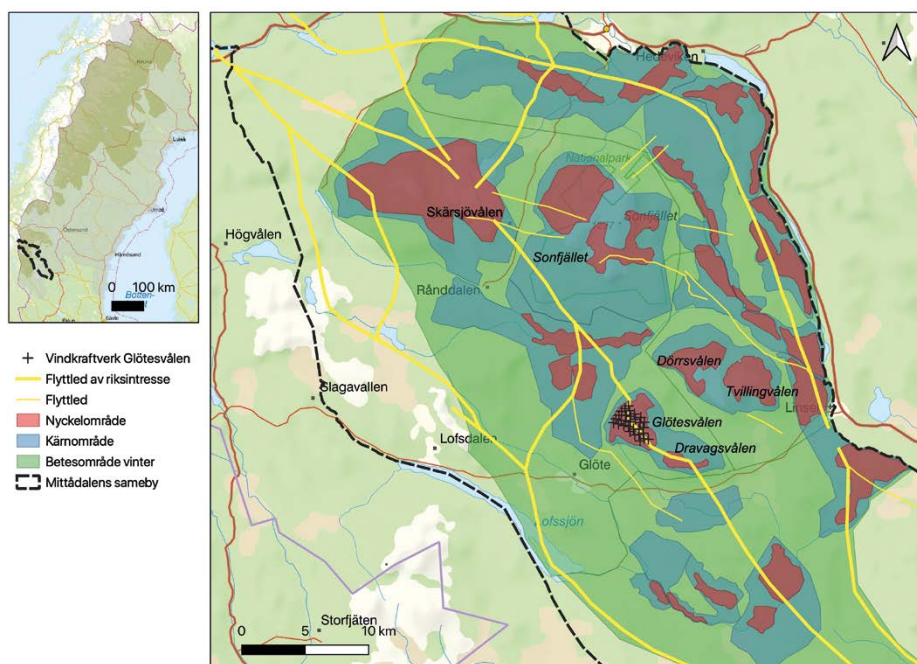
Analys	Huvudfaktor i modellerna	Tidsperiod	År
Habitatval – Regional skala (RSF)	i) Etableringsfas vindkraft	Före byggfas, byggfas, driftsfas	2008–2011; 2015–2018
	ii) Rovdjursförekomst	Driftsfas	2015–2018
Habitatval – Intermediär skala (RSF)	i) Etableringsfas vindkraft	Före byggfas, byggfas, driftsfas	2008–2011; 2015–2018
	ii) Rovdjursförekomst	Driftsfas	2015–2018
Rörelse- hastighet	i) Etableringsfas vindkraft	Före byggfas, byggfas, driftsfas	2008–2011; 2015–2018
	ii) Ljudspridning + Rovdjursförekomst	Driftsfas	2015–2018

3 Vindkraft i vinterbetesområdet

Studierna i vinterbetesområdet genomfördes i Mittådalen och Tåssåsen samebyar, här följer beskrivning av respektive studieområde och resultat av analyser, följt av en gemensam diskussion av resultaten för dessa två studieområden.

3.1 Mittådalen sameby – Glötesvålen vindkraftsanläggning

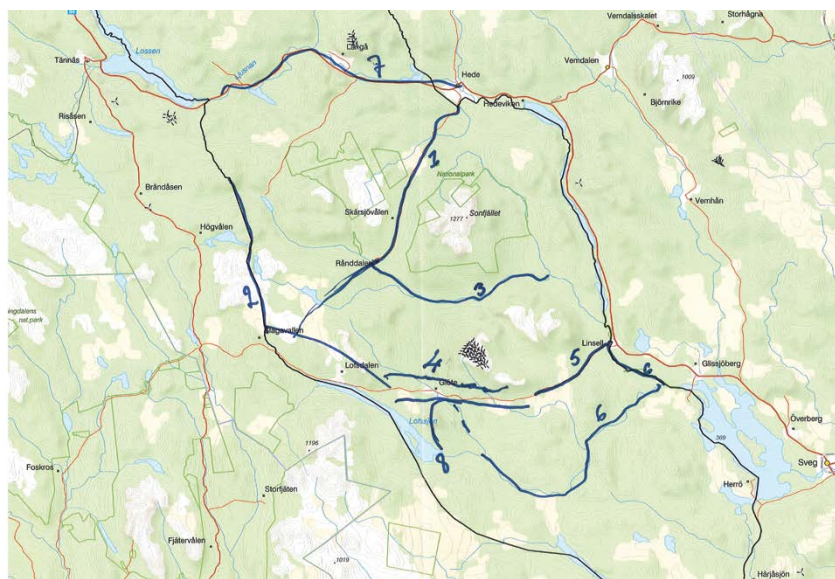
Mittådalen sameby ligger i Härjedalen och sträcker sig från norska gränsen och Helags fjällmassiv i nordväst ner söder om Sveg. Glötesvålen vindkraftsetablering är centralt belägen i samebys vinterbetesområde (Figur 9). Den utgör ett 7 km² stort område med 30 stycken, 125 m höga, vindturbiner. Turbinerna är placerade förhållandevis tätt med en turbin per 0,23 km². Då området är helt öppet är samtliga turbiner synliga när man befinner sig uppe på vålen och från omkringliggande lägre belägna områden. Vindkraftsanläggningen är därför synlig på långa avstånd. Glötesvålen vindkraftsanläggning etablerades och uppfördes under åren 2011 till 2014. Byggverksamhet har i huvudsak skett under barmarksperioden från maj till oktober varje år. Under 2012 och 2013 bröts och konstruerades vägar och tornen restes under sommaren 2014. Vindkraftsanläggningen stod klar i november 2014 och i maj 2015 invigdes anläggningen av de nya ägarna IKEA.



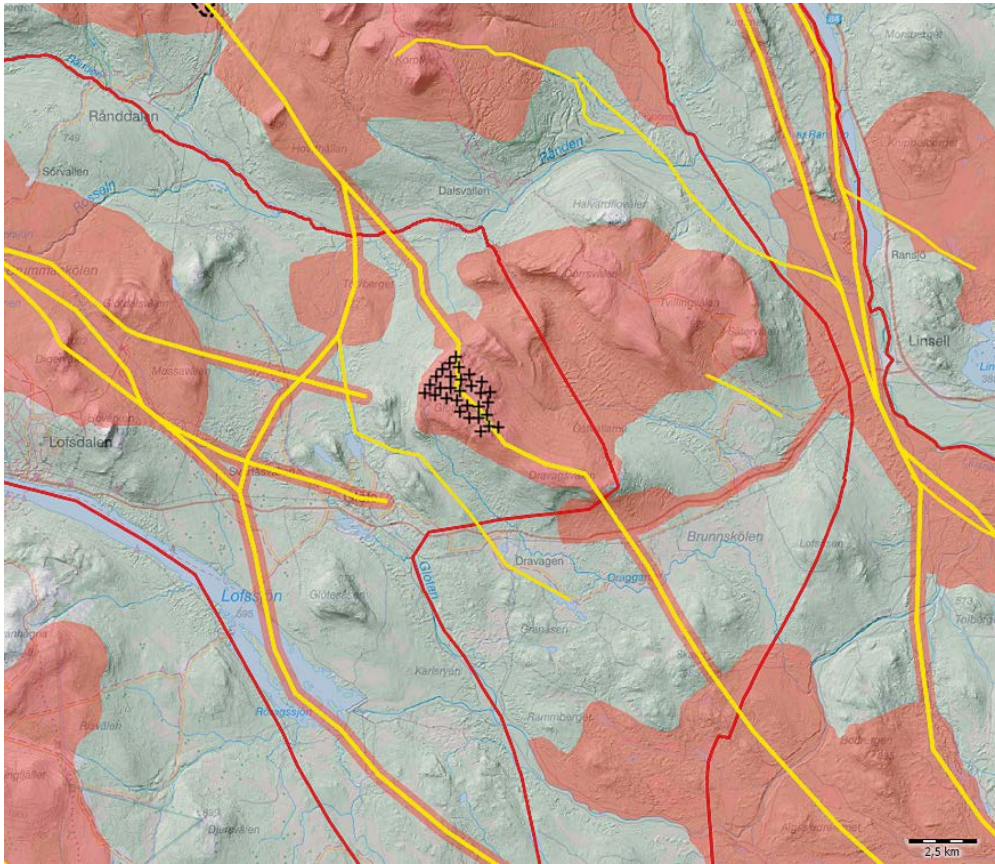
Figur 9. Vinterbetesområdet för Mittådalen sameby med Glötesvålen vindkraftsanläggning centralt belägen i vinterbetesområdet, med samebys viktiga betesområden klassificerade enligt Renbruksplan med kärn- och nyckelområden.

Vinterbetesområdet i Mittådalen omgärdas i norr och öster av Handölsdalen sameby längs Ljusnans vattendrag och väg 84 och i väster av gränsen mot Ruvhten Sijtes samebys marker. Vinterbetesområdet inkluderar flera kalfjäll och vålar som Sonfjället, Skärsjövålen, Glötesvålen, Dravagsvålen, Dörrsvålen, där många är utmärkande med god tillgång på lav ovan trädgränsen. Samebyns renskötare rör sig normalt inte längre söderut än till Lofsån med renarna, men de har också tillgång till reservbetesområden tillsammans med grannsamebyarna i området kring Lillhårdal. Tillgången på vinterbetesmark på vålarna har alltid varit viktig och har visat sig vara speciellt viktig under vintrar med svåra snöförhållanden. Dessa vålar har bidragit till att Mittådalen sameby varit en av de få samebyar som klarat sig utan att behöva stödutfodra sina renar även under de svåraste vintrarna, som exempelvis vintrarna 2007 och 2014 och nu senast vintern 2020.

Normalt flyttar renskötarna ner renarna till vinterbetesområdet i november–december efter höstskiljning och slakt vid anläggningen i Lossen vid väg 84. Efter skiljningen styrs renarna söderut mot Skärsjövålen och Sonfjället för att sedan beta sig söderut ner genom vinterbetesområdet. I januari–februari tar samebyn i regel in renarna för skiljning i anläggningen vid Skärsjövålen där de delar upp renhjorden i 3–4 vinterbetesgrupper. Dessa vintergrupper fördelar sig sedan i området där en grupp vanligtvis betar i området kring Glötesvålen, Dörrsvålen och söder om vägen från Linsell-Lofsdalen ner mot Lofsåsen och Lofsån. Innan skiljning i Skärsjövålen strävar renskötarna efter att hålla renarna väster om Sonfjället och norr om Rånden (vattendrag som går norr om Glötesvålen) (Figur 10) och efter den andra skiljningen nyttjar man vanligtvis de östra och södra delarna av vinterbetesområdet och då också området vid Glötesvålen. Det förekommer dock att renarna tar sig ända ner till området kring Glötesvålen redan på förvintern. Det går tre riksintresseklassade huvudflyttleder genom vinterbetesområdet, i västra och östra kanten och även en riksintresseklassad huvudflyttled i mitten av vinterbetesområdet rakt över Glötesvålen (Figur 11).



Figur 10. Kantbevakningslinjer i Mittådalen samebys vinterbetesområde ritade av renskötarna i samebyn. Linje 1, 2, 3, 4 och 5 bevakning under förvintern efter skiljning i Lossen men före skiljning i Skärsjövålen. När renarna passerat linje 3 passar renskötarna vid linje 4. Linje 6 går längs Lofsån och är kantbevakningslinje efter skiljning i Skärsjövålen. Linje 3, 7 och 8 är kantbevakningslinjer för att mota renar söderut på våren när renarna trycker på söderifrån.



Figur 11. Glötesvålen vindkraftsanläggning ligger inom ett område klassat som riksintresse för rennäringen (röda områden) som även innefattar Dörrsvålen och Tvillingvålen. Det går även in riksintresseklassad huvudflyttled (gula linjer) genom Glötesvålen,

Området på Glötesvålen och närliggande vålar och områden i dalgångarna runt omkring utgör således ett viktigt betesområde för minst en vintergrupp varje vinter. Enligt de äldre renskötarna i samebyn har lavtillgången på Glötesvålen alltid varit bra under hela deras aktiva renskötarkarriär (1970–2020). Glötesvålen och de andra vålarna i vinterbetesområdet har utgjort viktiga och bra vinterbetesområden, speciellt under vintrar då det var sämre snöförhållanden nere i dalgångarna. Under 1990-talet när det var många svåra betesvintrar för Mittådalen var det vanligt att renarna betade på Glötesvålen under stora delar av vintrarna. En renskötare berättar om hur viktiga vålarna var under flera år på 90-talet då det var flera år med dåligt bete:

”Det var ju bra på vålarna och på Sonfjället när det tinade i dalgångarna, då var det ju bättre högre upp. Jag kommer ju ihåg att Handölsdalen var ju avundsjuk på oss för att vi hade dom där vålarna.”

Terrängen norr om Glötesvålen är brant och idag består området nedanför vålen till stor del av tät planterad contorta, vilket gör att renarna sällan går upp självmant på vålen när de kommer norrifrån. Söderifrån är det enklare och mer naturligt för renarna att ta sig upp på vålen och därifrån är det också lättare för renskötarna att driva renarna upp på vålen. Glötesvålen har därför ofta använts som ett uppsamlingsområde på våren innan de flyttar norrut mot kalvningslandet.

”Det kan ju vara så här, fast det är bra bete så är beteendet annorlunda på våren. Vissa är ju mer stressade än andra att ta sig upp till fjälls. När du har hämtat in en renhjord så möter du andra renar så måste du fortsätta att samla. ... Då är ju sådana här områden väldigt viktiga där du kan vänta in resten av renhjorden och du har en möjlighet att bromsa renarna.”

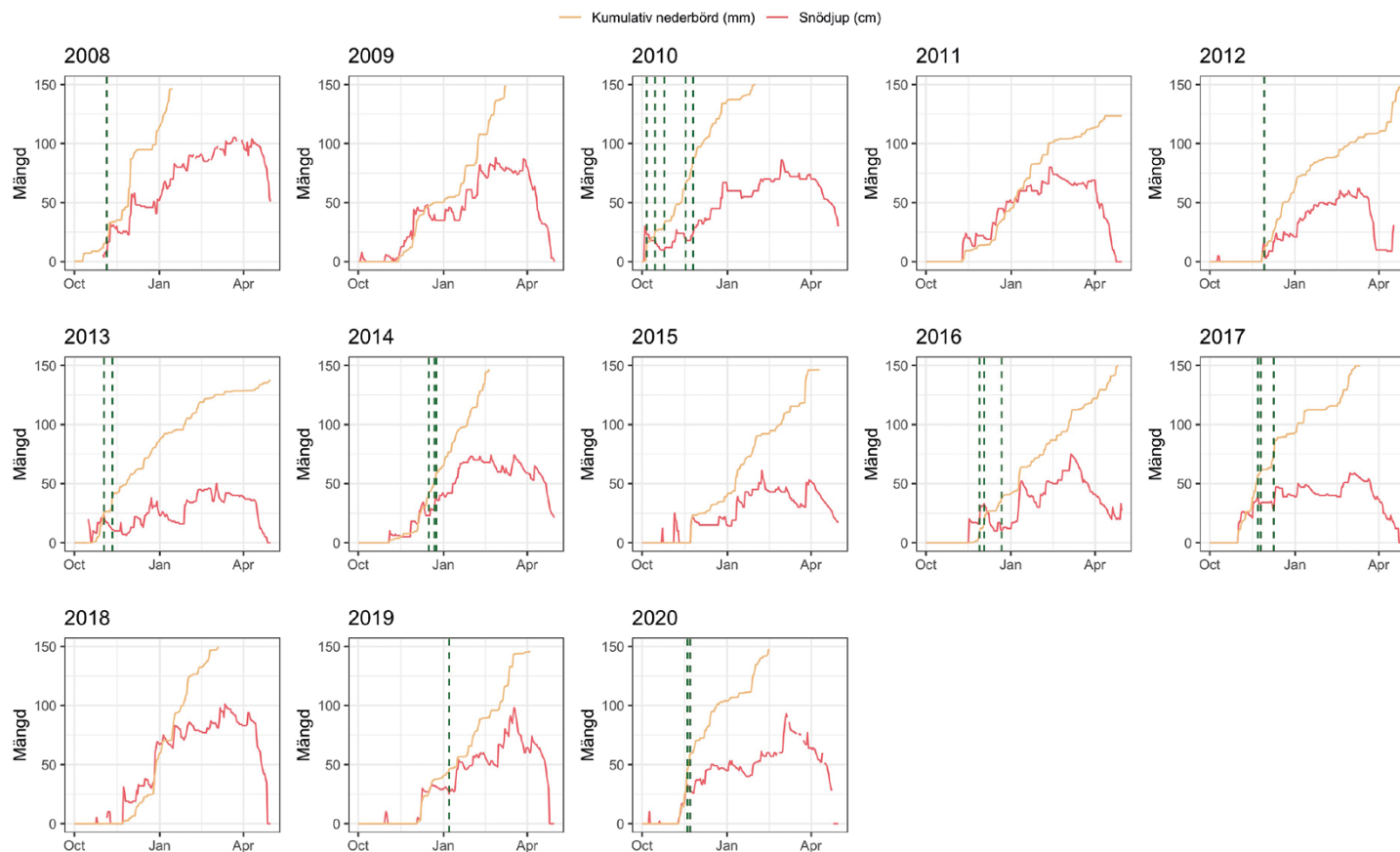
Renskötarna beskriver att det är som en symbios mellan bra lavbete uppe på vålarna och hänglavskog i kanten på dem.

”Exempelvis om våren så går renarna ner i hänglavskogarna när det är skare och sedan driver man upp dem igen när det tinat så de kan gräva marklav.”

3.2 Resultat – Vinterbetesförhållanden Mittådalen

Vinterbetesförhållandena under 2010–2013 ansågs goda eller mycket goda av renskötarna i Mittådalen. Detta stämmer också väl överens med informationen från SMHI:s väderstationer (Figur 12). Renskötarnas beskrivning (Tabell 5) och GPS-data från vintrarna innan vindkraftsetableringen beskriver renar som mestadels betar i låglänta dalgångar och områden nere i skogen. År 2010 visar SMHI-data på en regn-på-snö händelse tidigt under vintern, men detta kan ha varit lokalt kring väderstationen Myskelåsen, då inte renskötarna har rapporterat det som någon svår vinter. Vintrarna efter att vindkraftsetableringen tagits i drift har varit sämre betesvintrar då framförallt betet uppe på vålarna utgjort viktiga betesområden. SMHI-data visar att det har varit många väderhändelser som förmodligen skapat ett lager av is och skare i eller under snön. Enligt renskötarna i Mittådalen kännetecknas goda vinterbetesförhållanden av att renarna kan beta i mindre områden och röra sig relativt lite. Svåra vinterbetesförhållanden däremot kännetecknas av att renarna rör sig över stora områden och det är också stor variation i topografi och terräng i de områden som de då rör sig över. Exempelvis var vintern 2016 en svår betesvinter och renskötarna berättar att alla samebyns renar var i en enda vintergrupp och att ”alla körde bara kanterna”. Den slutliga klassificeringen av vintrarna som användes i analysen av GPS-data finns i Tabell 6.

Vi har inte inkluderat vintrarna 2019 och 2020 i våra analyser då GPS-data endast hade 12 timmar mellan varje position, men vi visar ändå betessituationen här för att tydliggöra hur betessituationen varit under alla år med driftsfas som vi hade möjlighet att kartlägga.



Figur 12. Kumulativ nederbörd (mm) och snödjup (cm) från SMHI-mätstationerna Dravagen i södra delen av vinterbetesområdet och Myskelåsen väster om Mittådalen vinterbetesområde. De lodräta gröna linjerna representerar regn-på-snö händelser när det under ett dygn varit en maxtemperatur över 0 °C och det fallit minst 3 mm nederbörd som regn, snöblandat regn eller duggregn följt av en minitemperatur under -2 °C under något av de tre närmaste dygnen efter. Vi identifierade datum för dessa händelser under hela vintern fram till 15 mars varje år.

Tabell 5. Vinterbetesförhållanden klassat som goda, goda/medelsvåra, medelsvåra, medelsvåra/svåra eller svåra av rensköterna i Mittådalen sameby. Och beskrivning av vinterbetes-situationen av rensköterna, samt antal regn-på-snö tillfällen (före 15 mars) som kan skapa skare och is på snö och därmed göra betet svåråtkomligt för renarna. Vintern 2008 refererar till vintersäsongen 2007/2008 osv.

Vinter	God/ Medelsvår/ Svår	Rensköternas beskrivning av vintrarna	Regn-på-snö händelser före den 15 mars baserat på SMHI-data	
			Antal	Datum
2008	Medelsvår	Sen start på vintern. Var på Glötesvålen med 1500 ren.	1	
2009	Osäkert	<i>Bara tre GPS-renar detta år. Ingemar var på Glötesvålen.</i>	1	10/11 (dagen innan permanent snötäcke)
2010	God	16 jan –25 °C till –30 °C – kallt i en månad. 1 februari –35 °C. 12 februari – dåligt bete på vålarna. 23 februari –38 °C – dåligt på vålarna. Bra bete i dalgångarna denna vinter.	1	17/11 (regn på 20 cm snö)
2011	God	Renarna betar långsamt upp mot Ljusnan. Vintergrupperna håller sig inom relativt små områden. Flyttar över Glötesvålen April 2011.	0	
2012	Medelsvår	Sen skiljning i Lossen ingen snö förrän i december. Sonfjället i december, enda stället med snö. Sen snö, men sedan bra –20 °C flera dagar i mitten av dec. Snön försvann fort och tidigt. Regnade innan påsk. 11 mars for till Dörrsvålen.	1	29/11 (2 dagar efter permanent snötäcke)
2013	Medelsvår	Mycket snö sent på säsongen. Flyttar över GV. Plusgrader några dagar i feb/mars.	1	18/10 (3 dagar innan det permanenta snötäcket lägger sig)
2014	Svår	”Renarna kuta bara över allt” – PJ-sep 2019.	3	16/12, 22/12, 24/12 (saknas uppgift om nederbörds-typ)
2015	Svår/Medelsvår	Väldigt lite snö. Stenhårt i början på mars.	1	10/3 (saknas uppgift om nederbördstyp)
2016	Svår	Bra höst alla kom in i Lossen. Mycket snö österut, lite snö i fjällen. Bättre bete högre upp. Dåligt bete i låglandet. Mer i skogen. 2000 ren kvar till fjälls till slutet av jan pga dåligt väder där, de vände tillbaka när de försökte flytta ner dem från fjället.	0 eller 5	28/11, 3/12, 22/12, 6/2, 8/2 (ej regn)
2017	Svår	Is snö tina snö tina. Kom in tidigt i vinterbetesområdet och betade långt söderut redan innan jul.	0 eller 4	22/11, 25/11, 9/12, 19/12 (ej regn)
2018	Svår/Medelsvår	Mycket snö, men vintern slutade relativt tidigt. Renarna kunde inte gå för att det var så mycket snö. De tog sig inte upp på vålarna. Stor skillnad före och efter skiljning i Skärsjövålen.	0	
2019	Medelsvår	<i>Mycket snö men renarna använde området västerut först och sedan österut. Bra under snön men mycket snö. Höglänta områden var viktigare. De betade 2–3 veckor på Dörrsvålen (vålen bredvid Glötesvålen).</i>	0 eller 1	7/1 (ej regn)
2020	Svår	<i>Regn och snö om vartannat. Bra bete ovanför Lofsdalen. Dåligt bete nere mot Linsell, islager. Bättre i höglandet.</i>	1 eller 6	19/11, 22/11, 14/1, 1/2, 15/2, 22/2 (en regn resten snö)

3.3 Resultat – Renskötselarbetet Mittådalen

Beroende på vinterbetesituationen används olika delar av vinterbetesområdet, det gör att det är svårt att säga om ett område är viktigare än något annat eftersom förhållandena skiftar fort och renarna och renskötseln hela tiden behöver anpassa sig till de aktuella förhållandena. Nedan följer en beskrivning av hur skogsbruk, skotertrafik och det rörliga friluftslivet och de samlade (kumulativa) effekterna påverkar renskötseln i samebyn i relation till vindkraftsanläggningen. Beskrivningarna är gjorda utifrån dagboksanteckningar, fokusgruppsmöten och samtal med renskötarna då vi bland annat har spelat upp GPS-data.

3.3.1 Vindkraftsanläggningen och skogsbruket

Vindkraftsutbyggnaden är inte den första påverkanskällan i området kring Glötesvålen. Skogsbruket har en lång historik i området och påverkar renskötseln och möjligheter att välja bra betesområden. Vålarna utgör idag små öar ovan trädgränsen i ett intensivt utnyttjat skogslandskap. Skogsbruket påverkar i högsta grad renarnas möjligheter att ta sig upp och ner från vålarna. Figur 13 visar hyggeskarteringar för tre tidsperioder mellan 1980 och idag. Avverkningarna under dessa tidsperioder har lett till täta och svårframkomliga ungskogar. När renarna väl har kommit in i en plantering är det svårt att driva dem framåt med bara skoter. Renskötarna måste ofta använda helikopter för att flytta med renhjorden genom vinterbetesmarkerna.

”Det [skogsplanteringarna] går ju från dalgången här, men du kan ju inte ta dig fram, du måste ju ha helikopter för det är ju så mycket planteringar överallt, det finns ju ingen gammelskog kvar så att du kan orientera dig.”

Renskötarna rapporterar att skogsbrukets fragmentering av betesmarkerna gör att betesgången under vintern störs när renarna inte stannar kvar i norra delen av vinterbetesområdet under förvintern på samma sätt som tidigare.

”Det ni ser där vart texten Mittådalen sameby är [pekar på norra delen av vinterbetesområdet på en karta i RenGIS], där har dom ju huggit infernaliskt de senaste åren. Det området är ju inte vad det har varit i sin forna glans. Det är ju också en påverkan som gör att de far ju längre ner mot Linsell och ännu längre sydöst nu.”

Detta kan göra att de områden som tidigare var mindre viktiga i den södra delen av vinterbetesområdet nu är viktigare att ha tillgång till. Likaså blir vålarna i området med bete ovan trädgränsen ännu viktigare. Glötesvålen skulle vara ett viktigt lågfjäll för renarna att beta på vintertid men renskötarna menar att det är svårt att nyttja det idag, både på grund av skogsbruket och vindkraftsanläggningen. De kan ibland flytta med renarna förbi Glötesvålen på våren, men det är svårt att stanna i området efter att vindkraftsanläggningen etablerades utan daglig kantbevakning.

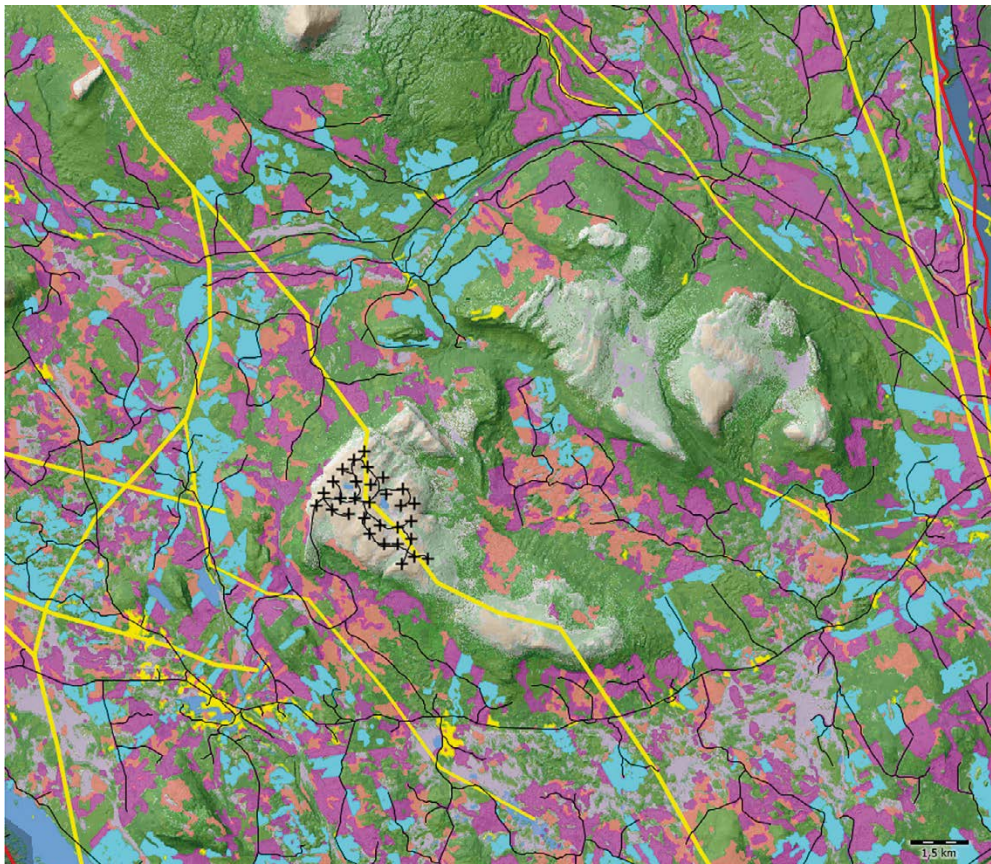
”Får du upp dom, då får du bevaka hela tiden...du måste köra varenda dag.”

Tidigare kunde det vara värt att nyttja helikopter för att driva renhjorden upp på Glötesvålen och stanna där under en period på vintern, men renskötarna anser inte att det är värt mödan att aktivt driva upp renarna till Glötesvålen idag

eftersom de inte stannar kvar och betar där någon längre period. Det blir mycket merjobb med bevakning av hjorden för att de inte ska fara ner i dalgången och de täta skogsplanteringarna.

”Nej men som på våren när vi flyttar upp hit, då gör vi ju det. Men det är ingen idé att lägga pengar och krut på att skicka upp dem hit, för du vet att dom far ner igen.... Nej en vecka kan väl stå och hålla men sedan är de ju nere igen.”

Senast någon av renskötarna var på Glötesvålen med renarna under en större del av var innan vindkraften etablerades. Vintersäsongen 2008 var en vintergrupp i samebyn här med renarna en hel vinter.



Figur 13. Skogsavverkningar kring Glötes- Dörrens- och Tvillingvålen, vilka sticker upp ovan trädgränsen. Ljusblå färg visar hyggen upptagna mellan 2002 och 2019, lila mellan 1985 och 2002 och orange mellan 1970 och 1985, de gula linjerna representerar flyttleder. Data från Omvärldsfaktorer i RenGIS.

3.3.2 Skotertrafik och det rörliga friluftslivet

I södra delen av Mittådalen vinterbetesområde finns Lofsdalen med en större skidort och stugbyar på sluttningarna och i dalgångarna och längdspår uppe på fjället. Det finns även flera stugområden längre norrut som Skärsjövålen och Slagavallen. Det mest påtagliga problemet med det rörliga friluftslivet för renskötseln i det här området är skotertrafik utanför lederna. Det är populärt att köra stora, snabba skotrar utmed fjällsidorna. Det kan skrämman iväg renarna från ett bra betesområde. Renskötare beskriver en avsevärd ökning av skotertrafiken speciellt på Dörrevålen under senare år.

”I vanliga fall är det ju så, efter en led, men här är det ju så att typiskt sånt här där de där superextremskottrarna är då är det ett guldläge så här brant och så här mycket snö, det är ju där dom kör de här extremskottrarna, ... och så skriker de 'eieeee'. Efter en vanlig led kanske det kommer en fyrtaktare och puttrar, som knappt hörs. Den hörs ju mycket kortare än en extremskoter som kör i full gas och blås på mattan och tjuter rätt ut.”

3.3.3 Kumulativa effekter

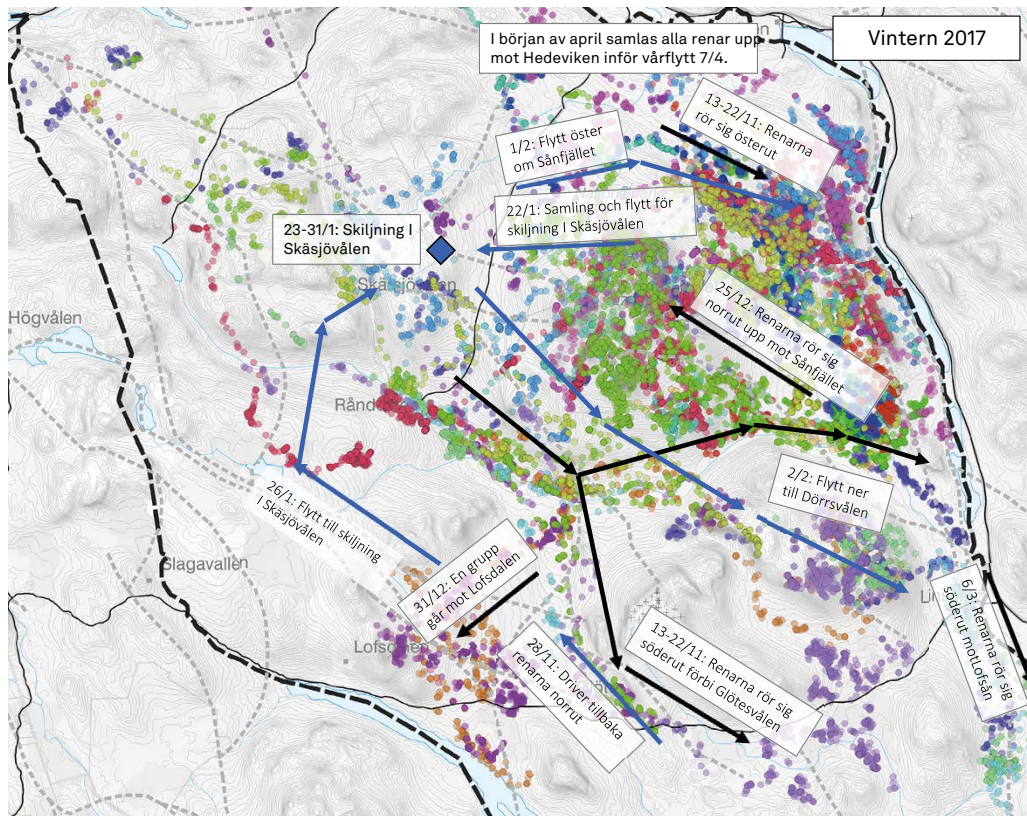
Det blir sällan bara ett problem eller bara en påverkanskälla att förhålla sig till för renskötarna när renarna är på vinterbeteslanden. Det är ofta kombination av flera effekter, som skogsbruk, skotertrafik och det rörliga friluftslivet, som tillsammans med snöförhållanden avgör var renskötarna kan ha sina renar under en vinter. Även under en god betesvinter kan de höglänta delarna utgöra viktiga områden att ta till om de andra områdena inte kan användas på grund av skogsbruk eller skoterturism.

”Idag går skogsbruket går hårt åt markerna och egentligen kan man aldrig förminska det ena problemet pga ett annat problem, det hänger ihop med väder och vind och andra påverkningar. År när det inte är någon turism alls kanske det är perfekt och vara på ett annat ställe. Men så fort det kommer dit turister så kan man inte vara där, så det ena hänger ju ihop med det andra.”

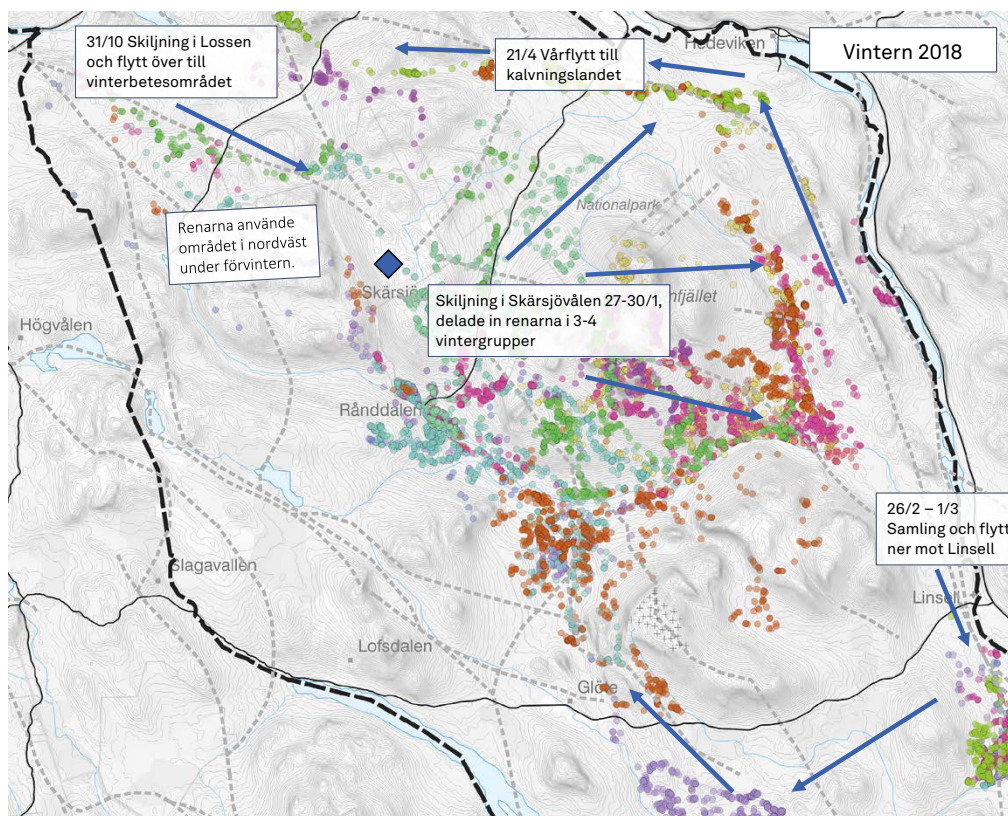
Alla olika påverkansfaktorer gör att det blir trängre i samebyn, och renskötarna menar att det snart inte finns plats till de fyra vintergrupper som man normalt är indelad i.

”Ja låt säga en grupp har varit här, en annan på nästa vål, en på Sonfjället, men nu är ju den här borta. Vi är ju fyra grupper här i byn som man kan väl säga att snart så har vi plats för bara tre.”

Klimatförändringarna har också gjort problemen mer kännbara. Under en vinter ”låste sig” Sonfjället (betet blev otillgängligt på grund av regn-på-snö händelser), vilket gjorde att det var mycket renar i området ner mot Linsell och Glöte, då hade det varit önskvärt att obehindrat kunna använda Glötesvålen men samebyn var inte där pga vindkraftsanläggningen. Det gjorde att vindkraftsanläggningen drabbade alla vintergrupper i samebyn även om det bara är en grupp som vanligtvis betar i området kring Glötesvålen. Tidigare kunde en vintergrupp vara i området hela vintern men nu går inte det längre och renarna måste beta antingen söder om vålen eller längre västerut mot Lofsdalen. Vidare gör Lofsdalens skidanläggning det svårt att hitta områden där renarna kan få betesro. För att beskriva en vinter med svåra respektive medelsvåra vinterbetesförhållanden har vi sammanställt kartor där positioner för specifika rensköttselaktiviteter, renarnas rörelser och andra händelser beskrivs (Figur 14 och 15).



Figur 14. Renskötselaktiviteter, renarnas rörelser och andra betydande händelser inom Mittådalen sameby under den svåra vintern 2017. *Vädret:* Vintern 2017 visade SMHI-data att det vid flera tillfällen, speciellt i början av vintern att det var snöfall när det var > 0 °C (22/11, 25/11, 9/12, 19/12), det var inte noterat regn vid dessa tillfällen men temperaturen sjönk strax efter snöfallen. Renskötarna rapporterar att detta var en svår betesvinter när det tinade och frös om vartannat. Renarna spred sig söderut genom hela vinterbetesområdet redan i början av november, den 22 november var de första renarna söder om Glötesvålen. De motas tillbaka av renskötarna vid Lofsdalsvägen 28/11. En grupp av renar stannar ett tag strax norr om Råndan mot östra kanten av samebyn. De rör sig norrut mot Sånfjället 25/12, där betar till de till 22/1 när renskötarna börjar samla dem inför skiljning i Skärsjövålen (blå fyrkant) som sker i omgångar 23/1–31/1. En annan grupp betar från 15/12–25/1 mot Lofsdalen de flyttas också upp till skiljningen den 26/1. Renarna skiljs ut i två grupper som flyttas till Dörrsvålen och öster om Sånfjället, där betar de under februari och mars, 6/3 rör sig en grupp söderut ner mot Lofsåsen. 7/4 börjar vårflytten efter att ha samlat ihop de flesta renarna upp mot Hedeviken i nordöstra delen av vinterbetesområdet. Gröna cirklar visar renarnas GPS-positioner för vintern 2017, svarta kryss Glötesvålen vindkraftsanläggning, röd linje samebyns gräns, blåa pilar renskötarnas hantering/flytt av renarna, orange pilar renarnas oberoende rörelser.



Figur 15. Renskötselaktiviteter, renarnas rörelser och andra betydande händelser inom Mittådalen sameby vintern 2018. Vädret: Vintern 2018 var ett relativt bra betesår men det var mycket snö. Höglänta områden och sluttningar var i viss mån viktigare. Enligt SMHI-data från Hedeviken var det snöfall och plusgrader vid ett tillfälle, som kan ha orsakat en regn-på-snö händelse i betesområdet. Den 31/10 var det skiljning i Lossen och flytt över till vinterbetesområdet. Renarna använde området västerut först och vid skiljning i Skärsjövälen 27-30/1 delades renarna upp i tre till fyra vintergrupper. En grupp betade söder om Glötesvålen, en på Dörrsvålen, en norr om Sonfjället mot Hedeviken och en öster om Sonfjället. 18-22/2 var det samling och flytt söderut för grupperna öster och söder om Sonfjället och 26/2-1/3 var det sedan samling och flytt ner mot Linsell. Den 21/4 hade renarna samlats ihop och rensköterna flyttade renarna till kalvningsområdet.

3.4 Resultat – analys av GPS-data Mittådalen

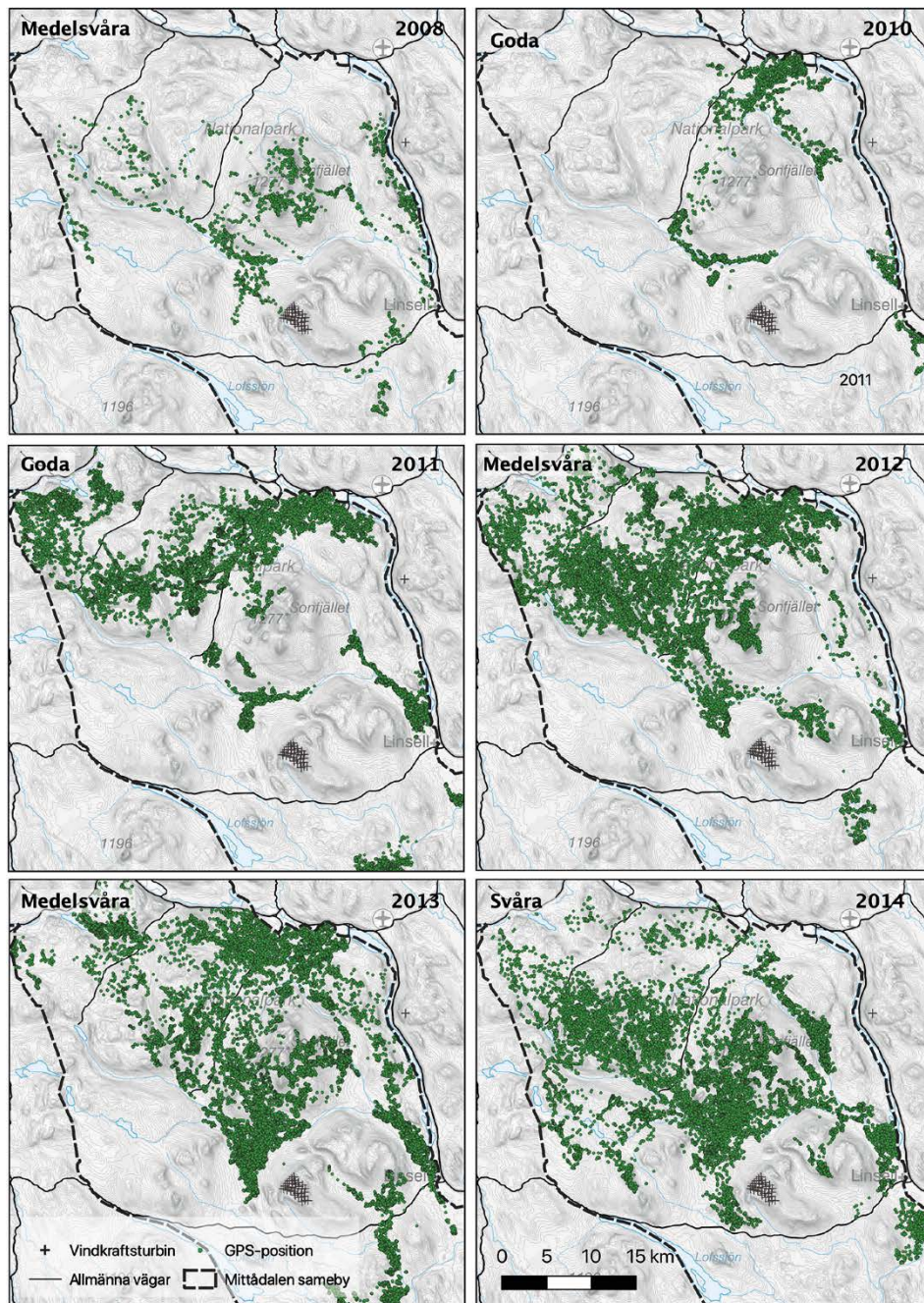
För att möta upp de olika händelser som beskrivits av renskötarna i Mittådalen förväntade vi oss också att i viss mån hitta mönster av dessa händelser när vi analyserade GPS-data. De förväntade resultaten var därför att:

- renarna skulle undvika området kring vindkraftsanläggningen
- renarna skulle öka sin rörelsehastighet om de var inom eller nära vindkraftsanläggningen
- renarna skulle föredra höglänta områden under svåra och medelsvåra vinterbetesförhållanden
- renarna skulle minska sin användning där ljudnivån från vindkraftverken var högre
- renarna skulle öka sin rörelsehastighet där ljudnivån från vindkraftverken var högre

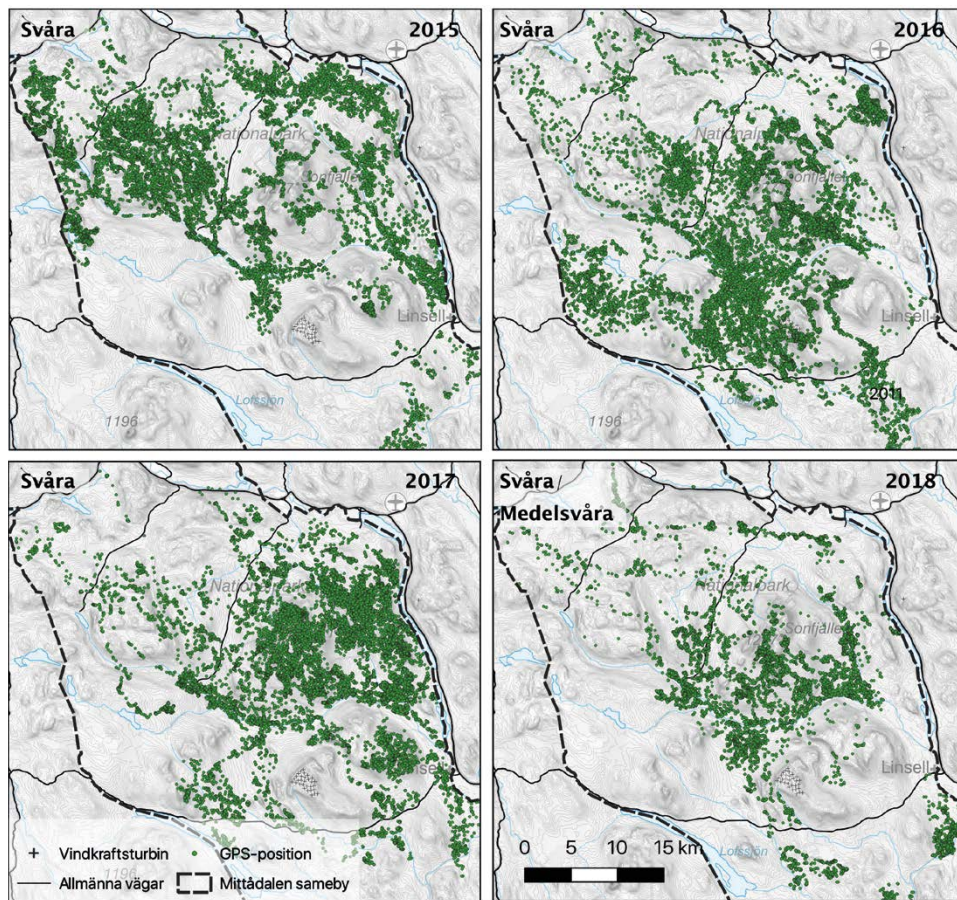
Vi analyserade GPS-data från Mittådalen sameby som var insamlat med två-timmars intervall under vintersäsongerna 2008 och 2010–2018 (se avsnitt 2.4.5). För dessa vintersäsonger analyserade vi GPS-data från 238 individuella renar, med data från fyra vintrar innan anläggningen byggdes och tre år med byggfas och därefter fyra år med data från driftsfas (Tabell 6). Fördelningen av GPS-data över vinterbetesområdet varierade med färre renar under 2008 och 2010 (Figur 16 och 17). De flesta renar var utrustade med GPS-halsband under ett år och vid batteribyte skiftade halsbanden individ. Ibland hade en ren ett halsband längre än ett år, men i analysen antog vi att alla renar var unika för respektive vinter och vi tog inte hänsyn till om en individ samlade in data under två vintrar. GPS-halsbanden var relativt jämt spridda mellan respektive vinterbetesgrupp under varje vinter.

Tabell 6. Översikt över GPS-data från Mittådalen sameby. Vintern 2009 fanns endast data från 3 GPS-halsband varför det året inte är med i analysen.

Vinter-säsong	Start-datum	Slut-datum	Antal GPS-positioner	Antal individer	Medelantal positioner/individ	Medelantal dagar/individ	Vinterbetesförhållanden	Vindkraftsfas
2008	15-Nov	15-Apr	3 644	8	456	84	Medelsvåra	Före
2009	-	-	-	-	-	-	-	Före
2010	13-Dec	05-Apr	5 963	8	745	92	Goda	Före
2011	14-Nov	05-Apr	44 841	35	1281	96	Goda	Före
2012	30-Nov	22-Mar	32 841	42	782	75	Medelsvåra	Byggfas
2013	01-Nov	03-Apr	45 151	38	1188	90	Medelsvåra	Byggfas
2014	11-Nov	24-Mar	32 496	28	1161	99	Svåra	Byggfas
2015	10-Nov	18-Mar	23 884	25	955	82	Svåra	Driftsfas
2016	02-Nov	01-Apr	24 499	25	980	93	Svåra	Driftsfas
2017	23-Oct	01-Apr	26 401	18	1467	125	Svåra	Driftsfas
2018	31-Oct	21-Apr	12 735	11	1158	135	Medelsvåra	Driftsfas



Figur 16. Kartor över GPS-positioner för Mittådalen sameby under vintrarna 2008–2014, (år 2009 är inte med eftersom det endast fanns tre GPS-halsband det året) dvs före och under byggfas (2013–2014) för Glötesvårens vindkraftsanläggning, vinterbetesförhållandena (goda, medelsvåra, svåra) för respektive år är markerat i kartan. Data är insamlat med två timmars intervall från november–april.



Figur 17. Kartor över GPS-positioner för Mittådalen sameby under vintrarna (2015–2018) när det var driftsfas för Glötesvårens vindkraftsanläggning, vinterbetesförhållandena (goda, medelsvåra, svåra) för respektive år är markerade i kartan. Data är insamlat med två timmars intervall från november–april varje år.

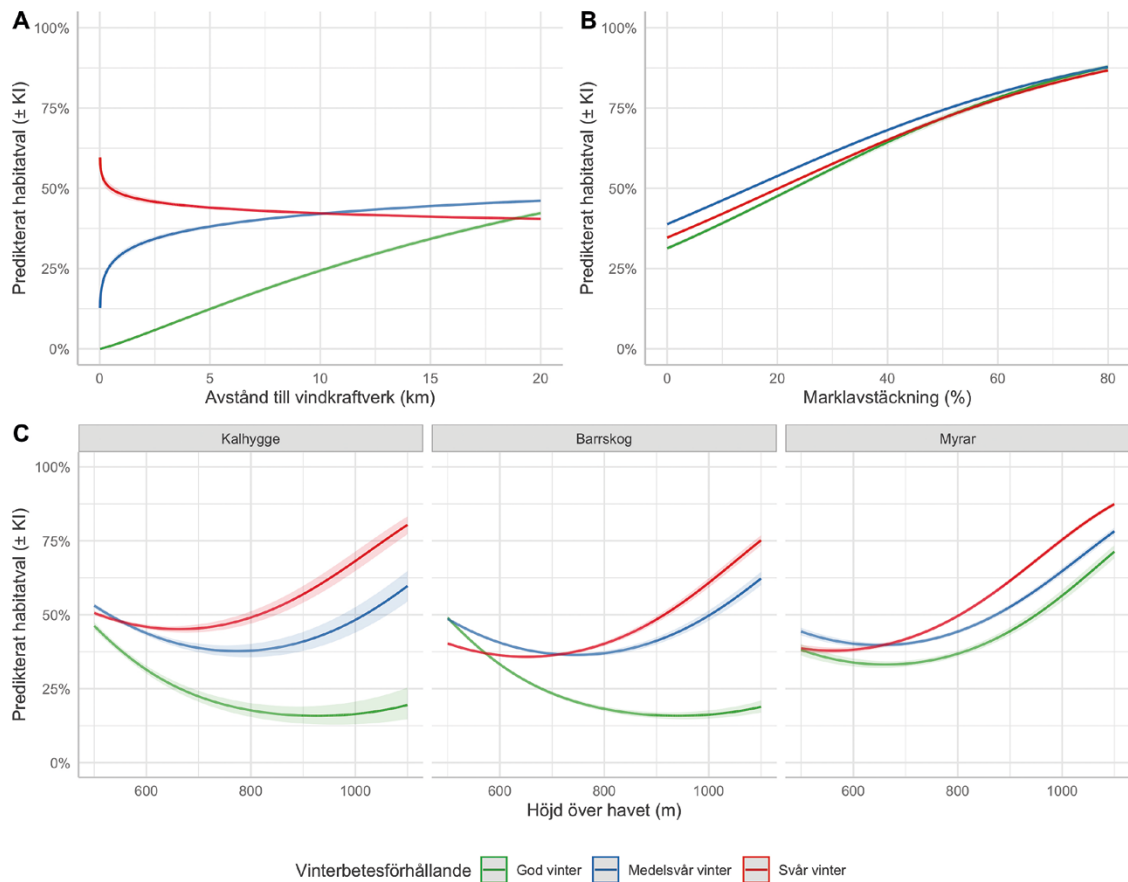
3.4.1 Resultat av habitatvalsanalys på regional skala

Analyserna av de olika alternativa modellerna (se avsnitt 2.4.5) för att förklara renarnas habitatval på regional skala resulterade i tre olika modelluppsättningar (Tabell B1, Appendix B). Två modeller beskrev habitatvalet under hela studieperioden, en i relation till respektive fas för vindkraftsutbyggnaden (i-a), och en i relation till vinterbetesförhållanden (i-b), samt de övriga omvärldsfaktorerna. Dessa två modeller jämfördes mot varandra och den bästa modellen valdes. Den tredje modellen beskrev habitatvalet under driftsfasen i relation till rovdjursförekomst och övriga omvärldsfaktorer. Resultaten för de bäst anpassade modellerna beskrivs nedan i följande avsnitt, se även Appendix B för fullständiga resultat för de bäst anpassade modellerna.

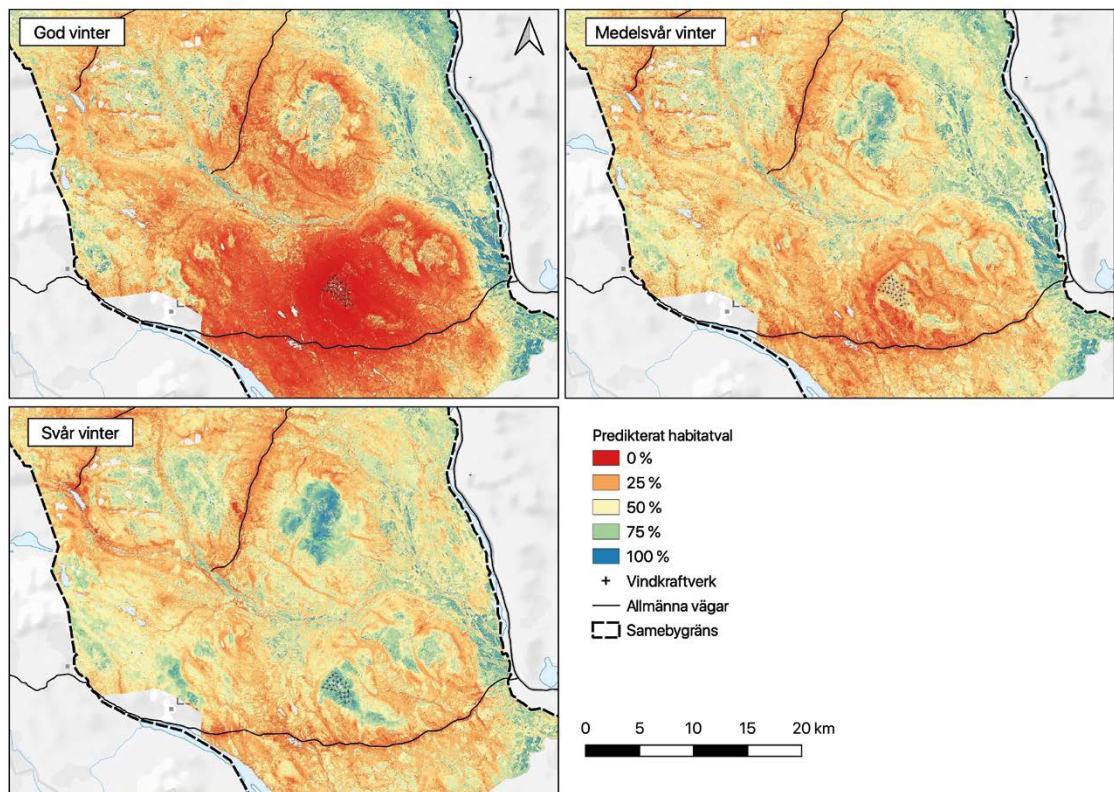
RESULTAT FÖR HABITATVAL PÅ REGIONAL SKALA UNDER HELA STUDIEPERIODEN

Den bäst anpassade modellen för habitatval på regional skala för hela studieperioden var den modell som innehöll information om vinterbetesförhållanden. AIC-värdet för den modellen var lägre än för den modell som innehöll fas för vindkraft. Det betyder att variation i vinterbetesförhållanden under respektive år förklarar renens habitatval på regional skala bättre än skillnaden mellan åren före och efter vindkraftsetableringen. Modellen innehöll faktorerna höjd över havet, höjd över havet i kvadrat, TPI (510 m), marklavstäckning, ägoslag, avstånd till allmän väg, vindkraftsturbin och bebyggelse och vinterbetesförhållanden i interaktion med 1) marklavstäckning, 2) avstånd till vindturbin och 3) höjd och ägoslag (Tabell B2).

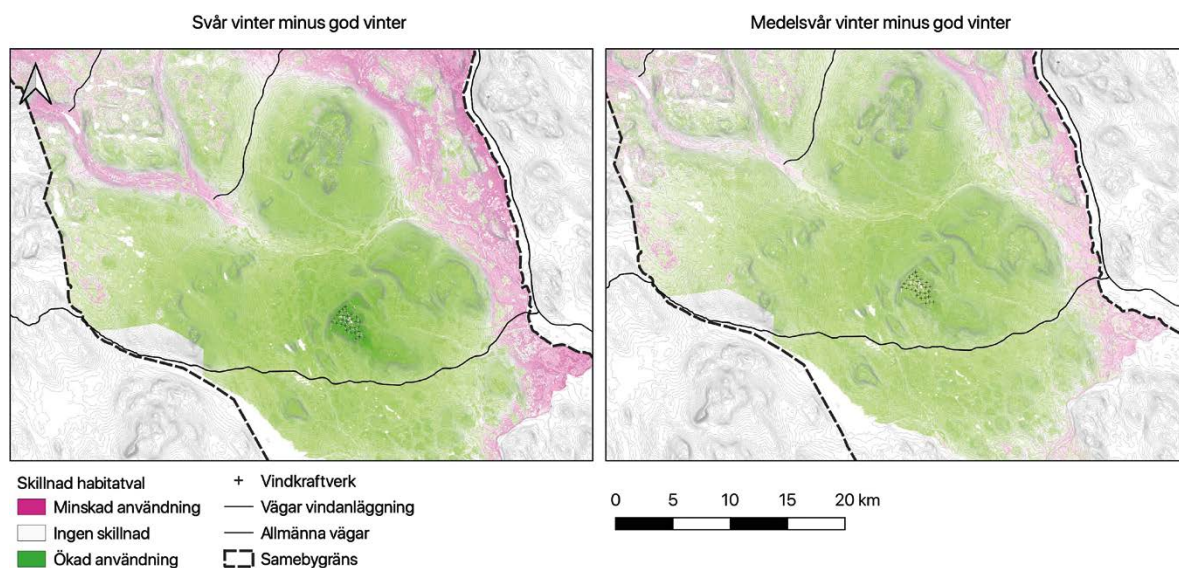
Resultaten från modellen visade att renarna valde områden längre från Glötesvålen under goda och medelsvåra vinterbetesår och att de valde områden närmare Glötesvålen under svåra vinterbetesår (Figur 18 a). Vidare visade habitatvalsanalysen att renarna använde låglänta områden under goda vinterbetesår, medan de under svåra vinterbetesår, och i viss utsträckning också under medelsvåra vinterbetesår använde områden i mer höglänt terräng inom alla olika ägoslag (Figur 18 c). Detta mönster syns tydligt i Figur 19 som visar predikterat habitatval utifrån habitatvalsmodellen. Den visar att dalgångar föredrogs (grönt i kartan) under goda vinterbetesår, medan lågfjällen och vålarna (inklusive Glötesvålen) föredras under svåra vinterbetesår. Under de goda betesvintrarna var det predikterade habitatvalet lågt i närområdet kring Glötesvålen och Dörrsvålen medan det var högt i dalgången öster om vålarna och Sonfjället (Figur 19). Sonfjället var delvis ett viktigt område under både goda och svåra vintrar, men användningen ökade markant under svåra vintrar. När vi jämför den predikterade kartan för goda vinterbetesår med den för svåra vinterbetesår syns en skillnad i val av höjdområden och både Glötesvålen och Sonfjället väljs i högre utsträckning än under goda vinterbetesår (Figur 20). Oavsett tidsperiod föredrog renarna områden med hög marklavstäckning, men de områden de valde under svåra och medelsvåra vintrar hade sämre marklavstäckning än de områden de valde under goda vinterbetesår (Figur 18 b). Renarna undvek också allmänna vägar under hela studieperioden.



Figur 18. Predikterat val av betesområde på regional skala under goda, medelsvåra och svåra vinterbetesförhållanden i relation till a) avstånd till vindkraftverk, b) täckning av marklav (%) och c) höjd över havet (m) inom de tre vanligaste ägoslagen kalhygge, tallskog och myr. Den horisontella streckade linjen representerar inget val eller undvikande, dvs. området används som det är tillgängligt i landskapet och ett predikterat värde högre än 0,5 (ovanför den streckade linjen) tolkas som att renarna föredrar området och ett värde under 0,5 (under den streckade linjen) tolkas som att renarna undviker området. När kurvorna exempelvis minskar med avståndet till vindkraftverken betyder det att områdena nära dem används mer än områden långt ifrån dem.



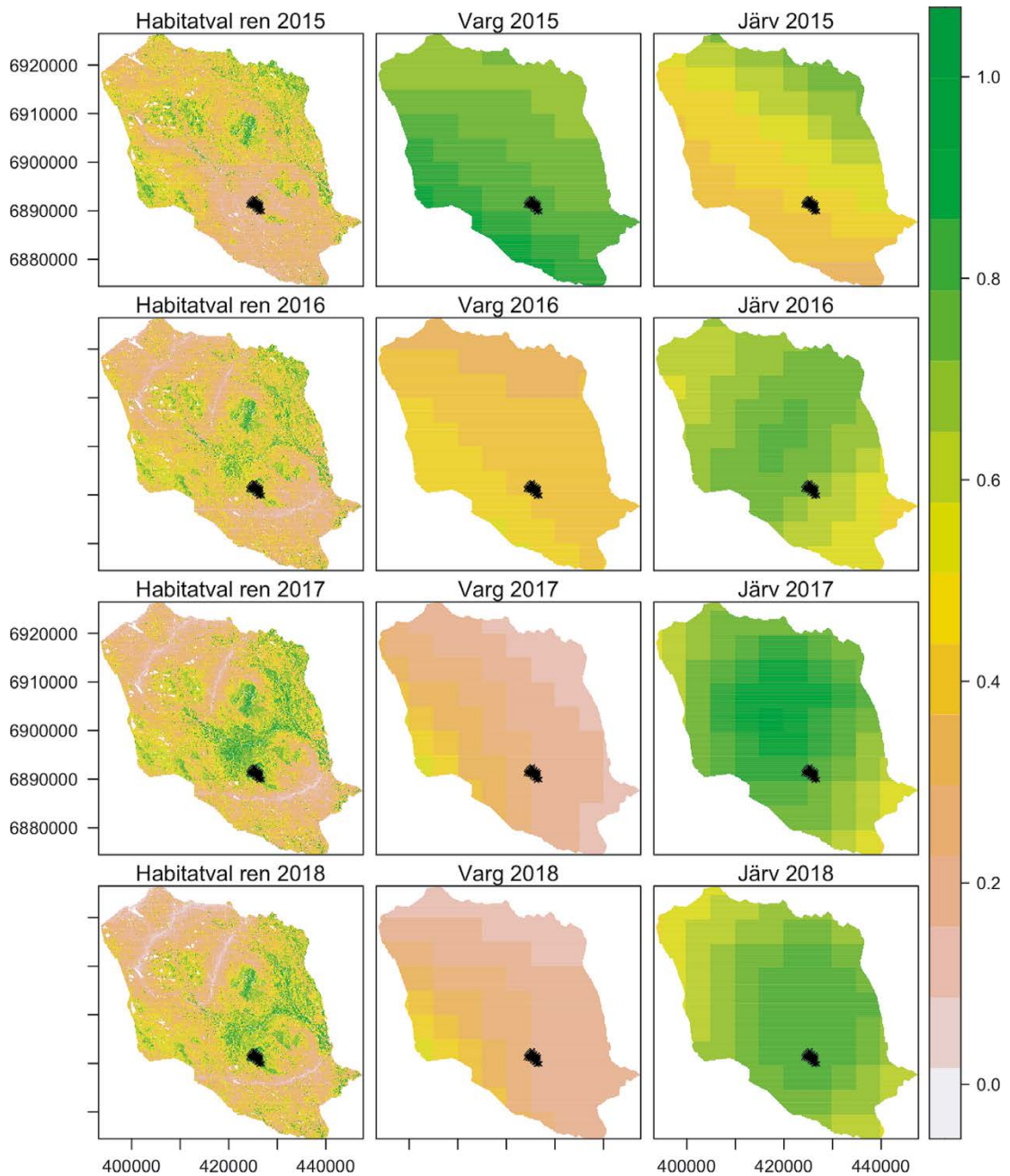
Figur 19. Prediktion av GPS-renarnas val av betesområde på regional skala i Mittådalen vinterbetesområde för goda, medelsvåra respektive svåra vintrar utifrån den bäst anpassade modellen som inkluderade höjd över havet, höjd över havet i kvadrat, TPI, förekomst av lav, ägoslag, avstånd till allmän väg, vindkraftsturbiner och bebyggelse, samt vinterbetesförhållande (god, medelsvår och svår) i interaktion med avstånd till vindkraftsturbiner, respektive marklavs-förekomst, och vinterbetesförhållande interaktion med ägoslag och höjd. Grönblå färg betyder att renarna föredrar att vistas i området medan orangeröd färg betyder att renarna undviker detta område.



Figur 20. Kartorna visar skillnaden i predikerat habitatval av renar i Mittådalen sameby mellan a) svåra och goda vintrar och b) medelsvåra och goda vintrar. I färggradienten representerar rosa färger en minskning av predikerat habitatval under svåra eller medelsvåra vinterbetesår jämfört med goda vinterbetesår medan gröna färger representerar en ökning i predikerat habitatval.

RESULTAT FÖR HABITATVAL PÅ REGIONAL SKALA UNDER DRIFTSFAS

Den bästa modellen för modelluppsättningen med data för driftsfasen med rovdjursförekomst (varg och järv) inkluderat innehöll faktorerna varg- och järvtäthet, höjd över havet, höjd över havet i kvadrat, slutningslutning, TPI (510 m), marklavstäckning, ägoslag, avstånd till allmän väg, bebyggelse och vindkraftverk och vargtäthet i interaktion med 1) höjd, 2) lav, 3) allmän väg och järvtäthet i interaktion med 1) höjd och ägoslag, 2) lav, och 3) vindkraftverk (Tabell B3).



Figur 21. Prediktion av GPS-renarnas habitatval (vänstra kolumnen) för varje år utifrån habitatvalsmodellen på regional skala under driftsfas med förekomst av varg och järv inkluderat, samt predikterad förekomst av varg (mitten) och järv (höger) enligt (Bischof *m.fl.* 2019) för Mittådalen sameby. Förekomsten av rovdjur är omräknat till ett intervall mellan 0 (motsvaras av vitt i kartan) och 1 (mörkgrönt i kartan) baserat på beräknade minimi- och maximumvärden för att ha samma skala för alla kartor.

Vargtätheten var hög i området under vintern 2015, medan den var relativt lägre under vintrarna 2016–2018. Järvtätheten var istället låg vintern 2015 för att sedan vara högre under vintrarna 2016–2018 (Figur 21). Resultaten från analyserna tyder på att användningen av området nära Glötesvålen ökade under år när det var högre täthet av järv, för varg var det inte lika stora skillnader, renarna undvek fortsatt (jfr resultat hela studieperioden) de allmänna vägarna när det var låg täthet av varg

i området. Det verkade inte heller vara någon skillnad i användning av höglänta eller låglänta områden vid olika tätheter av varg. Däremot verkade renarna välja både låglänta och höglänta områden vid hög täthet av järv, medan de hellre valde höglänta områden vid låg täthet av järv. Renarna föredrog också områden med högre marklavstäckning vid högre täthet av järv och varg.

3.4.2 Resultat av habitatvalsanalys på intermediär skala

I analysen av habitatval på intermediär skala, där vi jämförde varje position (för respektive ren) med tio tillgängliga slumpmässigt utlagda positioner (beskrivs i avsnitt 2.4.3 och Figur 8), var det inte möjligt att jämföra habitatval mellan olika vinterbetesår eller olika tidsperioder för vindkraftsetableringen i samma modell. Vi delade istället upp analysen i sex olika modeller; en för varje etableringsfas för vindkraft och en för varje typ av vinterbetesförhållande¹¹ (Tabell B4). Då det inte var möjligt att avgöra vilka modeller som var bäst anpassade till data eftersom de olika modellerna innehåller olika data, rapporterar vi resultaten separat för varje delmodell (Tabell B5 och B6).

Alla modeller inkluderade höjd över havet, höjd över havet i kvadrat, TPI (510 m), marklavstäckning, snödjup, avstånd till enskilda vägar, snöskoterleder, kraftledning, bebyggelse och vindkraftverk, samt slumpmässig effekt för höjd, lav, avstånd till enskild väg, snöskoterleder, bebyggelse och vindkraftverk. Avstånd till allmän väg och kraftledningar var korrelerade och kunde därför inte inkluderas i samma modell, modellerna med avstånd till kraftledningar hade lägre AIC-värde och valdes därför framför den modell som innehöll avstånd till allmän väg. Modellerna för driftsfasen där vi inkluderade ljudnivå från vindkraft, snödjup och rovdjursförekomst anpassades till en linjär regression utan att ta hänsyn till slumpmässiga effekter för respektive individ¹².

RESULTAT FÖR HABITATVAL PÅ INTERMEDIÄR SKALA UNDER HELA STUDIEPERIODEN

Resultaten för de intermediära habitatvalsmodellerna visade precis som resultaten för den regionala analysen att de låglänta områdena var viktigare under goda vinterbetesförhållanden (Tabell B5) eller under tiden före byggfas (Tabell B6). Inom de låglänta områdena undvek dock renarna dalbottnar och nederkanten av sluttningar och de valde hellre övre delen av sluttningar och åsryggar i terrängen. Höglänta områden var viktigare under medelsvåra och svåra vintrar, vilket sammanföll med resultaten för bygg- och driftsfas. Renarna valde alltid områden med högre marklavstäckning även om det skiljer sig lite mellan de olika vintrarna och tidsperioderna för vindkraftsetableringen. Analyserna tyder på att renarna oftast valde områden närmare vindkraftsanläggningen Glötesvålen oavsett vinterbetesförhållanden och

¹¹ Detta berodde på att vi inte kunde separera en analys beroende på vinterbetessituation eller etableringsfas för vindkraft i en och samma modell då flera individer hade alla sina strata (uppsättningen med verkliga positioner och tillgängliga (slumpmässiga) positioner för en individ) inom endast en av klasserna för vinterbete respektive etableringsfas för vindkraft en.

¹² Data för rovdjursmodellerna poolades därför att flera individer hade alla sina strata (uppsättningen med verkliga positioner och tillgängliga (slumpmässiga) positioner för en individ) ett och samma värde för rovdjursförekomst. Det berodde på att rovdjursförekomsten var beräknad med en upplösning på 5 km, vilket innebar att en ren helt kunde befinna sig "inom" ett värde för rovdjursförekomst och vi kunde därför inte beräkna effekten av rovdjur på individuell nivå för respektive ren.

under alla olika faser för vindkraftsutbyggnaden. Det rör sig om dock stora avstånd (upp till 40 km) då analysen var gjord över hela vinterbetesområdet, och renarna har oftast inte vistats i vindkraftsanläggningens direkta närhet (se Figur 16 och 17). Resultaten för avstånd till vindkraft under driftsfas och medelsvåra vinterbetesförhållanden var dock inte signifikanta. Under år med medelsvåra och svåra vintrar, vilket sammanföll med resultaten för bygg- och driftsfas, undvek renarna enskilda vägar och områden med bebyggelse. Resultaten från analyserna tyder också på att renarna föredrog områden närmare kraftledningar (vilka korrelerade med allmänna vägar) under år med svåra och medelsvåra vinterbetesförhållanden.

RESULTAT HABITATVAL PÅ INTERMEDIÄR SKALA UNDER DRIFTSFAS

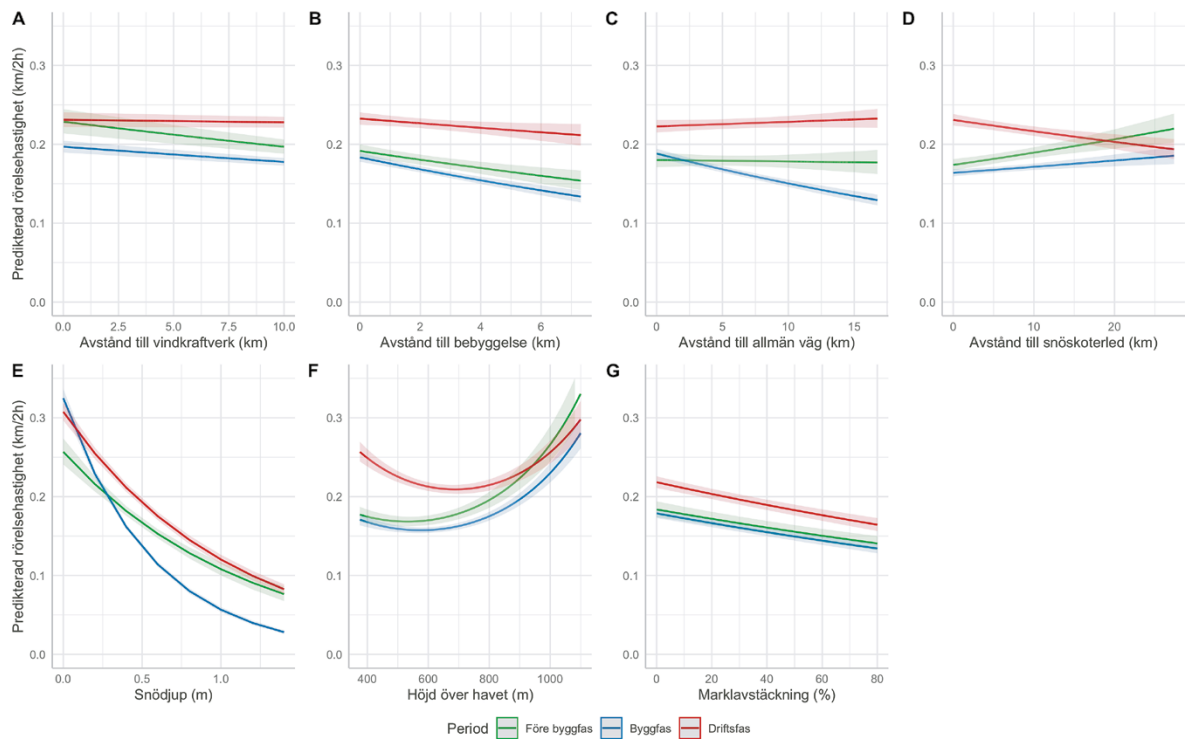
Resultaten för modellen på intermediär skala under driftsfas visade att renarna valde områden med lägre marklavstäckning vid högre täthet av varg. Renarna valde också hellre höglänta områden och områden med lägre snödjup. Ljudnivå från vindkraftsanläggningen var inkluderat i analysen men visade inte på några signifikanta effekter för renarnas val av betesområde på intermediär skala.

3.4.3 Resultat av analys av betesro (rörelsehastighet)

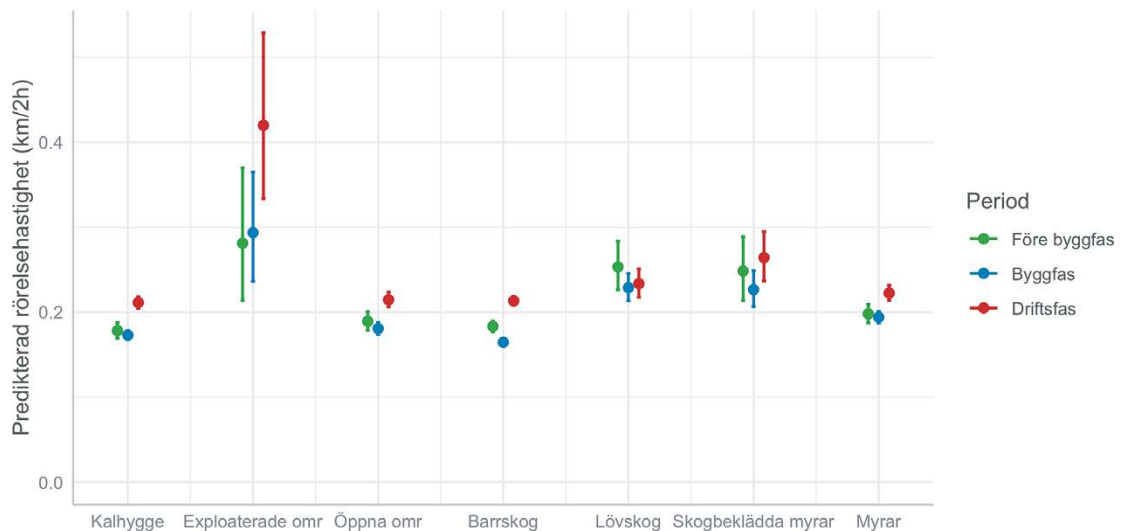
RESULTAT RÖRELSEHASTIGHET UNDER HELA STUDIEPERIODEN

Den bäst anpassade modellen för rörelsehastighet under hela studieperioden inkluderade fas för vindkraftsutbyggnaden (före byggfas, byggfas och driftsfas), till skillnad från analysen av habitatval på regional skala där modellen med information om vinterbetesförhållanden var den bäst anpassade. Modellen inkluderade faktorerna höjd, sluttningslutning, cosinus av sluttningsens väderstreck, TPI (510 m), täckningsgrad av marklav, snödjup, avstånd till bebyggelse, allmän väg, vindkraftverk och skoterled, och etableringsfas för vindkraft en i interaktion med 1) höjd, 2) snödjup, 3) marklavstäckning, 4) ägoslag, 5) avstånd till vindkraftverk, 6) bebyggelse, och 7) skoterled (Tabell B8).

Analyserna av rörelsehastighet visade att renarna hade en högre rörelsehastighet under driftsfas jämfört med före och under byggfas. Snödjup och höjd över havet påverkade rörelsehastigheten avsevärt (Tabell B9, Figur 22). De rörde sig alltid långsammare med ökat snödjup och vid högre marklavstäckning. Rörelsehastigheten var lika i höglänta områden oavsett etableringsfas för vindkraft. Under byggfas rörde sig renarna snabbare ju närmare de kom allmänna vägar, men under de andra perioderna var det ingen skillnad i rörelsehastighet i närheten av allmänna vägar. De rörde sig något snabbare i närheten av Glötesvålen före byggfas medan det inte var någon skillnad i rörelsehastighet i relation till Glötesvålen under bygg- och driftsfas. Under driftsfas rörde sig renarna snabbare i närheten av snöskoterleder till skillnad från före och under byggfas då de verkade röra sig långsammare i närheten av skoterleder. De rörde sig snabbare i närheten av bebyggelse oavsett tidsperiod. Rörelsehastigheten var också högre inom alla olika ägoslag av skog under driftsfas, i tillägg var det högre hastigheter inom exploaterade områden som här inkluderade både skidorter och stugområden (Figur 23).



Figur 22. Renarnas predikterade rörelse hastighet (m/2 h, ± KI) under olika tidsperioder för vindkraftutbyggnaden på Glötesvålen (före och under byggfas och under driftsfas) i relation till a) avstånd till vindkraftverk b) avstånd till närmaste bebyggelse, c) avstånd till vägar, d) avstånd till snöskoterspår, e) snödjup, f) höjd över havet och g) marklavstäckning, analyserat för åren 2008–2018 i Mittådalen sameby.

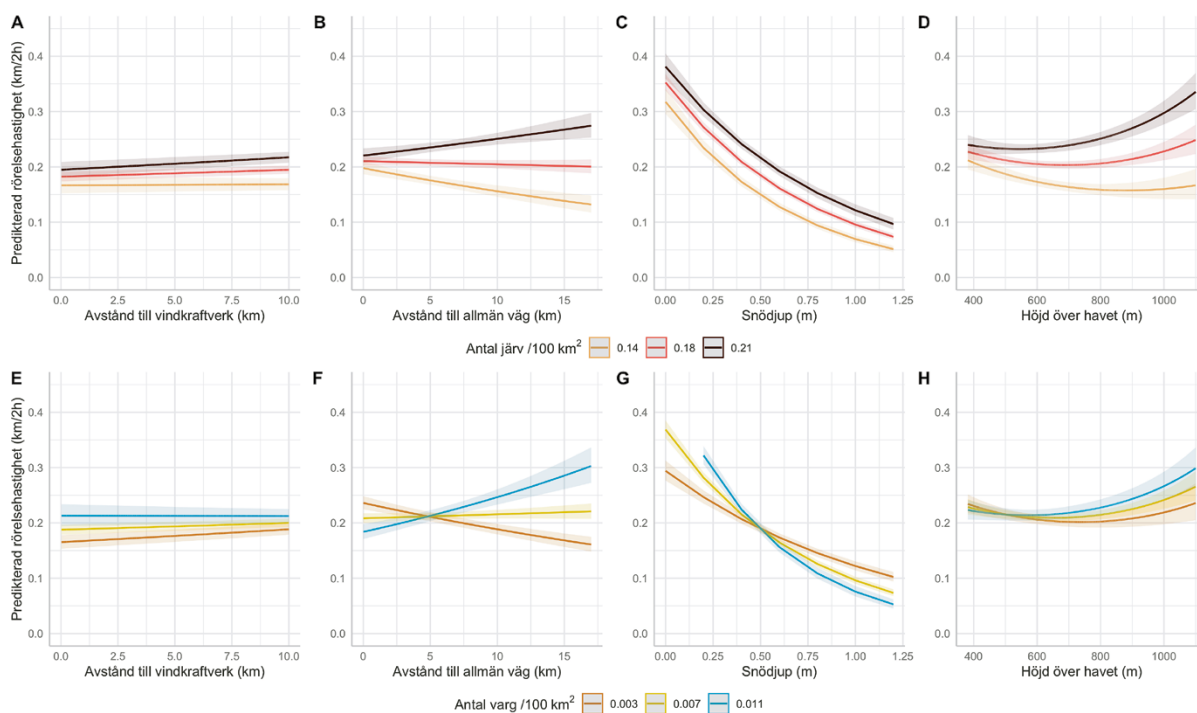


Figur 23. Renarnas predikterade rörelse hastighet (m/2 h, ± KI) inom de ägoslagen (ägoslagen) kalhygge, exploaterade områden, öppna områden, tallskog, lövskog, skogklädda myrar, myrar.

RESULTAT BETESRO UNDER DRIFTSFAS

Den bäst anpassade modellen för rörelsehastighet under driftsfas innehöll faktorerna höjd över havet, TPI, cosinus av sluttningens väderstreck, marklavstäckning, snödjup, ägoslag, avstånd till bebyggelse, allmän väg, skoterled och vindkraftverk, samt varg- respektive järvtäthet i interaktion med 1) höjd, 2) snödjup, 3) avstånd vindkraftverk, och 4) avstånd till allmän väg (Tabell B8). Enligt AIC-värdet gav omvärldsfaktorn ljudnivå från vindkraftverken ett högre AIC-värde och därmed en sämre anpassad modell till data än modellen med avstånd till vindkraftverken. Det samma gällde för jämförelse mellan faktorn om vindkraftverken var synliga eller inte synliga och typ av ägoslag, här förklarade ägoslag renarnas rörelsehastighet bättre.

Resultaten från analyserna visade att renarnas rörelsehastighet ökade vid lägre snödjup, i höglänt terräng, närmare vägar och när förekomsten av järv och varg ökade (Figur 24). Renarnas rörelsehastighet ökade nära allmänna vägar och vid låg järvtäthet, men vid hög järvtäthet ökade istället rörelsehastigheten på långa avstånd från allmänna vägar, samma sak skedde i relation till hög vargtäthet. Renarna ökade också rörelsehastigheten nära vindkraftsanläggningen när det var låg täthet av järv, men vid hög täthet av järv minskade rörelsehastigheten i närheten av anläggningen och ökade långt bort. För varg var det tvärtom, vid hög täthet av varg ökade hastigheten i närheten av vindkraftsanläggningen, även här var skillnaderna inte stora, även om de var signifikanta.



Figur 24. Renarnas predikterade rörelsehastighet (m/2 h, \pm KI) under driftsfas vid olika värden i relation till olika täthetsnivåer av järv och varg (från (Bischof *m.fl.* 2019) i relation till a och e) avstånd till vindturbiner, b och f) avstånd till vägar, c och g) snödjup och d och h) höjd över havet.

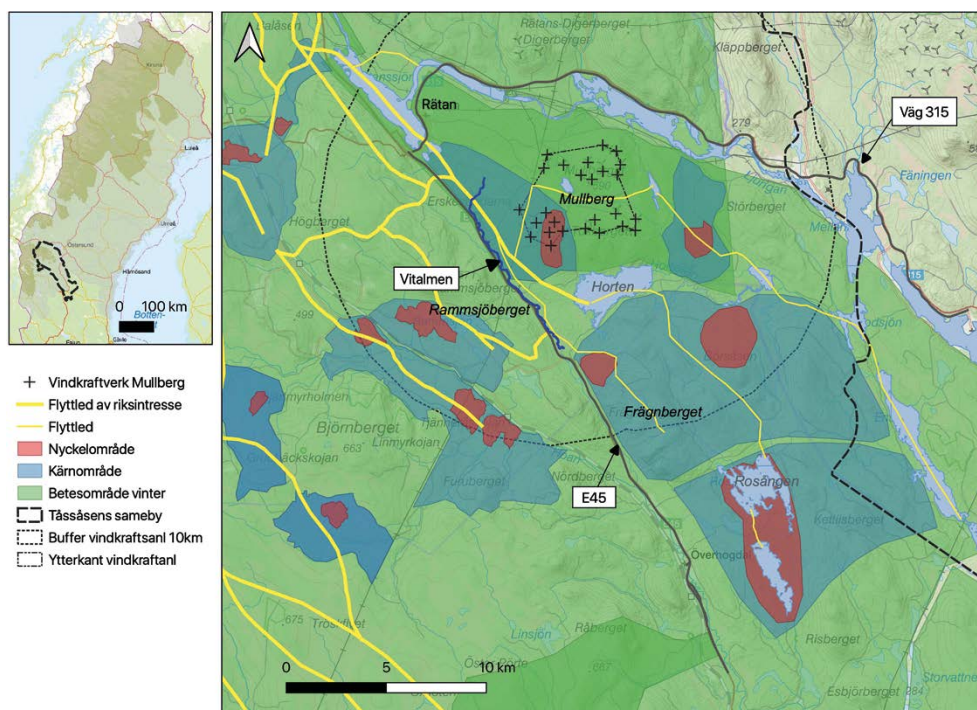
3.5 Tåssåsen sameby – Mullbergs vindkraftsanläggning

Mullbergs vindkraftsanläggning breder ut sig över ett antal mindre berg kring huvudberget Mullberg (Figur 25) i Tåssåsen sameby. Vindkraftsanläggningen består av 26, relativt glest placerade 179 m höga, vindkraftverk över ett område som upptar ca 20 km² (tillfartsvägar ej inkluderade), vilket ger ungefär 0,8 km² per verk inom anläggningen. Vindkraftsområdet innehåller 30 km vägar vilket ger en vägtäthet på 0,6 km väg/km². Anläggningen ligger, till skillnad från Glötesvålen, helt i skogen varför verken inte syns från alla platser i det kringliggande skogslandskapet. Anslutningsvägen in i området startar från E45 vid Lustbodarna rakt väster om Lillberget och är öppen för allmänheten året om.

Området kring anläggningen används som vinterbetesområde av Hortengruppen (efter sjön Horten som ligger centralt i betesgruppens område) från december-januari fram till vårflytt i mars-april. Renskötarna flyttar normalt ner renarna med lastbil från förvinterområdet beläget nordväst om detta område. Vintergruppens områden är under normala vintrar begränsat av E45 i väst och samebyns yttergräns längs väg 315 och Ljungan i norr och Ljungans i öster. Hortengruppens vinterbetesområde utgör ett 200 km² stort område där 25 % av betesmarkerna ligger inom 1 km av vindkraftsanläggningen och 50 % av betesmarkerna inom 3 km. För Hortengruppen har Mullberget (framförallt innan anläggningen byggdes) varit ett viktigt uppsamlingsområde där renarna kunde beta under slutet av vintern innan flytt upp mot kalvningslandet. Under vintern använder de mestadels området öster om Mullberg och söder om sjön Horten som betesområde, samt ett område på västra kanten av Mullberg ner mot E45. Längs med E45:an rinner ån Vitalmen, den är öppen året om och hindrar renarna från att komma ut på E45. Betesområdet är omväxlande kuperat och platt landskap, vilket gör att det ofta går att hitta bra bete även under svårare vinterbetesförhållanden. En av renskötarna beskriver att

”Det blir ju ganska varierade betesförhållanden för det är ju så olik terräng här. Det kan vara dåligt bete på vissa ställen och jättebra på andra fast det är samma vinter.”

Tre viktiga flyttleder går nära Mullberg genom Hortengruppens område (Figur 25). En flyttled går längs E45 från Frägnberget och vidare längs västsidan om Mullberg, där den ansluter till en äldre flyttled som går hela vägen upp mot Rätan och sedan vidare västerut i samebyn. En annan flyttled går från sjön Rosången norrut upp mot Horten för att sedan vika av västerut och sedan ansluta till den äldre flyttleden som går i västra ytterkanten av vindkraftsanläggningen på Lillberget och nyttjar där en äldre skogsbilväg. Längst ner från sydost går också en flyttled på sjön Enstern över Bodsjön och sedan väster om Hortesån över sjön Djuphorten och vidare upp över Hammarmyrberget och Trolltjärnen för att sedan vika av rakt västerut längs myrmarkerna mellan Mullberget och Gruvberget och Tokberget, den viker av söderut vid stamkraftledningen för att sedan även den ansluta till den äldre flyttleden. Det finns flera nyckelområden på vinterbetesgruppens betesmarker med bra vinterbete om snöförhållandena tillåter, i södra delen är dock terrängen svårframkomlig mycket blockterräng med tidvis stora stenblock. Järv, lo, varg och även björn förekommer varje år i detta område. Förekomsten av varg har under vissa vintrar hindrat vintergruppen från att flytta ner till området.



Figur 25. Delar av Tåssåsen samebys vinterbetesmarker och Mullbergets vindkraftsanläggning. Hortens vinterbetesgrupp använder området kring Mullbergs vindkraftsanläggning och sjön Horten, betesområdet är under normala vintrar begränsat av E45 och inlandsbanan i väst och väg 315 från Rätån till Överturingen/Haverö i norr. Ån Vitalmen fryser relativt sent och hindrar renarna från att komma ut på E45:an. Den mörkare gröna färgen i "Betesområde vinter" indikerar att två vinterbetesgruppers vinterbetesområde överlappar.

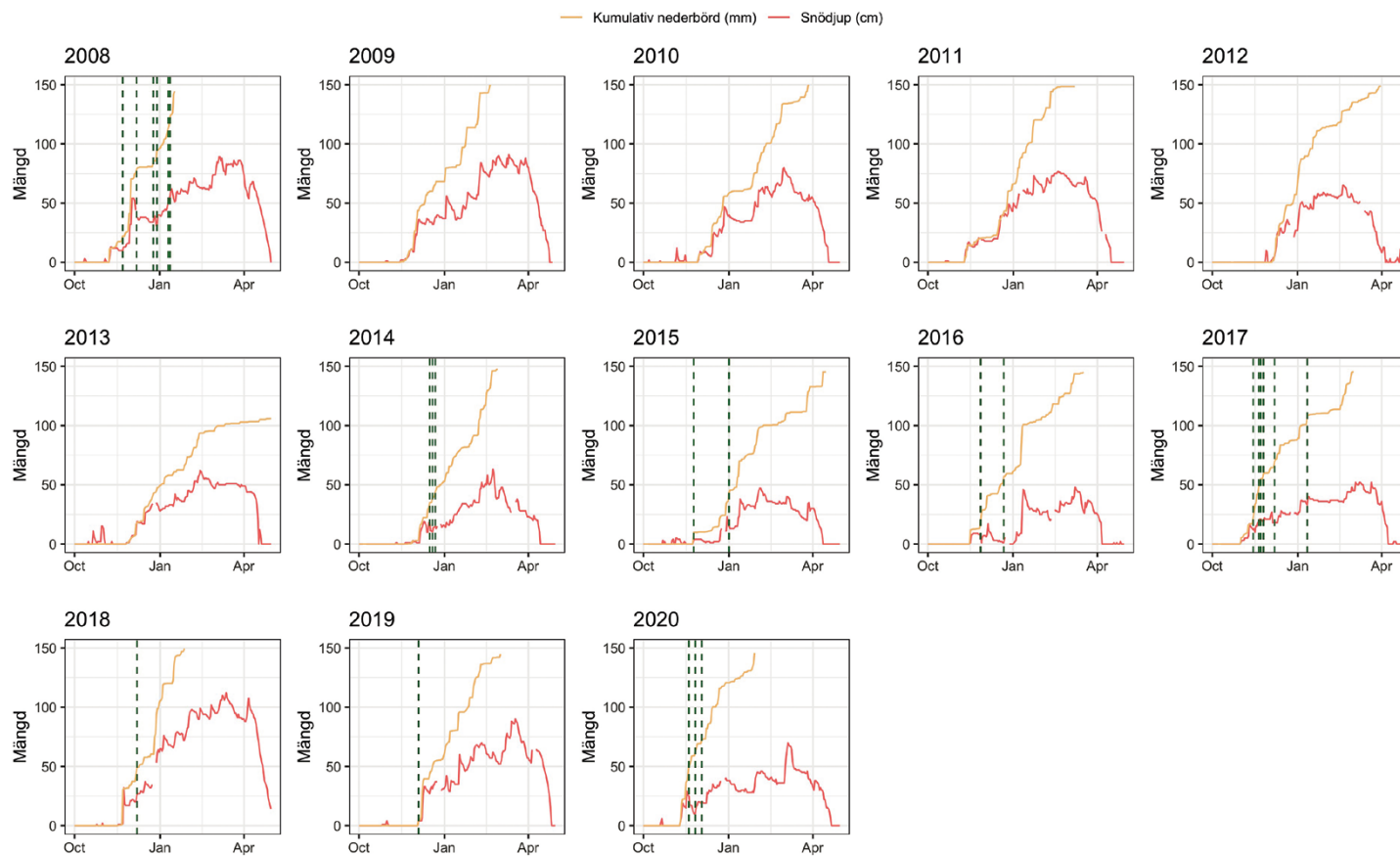
3.6 Resultat – Vinterbetesförhållanden Tåssåsen

Renskötarnas klassificering av vinterbetesförhållandena respektive år visar att mellan åren 2008–2012 var det relativt goda betesår och från 2013 och framåt var det svåra (2013–2016 samt 2020) eller medelsvåra till goda (2018, 2019) vinterbetesförhållanden (Tabell 7). År 2020 var en extremt svår vinter. Dessutom var det många rovdjur i vinterbetesområdet denna vinter, (samebyn hade 21 skyddsjakts-tillfällen (9 vargar, 7 järv, 5 lo, 2 björn)) varför vintergruppen valde att inte flytta ner till Hortenområdet. Vintern 2013 stannade också renskötarna kvar med renarna längre västerut i samebyn och flyttade inte ner till Hortenområdet.

Renskötarnas bedömning av vinterbetesförhållanden stämmer väl med SMHI-data som visar att antalet regn-på-snö-händelser var sällsynta under vintrarna 2009 till 2013 (Figur 26). Under vintrarna 2014–2018 visar data från väderstationerna ett flertal väderhändelser lett till att betet låst sig medan det under 2019 var det relativt goda förhållanden med bara en regn-på-snö-händelse. Den slutliga klassificeringen av vintrarna som användes i analysen av GPS-data presenteras i Tabell 8.

Tabell 7. Vinterbetesförhållanden klassat som goda, goda/medelsvåra, medelsvåra, medelsvåra/svåra eller svåra av renskötarna i vinterbetesgruppen vid Horten och Mullbergs vindkraftsanläggning och beskrivning av vinterbetessituationen av renskötarna, samt antal regn-på-snö tillfällen (före 15 mars) som kan skapa skare och is på snö och därmed göra betet svåråtkomligt för renarna. Vintern 2008 refererar till vintersäsongen 2007/2008 osv. För 2007 fanns endast information från dagböcker och inga GPS-data.

Vinter	God/ Medelsvår/ Svår	Renskötarens beskrivning av vintrarna	Regn-på-snö händelser före den 15 mars baserat på SMHI-data	
			Antal	Datum
2007	God/ Medelsvår	Snöfritt nere på vinterbetesområdet tinade bort tidigare, tidig vårflytt.		-
2008	God/ Medelsvår	Mycket snö.	5	7/12, 29/12, 16/1, 21/2, 10/3
2009	God	Mycket snö men bra med bete stannade inom mindre områden.	0	-
2010	God	Mycket snö ca 1–1,5 m på höjderna. Bra med bete i bergsbranter sluttningar o låglandet, Frägnberget.	1	25/11
2011	God	Kall höst, västliga vindar, bra betesår	0	-
2012	God	Bra betesår men tidig flytt (23 mars).	1	29/2
2013	Svår	Dålig vinter, några renar gick själva ner till området men ingen flytt av renar dit. Vargar i området.	0 eller 1	(regn före första snön)
2014	Medelsvår/ Svår	Kort vinter. Bart redan 12 mars. Flytt 31 mars. Lo och järv bland renarna.	4	16/12, 19/12, 22/12, 15/2
2015	Svår	Dåligt betesår, is på bete i februari. Bättre bete högre upp i terrängen, renarna har farit högre upp.	2	24/11, 1/1
2016	Mycket snö/ Medelsvår	Bart tidigt, milt en gång i veckan, tidig vårflytt. Bart vid årsskiftet.	1	27/11, 0 cm snö 1/1
2017	Svår	Isigt på slätten, men bra bete på höjderna andra sidan 45:an längs med sluttningen. Flyttar ner 29 nov.	8	14/11, 18/11, 20/11, 22/11, 25/11, 7/12, 18/2, 28/11
2018	Medelsvår	Mycket snö, OK bete. Lätt att gräva i sluttningarna. Betade på äldre kalhyggen med contorta, djupa kratrar. Hade renarna på bågge sidor om E45:an. Där det var bra bete var det järvar som jagade renarna. Järvföryngring vid grustaget.	1	7/12
2019	God/ Medelsvår	Bart länge innan snön kom, vilket är bra. Betar på kanten i kontinuitetsskog. Mikroklimat med bra områden mycket snö.	1	4/12
2020	Svår	Dåligt betesår och många rovdjur i området. Hortengruppen flyttade inte ner till området, medan grannvintergruppen flyttade ner.	5	19/11, 3/12, 15/2, 20/2, 22/2



Figur 26. Snödjup (cm) och kumulativ nederbördsmängd (mm) samt väderhändelser med regn-på-snö under respektive studieår för SMHI-väderstationen Handsjö vid väg 315 norr om Mullbergs vindkraftsanläggning.

3.7 Resultat – Renskötselarbetet Tåssåsen

Rensköterna i Hortengruppen har beskrivit en rad händelser och konsekvenser av vindkraftsanläggningen, annan markanvändning och rovdjursförekomst. Nedan följer en beskrivning av hur vindkraftsanläggningen, skogsbruk, rovdjur och de samlade (kumulativa) effekterna påverkar renskötseln i samebyn i relation till vindkraftsanläggningen. Beskrivningarna är baserade på dagboksanteckningar, fokusgruppsmöten och samtal med rensköterna då vi bland annat har spelat upp GPS-data.

3.7.1 Vindkraftsanläggningen

Vintertid strävar rensköterna efter att hålla renhjorden samlad inom olika betesområden. Under det normala renskötselarbetet är man försiktig med att skapa onödiga skoterspår som kan leda renarna ut från ett betesområde. Här beskriver rensköterna att det är svårt att få renarna att stanna kvar i området kring vindkraftsanläggningen på Mullberg eftersom de plogade vägarna gör att renarna leds ut ur området.

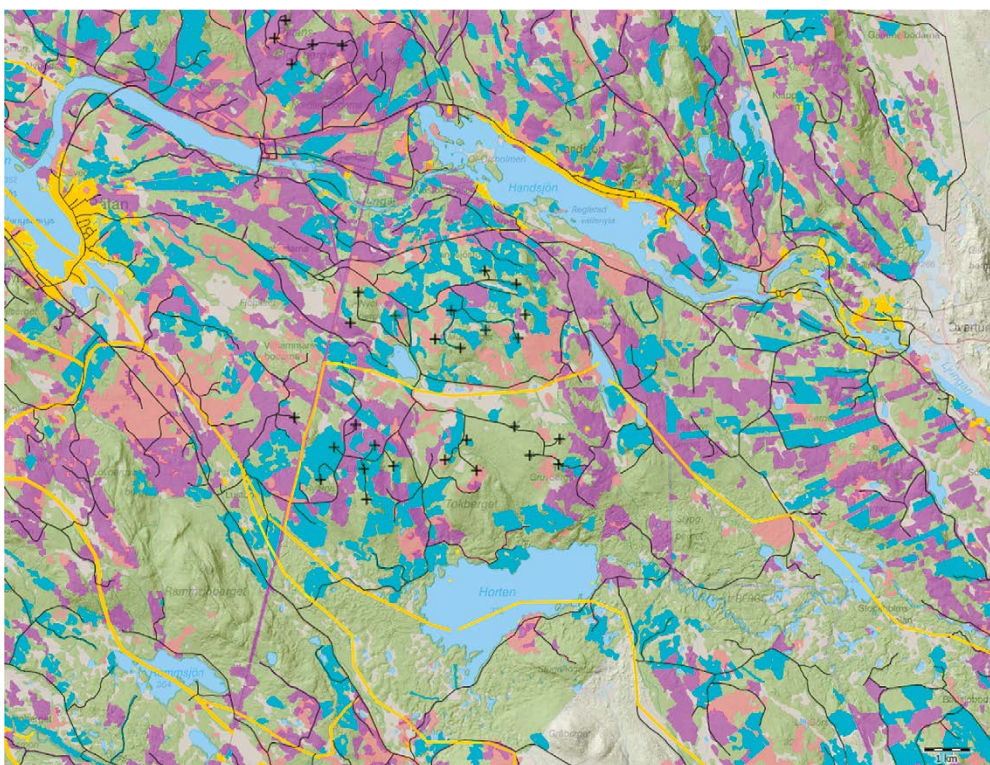
”Kom de upp på vägarna här i parken så hamnar de på 45:an om det blir lättfört [lätt att gå] för dom. Står renarna i orörd terräng och det är ganska mycket lössnö då går ju all tiden åt att gräva och leta mat och grejor, då blir de ju kvar och står och leta mat. Det är likadant vi far ju inte och göra onödiga skoterspår heller när vi far och passar renar man tänker dig för när man kör med en snöskoter också, för att inte få skoterspår som renarna följer, men här har vi en bred plogad väg med plogkanter och det går bilar lite då och då. Det skiner ju igenom lite lav här, att det har varit lite fläckar.”

När rensköterna flyttar ner renarna till vinterbetesområdet har de tidigare använt en arbetshage nedanför Lillberget längs med en skogsbilväg mellan Lillberget och E45. Den arbetshagen används inte längre eftersom de vill undvika att släppa renarna nära vindkraftsanläggningen då det blir besvärligt om renarna hamnar uppe inom anläggningens vägsystem. Istället släpps renarna numera längre österut eller på södra sidan om sjön Horten. Rensköterna beskriver också svårigheter med att flytta renarna genom anläggningen:

”Vi hade ju en liten hop alldeles bakom driftstationen i vintras, som hade irrat sig in här, som vi skulle ha tillbaks. Och tänkte ju att vi skulle få dem förbi 12:an [vindkraftverk 12] och längs vägen förbi [verket], för att flytta tillbaks. Men då här mot verket då blev det blev alldeles tvärstopp ... det var väl skuggorna från verket, det var en solig dag, så man fick hålla på bra nog länge innan man kom förbi.”

3.7.2 Skogsbruk

Vindkraftsutbyggnaden är inte den första påverkanskällan i området kring Mullberget. Skogsbruk har en lång historia i området med avsevärd påverkan på renens betesval. Mullberget med omnejd har brukats hårt delvis som en följd av det redan tidigare väl utbyggda skogsbilsvägnätet. Figur 27 visar hyggeskarteringar för tre tidsperioder mellan 1980 och idag. Renskötarna rapporterade att det blir svårare att utnyttja betesmarkerna pga. skogsbruk. Mindre områden kring sjöarna Horten och Djup-Horten innehåller områden med mer intakta skogar. En stor del av betestutnyttjandet i Hortens vintergrupp har också utnyttjat dessa områden.



Figur 27. Skogsavverkningar kring Mullberget. Ljusblå färg visar hyggen upptagna mellan 2002 och 2019, lila ca 1985 och 2002 och orange ca 1970 och 1985, linjer i gult visar samebyns flyttleder.

Trots många års intensivt skogsbruk (Figur 27) beskriver renskötarna att det varit generellt bra bete uppe på Mullberget innan vindkraftsanläggningen byggdes och att det fortfarande finns områden med bra lavbete uppe i anläggningen. De menar också att renarna fortfarande kan nyttja området i anläggningen och beta där det finns lav, men att de inte stannar kvar på samma sätt som innan anläggningen byggdes:

”Det är ju inte det att det aldrig kommer någon ren hit, det kan ju vara det att det kommer, de kanske stannar någon dag eller två och sedan blir det någonting så att de sticker de iväg. Det behöver ju inte vara att de far som en raket i och med att de kommer hit.”

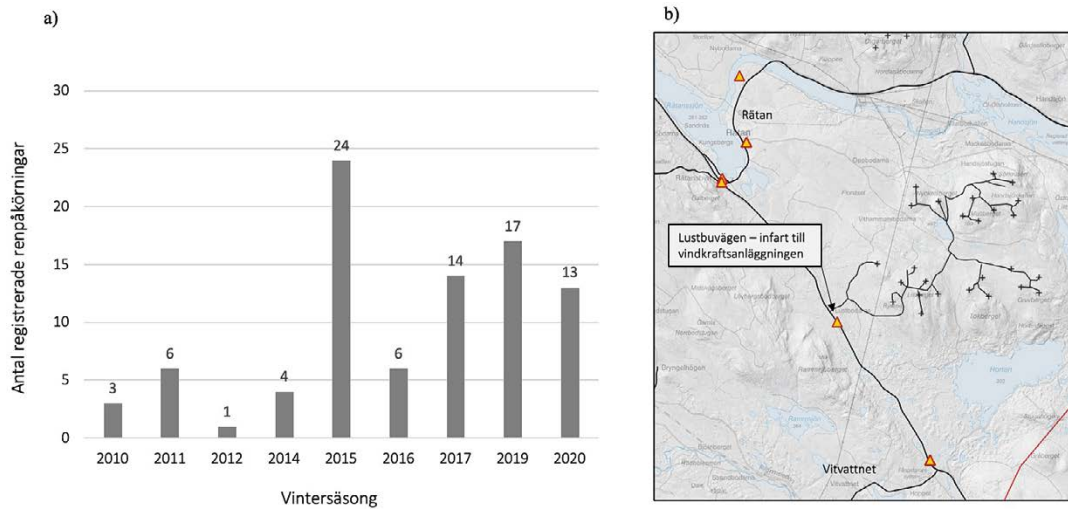
3.7.3 Rovdjur

Hortengruppen är starkt påverkade av rovdjur och har ofta 1–2 järvföryngringar och lo inom vinterbetesområdet. Under flera vintrar har det också varit varg i området. Rensköterna beskriver att de blivit mer sårbara vid rovdjursattacker efter att anläggningen byggdes och att kombinationen av plogade vägar och rovdjur ökar risken att renarna kommer ner på väg E45.

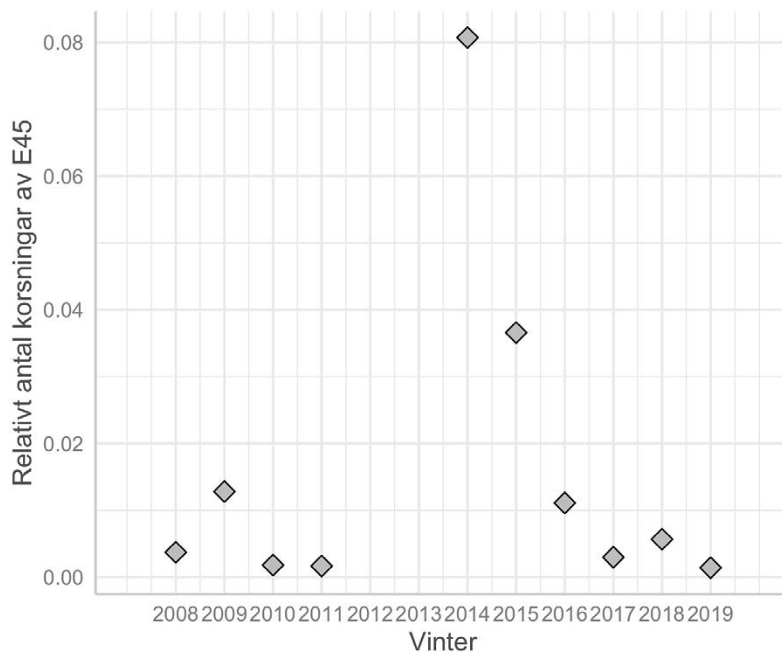
”Ja då var de i varje fall och betade där på några ytor där det var avblåst. Det var bra bete på bergknallarna, då kom det dit lo och jagade dem, ja då for dom ju därifrån och sen har man ju vägen här [i anläggningen] då sticker dom ju sedan. Då är dom ju borta därifrån [det bra betet]. Jag var ju så glad innan att dom hade så fint betesområde där, att dom kunde vara där, det var ju lite besvärligt med snö i övrigt.”

3.7.4 Trafik och trafikdödade renar

I och med att renarna inte finner betesro i anläggningen och ofta letar sig ner från berget längs med vägarna i vindkraftsanläggningen menar rensköterna att de har blivit mer känsliga för bilpåkörningar nere vid E45:an vid infarten till anläggningen. Enligt olycksstatistiken och enligt rensköternas egna noteringar var det få eller inga påkörningar nere vid Lustbodarnas vägskäl innan vindkraftsanläggningen byggdes medan de efter etableringen har ökat markant (Figur 28). I olycksstatistiken från polisen har det inte alltid noterats rätt position för olyckor, utan en olycka kan positioneras till Rätan trots att olyckan har skett nere vid Lustbuvägen eller tvärtom. I en av rensköternas dagboksnoteringar saknades noteringar av trafikdödade renar före vintern 2015. Olyckor inträffade även innan anläggningen etablerades men inte lika frekvent som efter att etableringen kommit till. Vintern 2015 hade det högsta antalet rapporterade trafikdödade renar i polisens olycksregister för tidsperioden 2010–2020 med totalt 24 händelser i viltskadestatistiken (antal händelser är inte detsamma som antalet påkörda djur). I dagboksanteckningar för samma år har rensköterna registrerat 7 trafikdödade renar vid infarten till anläggningen. Fem av de trafikdödade renar som rensköterna hade registrerat fanns inte med i olycksstatistiken och sju av de trafikdödade renar som fanns i olycksstatistiken fanns inte med i rensköternas registreringar. Det tyder på att det varit minst 29 trafikdödade renar på sträckan mellan avfarten till Vitvattnet upp till Rätan på E45 och vidare strax öster om Rätan längs väg 315 under vintern 2015. Enligt samebyns registreringar var det totalt 45 påkörda renar i det här området vintern 2015. Antalet passager över väg 315 och E45:an av de GPS-märkta renarna hade en topp under 2014 och 2015 med fler än 50 passager per år totalt och i relativa tal fler än 0,03 passager per GPS-ren (Figur 29), men under 2014 verkar det inte ha lett till lika många trafikdödade renar som under 2015 (Figur 28). Denna markanta förändring i antalet trafikdödade renar relaterade rensköterna till att vägarna inom vindkraftsanläggningen plogas under hela vintern jämfört med vanliga skogsbilvägar som kan plogas vid enstaka tillfällen. Plogningen skapade hårdgjorda ytor som gjorde det lätt för renarna att färdas längs med vägarna och detta ledde i sin tur till att renarna tog sig ut ur området ner mot E45:an.



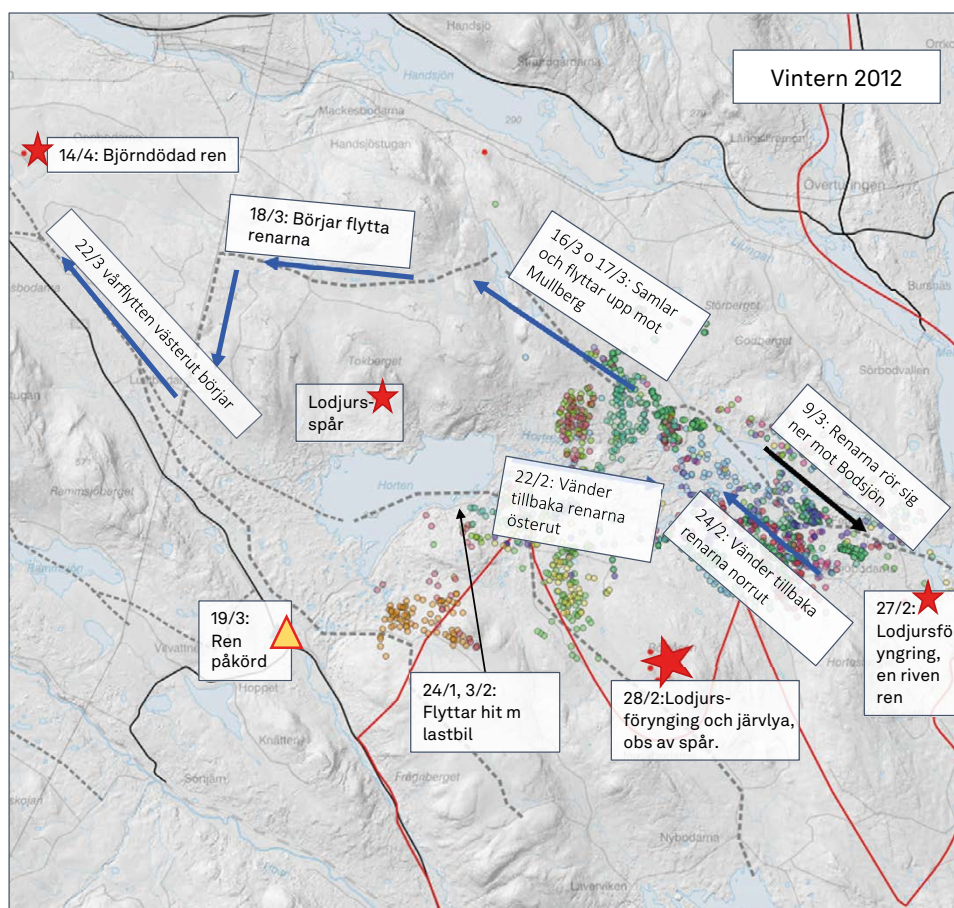
Figur 28. a) Antal viltolyckor för ren uppdelat på vintersäsong från 2010–2020, och b) karta över rapporterade platser för olyckorna. Data från Nationella viltolycksrådet (<https://www.viltolycka.se>).



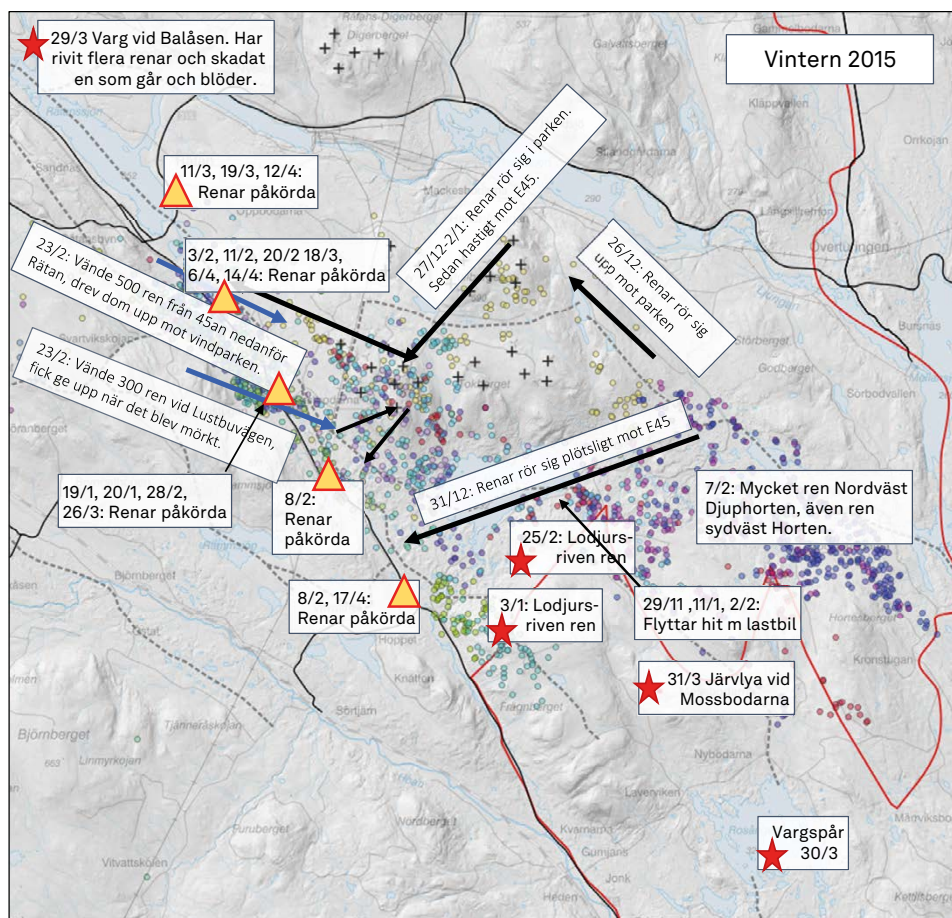
Figur 29. Antal gånger (i relativa tal, antal korsningar per totalt antal GPS-positioner respektive vinter) som GPS-renarna i Tåssåsen har passerat väg 315 och E45 under vintrarna 2008–2019.

3.7.5 Kumulativa effekter

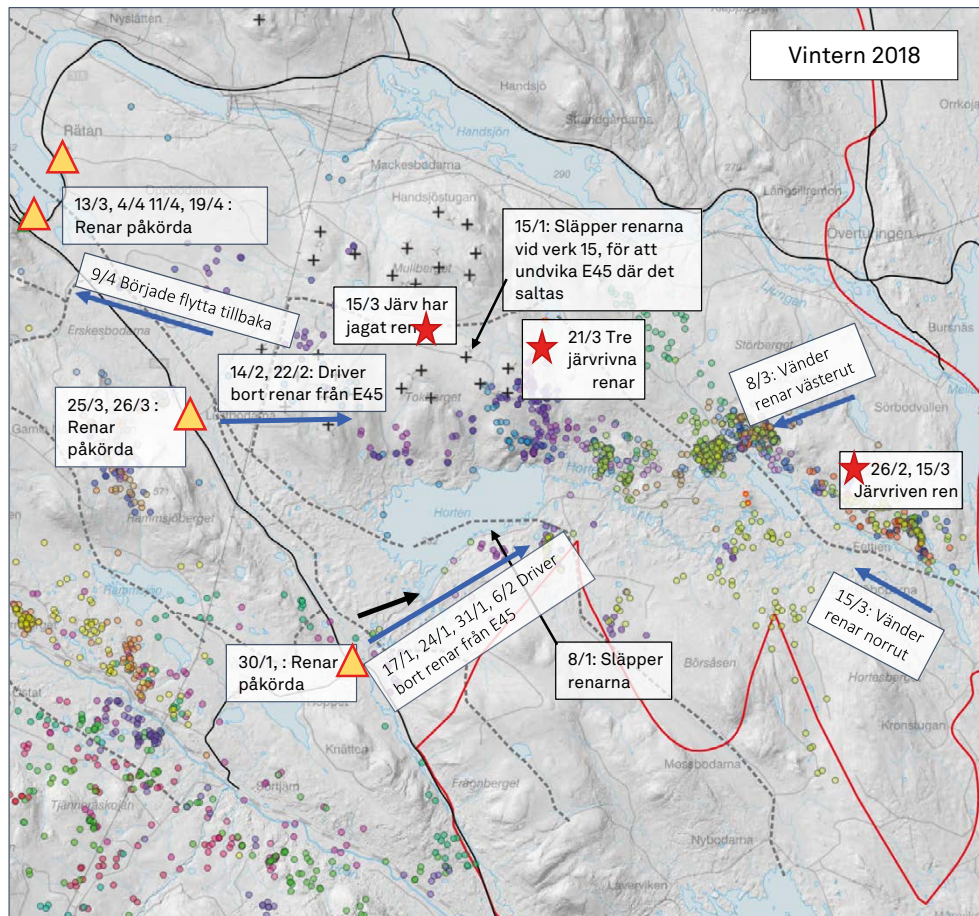
För att beskriva de olika vintrarna har vi sammanställt kartor där positioner för specifika renskötselaktiviteter, renarnas rörelser och andra händelser som rovdjursattacker och trafikolyckor med renar. Vi har gett exempel från 2012, en vinter med goda (Figur 30) vinterbetesförhållanden och från 2015 en vinter med svåra vinterbetesförhållanden (Figur 31). Vi har även ett exempel från 2018 då vinterbetesförhållandena var medelsvåra (Figur 32).



Figur 30. Renskötselaktiviteter, renarnas rörelser och andra betydande händelser inom Hortensgruppen vintern 2012. *Vädret:* Vintern 2012 var ett år med goda vinterbetesförhållanden innan vindkraften etablerades. Snön försvann tidigt och de flyttade tillbaka till fjälls 23 mars. Den 22 februari steg dagstemperaturen till 5 °C men medeltemp var fortsatt < 0°C. Den 28 februari steg dygnsmedeltemperaturen > 1 °C och snötäcket sjönk ihop påtagligt, det blev kallare igen några dagar men från 9 mars var dygnsmedeltemperaturen > 0 °C och snötäcket började smälta undan. Den 18 mars snöade det och snödjupet ökade något, men sedan smälter snabbt undan igen. *Renskötseln:* Renarna flyttades från höstbetesområdet med lastbil till östra delen av vinterbetesområdet 24/1 och 3/2. De betade i 3–4 grupper vid Gråberget, Hortesberget och Börsåsen samt vid Styggberget. Den 22/2 och 24/2 vänder rensköterna tillbaka renar som rört sig ut från betesområdet; ner från Hammarmyrberget, upp mot Stockholmskojan och österut från Horten. Den 9 mars rörde sig renarna ner mot Bodsjön och den 16 mars samlade och flyttade rensköterna upp renarna från Bäckeberget och Hammarmyrknippen mot Mullberg 18/3. Vårflytten startade den 23 mars. Rensköterna observerade både järv och lospår i området kring Börsåsen och Styggberget och lospår på södra sidan Mullberg. 27/2 loföryngning Bodsjön-Martesberget, 1 riven ren. Den 28/2 hittade länsstyrelsen en järvlya Börsåsen i och även en loföryngning i Börsåsen. 14/4 hittades björndödad ren öster om Rätan. Enligt viltskade-statistiken var det en trafikdödad ren vid Vitvattnet/E45 den 19 mars. Rensköterna hade inte noterat några renpåkörningar denna vinter.



Figur 31. Renskötselaktiviteter, renarnas rörelser och andra betydande händelser inom Hortensgruppen vintern 2015. *Vädret:* Vintern 2015 var enligt renskötarna en dålig betes vinter efter vindkraftsetableringen. Från januari var det en isskorpa på betet i den låglänta terrängen söder och öster om Horten. Det gjorde att det var bättre bete högre upp i terrängen. *Renskötseln:* Renarna flyttades till vinterbetesområdet i tre omgångar 29/11, 11/1 och 2/2. De betade i tre–fyra olika grupper söder och öster om sjön Horten under december månad. Kring jul rörde sig en grupp renar österifrån upp mot vindkraftsanläggningen. De stannade där i 7 dagar innan de rörde sig hastigt mot E45 den 2 januari. En del av renarna som betade sydost om Horten rörde sig också hastigt mot E45 den 31 december. Detta var samma dag det blev plusgrader och två dagar senare föll det 7 mm regn. Den 7/2 var det mycket ren Nordväst Djuphorten, även ren sydväst Horten. I januari uppehöll sig en grupp renar väster om Mullberg mellan E45 och anläggningen söder om stamledningen. De rörde sig ständigt upp och ner längs sluttningen. I februari rörde de sig norrut längs med E45 och över på andra sidan vägen. Den 23 februari gjorde renskötarna ett försök att flytta tillbaka dessa renar (500 + 300 st) upp mot vindkraftsanläggningen och söder om Mullberg, men de hinner inte hela vägen innan det blir mörkt. Renarna var två dagar senare tillbaka vid E45. Före och efter renskötarnas försök att flytta renarna sker det trafikdödade renar vid vägen upp till vindkraftsanläggningen. I mitten av mars flyttas alla renar över väster om E45, då betet var för dåligt i området på slättlandet kring Horten och det inte gick att hålla renarna samlade i sydsluttningen av Mullberg. Observera att rovdjurspositionerna endast är ungefärliga.



Figur 32. Renskötselaktiviteter, renarnas rörelser och andra betydande händelser inom Hortensgruppen vintern 2018. **Vädret:** Vintern 2018 var en mycket snörik vinter efter vindkrafts-etableringen. Den 7 december var det plusgrader och snöblandat regn och sedan minusgrader, men snötäcket sjönk inte ihop nämnvärt, vilket tyder på att det inte var någon svår regn-på snö händelse. I övrigt var det inga regn-på snö händelser förrän i början av april. Renskötarna observerar att det är mycket tung snö 10/1. Det är också många snöfall under vintern. **Renskötseln:** Renskötarna börjar flytta ner till vinterbetet 8/1. De släpper först renar vid fiskeparkeringen, men den 15/1 släpper de renar i anläggningen för att undvika E45:an där det saltas. 17/1 har det varit ren vid E45 som vänt tillbaka själva, driver dem mot fiskeparkeringen. Den 19/1 verkar allt bra men det är mycket snö. 24/1 jagar de bort renar från E45 nere vid avfarten till Vitvattnet. Renar blir påkörda vid ett flertal tillfällen under vintern, vid vindkraftsanläggningsvägen, uppe vid Rätan och vid avfarten till Vitvattnet. Vid flera tillfällen vänder renskötarna också renarna nere vid E45. Det hittas många rovdjursdödade renar den här vintern exempelvis den 29 och 30/3 hittade 8 respektive 6 renar dödade av järv (ingen position markerad för dessa). Observera att rovdjurspositionerna endast är ungefärliga.

3.8 Resultat – analys GPS-data Tåssåsen

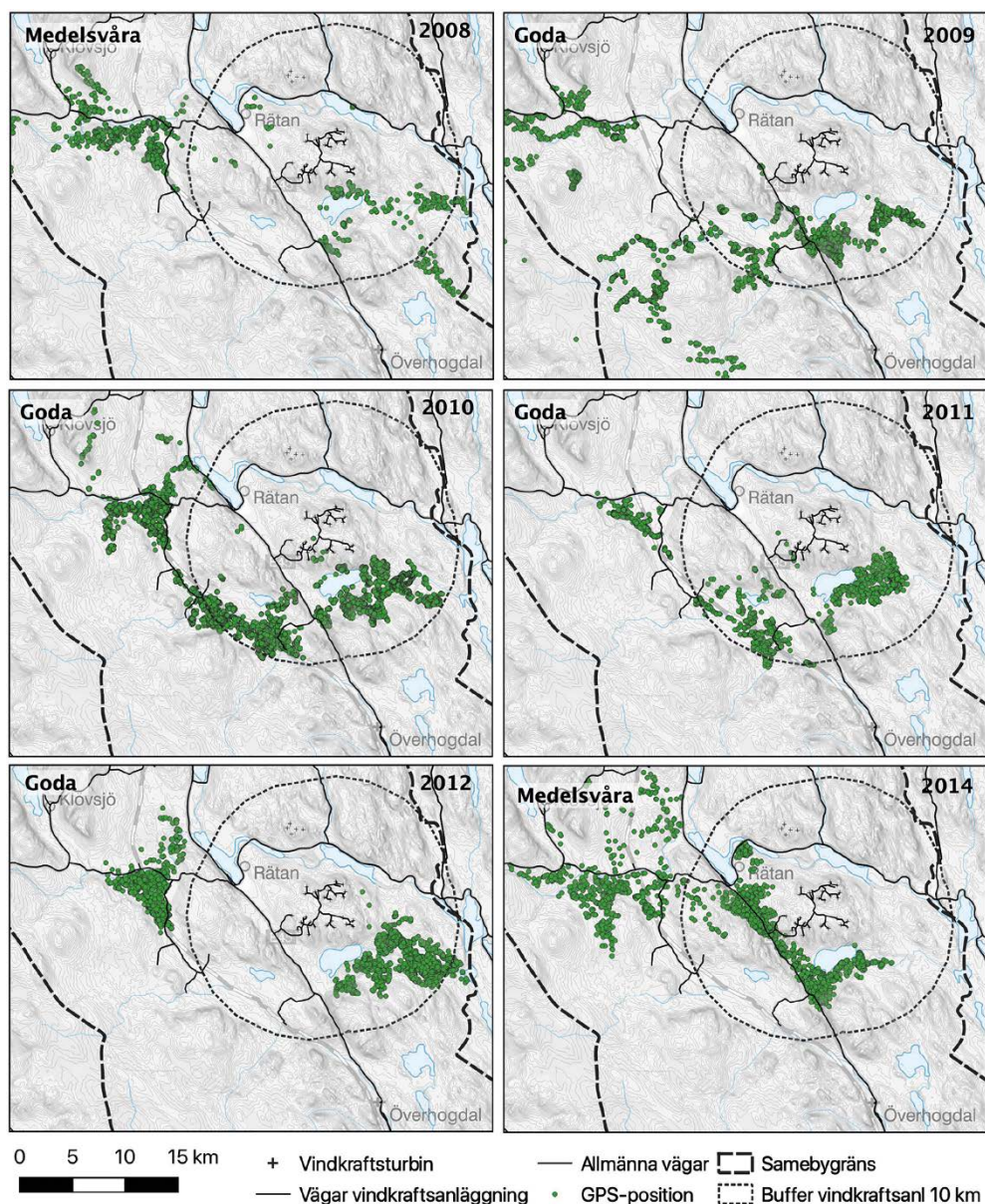
För att möta upp de olika händelser som beskrivits av renskötarna i Tåssåsen förväntade vi oss också att i viss mån hitta mönster av dessa händelser när vi analyserade GPS-data. De förväntade resultaten var därför att

- renarna skulle undvika området kring vindkraftsanläggningen
- renarna skulle öka sin rörelsehastighet när de var inom vindkraftsanläggningen
- renarnas avstånd till allmänna vägar minskade efter att anläggningen var byggd
- renarna skulle föredra höglänta områden under svåra och medelsvåra vinterbetesförhållanden och detta i sin tur skulle dominera över att renarna undviker vindkraftsanläggningen
- renarna skulle minska sin användning där ljudnivån från vindkraftverken var högre
- renarna skulle öka sin rörelsehastighet där ljudnivån från vindkraftverken var högre

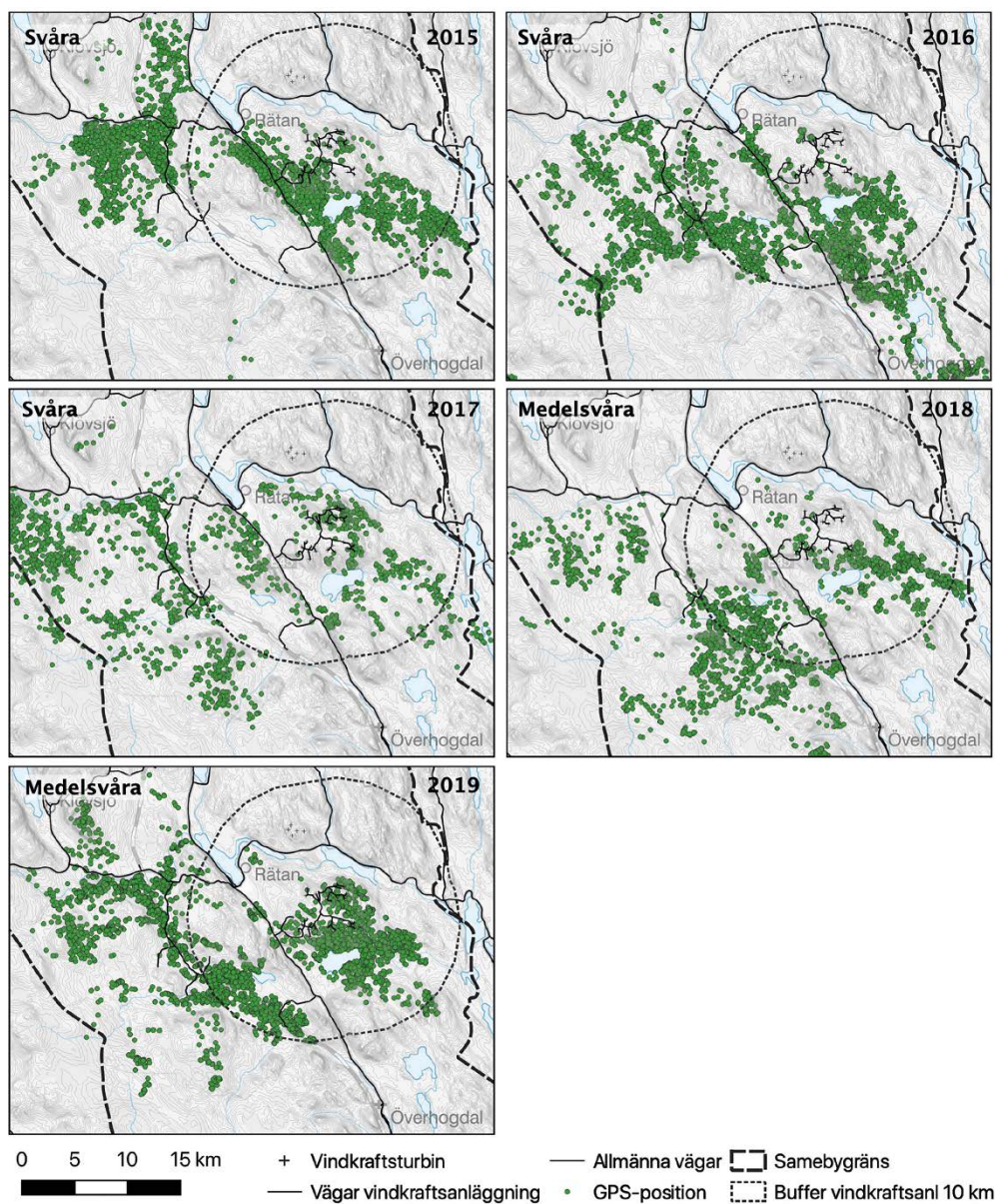
Vi analyserade GPS-data från Hortengruppen och från grannvinterbetesgruppen väster om väg E45. För alla analyser valde vi att analysera data från bägge grupperna eftersom renar från den västra gruppen vid några tillfällen använde området i anslutning till vindkraftsanläggningen. Renar från Hortengruppen använde också vid några tillfällen området väster om E45:an. Tillgängligt betesområde på regional skala definierades för respektive vintergrupp (Figur A5). Vi analyserade GPS-data från 4–34 renar per vintersäsong, med data från fem vintrar innan anläggningen byggdes, ett år med byggfas och därefter sex år med data från driftsfas (Tabell 8), se även spridningen och fördelningen av alla GPS-data under respektive år (Figur 33 och 34). De flesta av renarna var utrustade med GPS-halsband under ett år och vid batteribyte skiftade halsbanden till en ny individ. Ibland hade en ren ett halsband längre än ett år, men i analysen antog vi att alla renar var unika för respektive vinter och därför inte tagit hänsyn till om en individ samlade in data under två vintrar. Antalet GPS-halsband var relativt jämt fördelat mellan de två vinterbetesgrupperna under respektive vinter.

Tabell 8. Översikt över GPS-data från Tåssåsen sameby från vinterbetesgruppen vid Mullbergs vindkraftsanläggning och vinterbetesgruppen väster om väg E45 från vindkraftsanläggningen. År 2013 flyttades inte Hortengruppens renar ner till vinterbetet utan bara den västra gruppen, detta år var därför inte med i den statistiska analysen av GPS-data.

Vinter-säsong	Start-datum	Slut-datum	Antal GPS-positioner	Antal individer	Medelantal positioner/individ	Medelantal dagar/individ	Vinterbetesförhållanden	Vindkrafts-fas
2008	22-Nov	17-Apr	1669	4	417	78	Medel-svåra	Före byggfas
2009	17-Jan	05-Apr	5 407	13	416	51	Goda	Före byggfas
2010	18-Dec	04-Apr	10 297	20	515	62	Goda	Före byggfas
2011	21-Jan	02-Apr	3 435	12	286	59	Goda	Före byggfas
2012	24-Jan	16-Mar	4 047	31	131	44	Goda	Före byggfas
2013	Flyttade inte ner						Svåra	Byggfas
2014	16-Jan	31-Mar	3 123	21	149	37	Medel-svåra	Byggfas
2015	01-Dec	06-Apr	4 257	28	152	80	Svåra	Drift
2016	02-Dec	03-Apr	5 428	23	236	79	Svåra	Drift
2017	29-Nov	27-Mar	2 466	20	123	83	Svåra	Drift
2018	09-Jan	09-Apr	3 089	34	91	66	Medel-svåra	Drift
2019	03-Dec	10-Apr	5 361	29	185	89	Medel-svåra	Drift



Figur 33. Karta över GPS-positioner för Hortengruppens vinterbetesområde i Tåssåsen sameby respektive år före byggfas (2008–2012) och under byggfas (2014) av Mullbergs vindkraftsanläggning. År 2013 vistades inte renarna i området. Vinterbetesförhållandena (goda, medelsvåra, svåra) för respektive år är markerat i kartan.



Figur 34. Karta över GPS-positioner för Hortengruppens vinterbetesområde i Tassåsen sameby respektive år under driftsfas (2015–2019) av Mullbergs vindkraftsanläggning. Vinterbetesförhållandena (goda, medelsvåra, svåra) för respektive år är markerat i kartan.

3.8.1 Resultat av habitatvalsanalys på regional skala

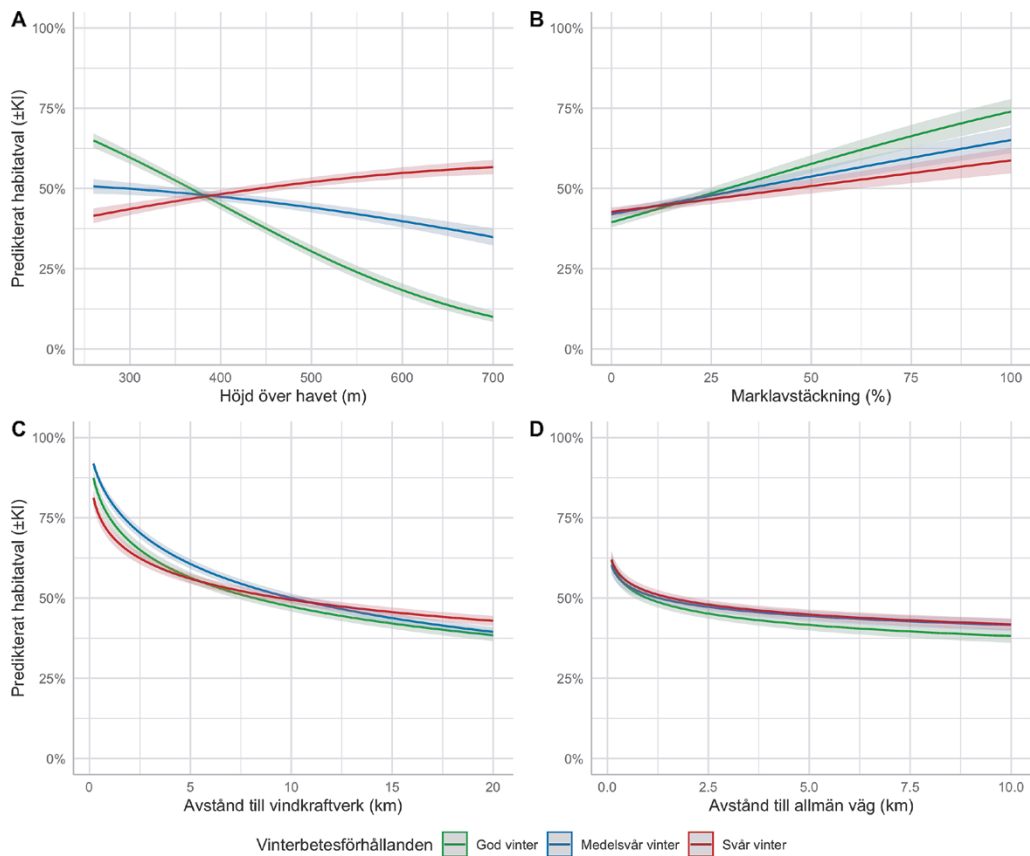
Analyserna av de olika alternativa modellerna (se avsnitt 2.4.5) för att förklara renarnas habitatval på regional skala resulterade i tre olika modelluppsättningar (Tabell B11, Appendix B). Två modeller beskrev habitatvalet under hela studieperioden, en i relation till respektive fas för vindkraftsutbyggnaden (i-a), och en i relation till vinterbetesförhållanden (i-b), samt de övriga omvärldsfaktorerna. Dessa två modeller jämfördes mot varandra och den bästa modellen valdes. Den tredje modellen beskrev habitatvalet under driftsfasen i relation till rovdjursförekomst och övriga omvärldsfaktorer. Resultaten för de bäst anpassade modellerna beskrivs nedan i följande avsnitt, se även Appendix B för fullständiga resultat för de bäst anpassade modellerna.

RESULTAT HABITATVAL PÅ REGIONAL SKALA UNDER HELA STUDIEPERIODEN

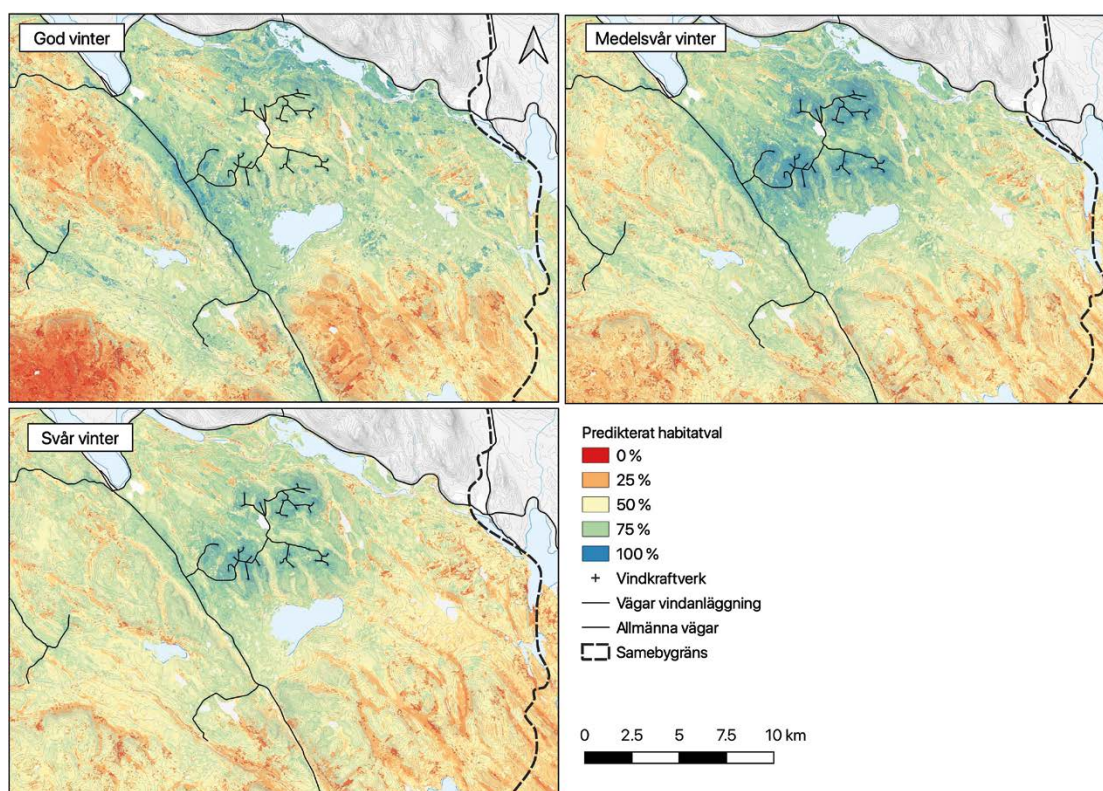
Den bäst anpassade modellen för habitatval på regional skala för hela studieperioden var den där vi jämförde renarnas habitatval i relation till vinterbetesförhållanden. Vinterbetessituationen under respektive år förklarar alltså mer för habitatvalet på regional skala än skillnaden mellan åren före och efter vindkraftsetableringen. Den modellen innehöll även faktorerna höjd över havet, höjd över havet i kvadrat, TPI (510 m), marklavstäckning, ägoslag, avstånd till allmän väg och till vindkraftverk och vinterbetesförhållanden i interaktion med 1) höjd, 2) marklavstäckning, 3) avstånd till vindkraftverk och 4) avstånd till allmän väg påverkade renarnas val av område på landskapsnivå (Tabell B12).

Hortengruppens vinterbetesområden i och omkring Mullberg och sjön Horten utgör ett viktigt betesområde med nästan hela området beläget inom 10 km av vindkraftsanläggningen (se även Figur 33 och 34). Modellerna visar en tydlig skillnad i renarnas val av höjdläge under goda jämfört med svåra vintrar (Figur 35 a). Under de goda vinterbetesåren innan anläggningen var uppförd föredrog renarna de låglänta områdena medan de föredrog höglänta områden under de svåra vinterbetesåren. Vidare föredrog renarna områden med högre marklavstäckning under goda vinterbetesår (före byggfas) jämfört med under medelsvåra och svåra år (bygg- och driftsfas) (Figur 35 b). Analysen visade att det inte var någon skillnad i användningen av området i relation till avstånd till vindkraftsanläggningen under olika vinterbetesförhållanden (Figur 35 c). Renarna använde också områden nära de allmänna vägarna oavsett vinterbetessituationen (Figur 35 d). Över hela studieperioden använde renarna låglänta, platta områden och områden med svag sluttning mer jämfört med höjddryggar och övre delen av sluttningar i terrängen (Tabell B12). Renarna föredrog ägoslagen tallskog, kalhyggen och myr på skogsmark framför lövskog och annan öppen mark (exempelvis jordbruksmark).

I kartorna för det predikterade habitatvalet var habitatvalet under de goda betesåren högt i dalgångarna runt omkring Mullberg (Figur 36). Detta gällde även dalgången längs inlandsbanan, som används av den angränsande vinterbetesgruppen i väst. Under medelsvåra och svåra vinterbetesår var habitatvalet mer utbrett och inte lika koncentrerat till dalgångarna utan renarna använde även högre terräng både på Mullberg och på andra berg i området.

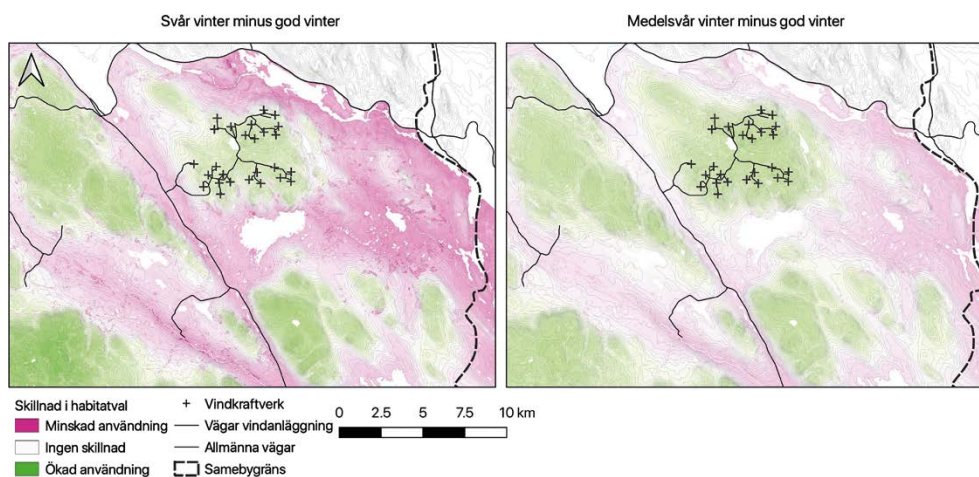


Figur 35. Predikterat val av betesområde på regional skala i relation till a) höjd över havet, b) förekomst av lav, c) avstånd till vindkraftverk och d) avstånd till allmän väg i interaktion med vinterbetessituationen (god, medelsvår och svår vinter). När värdet för det predikterade habitatvalet (y-axeln) exempelvis minskar med avståndet till vindkraftverken betyder det att områdena nära dem används mer än områden långt ifrån dem, motsvarande gäller för andra avståndsfaktorer och kontinuerliga faktorer.

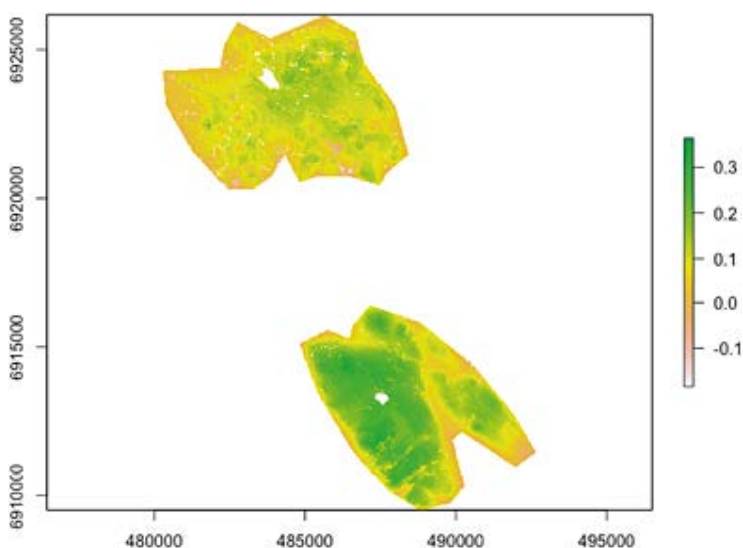


Figur 36. Prediktion av habitatval på regional skala för den bäst anpassade modellen med vinterbetesförhållanden i interaktion med höjd över havet, förekomst av lav, avstånd till allmän väg och avstånd till vindkraftsanläggningen. Kartorna visar goda, medelsvåra respektive svåra vintrar och den undre kartan är zoomad över för studieområdet kring Mullberg. Grönblå färg betyder att renarna föredrar att vistas i området medan orangeröd färg betyder att renarna undviker detta område.

Användningen av den lavrikare låglänta terrängen i dalgångarna runt bergen minskade under svåra vintrar då renarna sökte sig till de höglänta områdena med större topografisk variation. Skillnaden i habitatval mellan svåra och goda vintrar och medelsvåra och goda vintrar indikerar en tydlig ökning i användningen av höglänta områden under svåra och medelsvåra vintrar (Figur 37). Detta var speciellt tydligt på Frägnberget söder om Mullberg. Ökningen i användningen av höglänta områden på Frägnberget under svåra vintrar var också betydligt högre på Frägnberget jämfört med ökningen på Mullberg. Medianen för skillnaden i predikerat habitatval på Frägnberget var 0,167 (-0,18, 0,37 (min, max)) och på Mullberg var motsvarande värde 0,093 (-0,19, 0,23; Figur 38). Den predikterade ökningen i användningen av Mullberg var 45 % lägre i jämförelse med ökningen på Frägnberget. Renskötarna i Hortengruppen bedömde dessa berg som betesmässigt likvärdiga innan vindkraftsanläggningen på Mullberget etablerades.



Figur 37. Kartorna visar skillnaden i predikterat habitatval mellan a) svåra och goda och b) medelsvåra och goda av renar i Tåssåsen sameby. I färggradienten representerar rosa färger en minskning av predikterat habitatval under svåra eller medelsvåra vinterbetesår jämfört med goda vinterbetesår medan gröna färger representerar en ökning i predikterat habitatval.



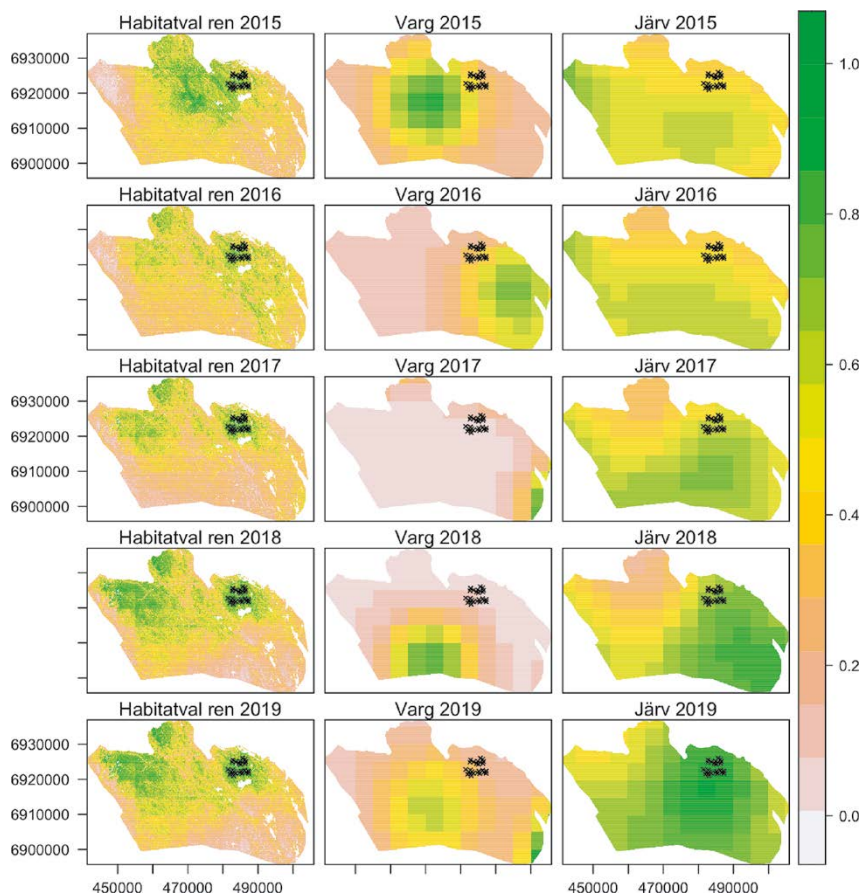
Figur 38. Skillnad i predikterat val av betesområde mellan svår och god vinter i Tåssåsen sameby, ett positivt värde innebär en ökning i användningen av området och ett negativt värde innebär en minskning i användning, kartan visar Frägnberget i söder och Mullberg i norr.

REGIONAL SKALA HABITATVAL UNDER DRIFTSFAS

Den bästa modellen för driftsfasen med rovdjursförekomst (varg och järv) inkluderat innehöll faktorerna varg- och järvtäthet, höjd över havet, höjd över havet i kvadrat, lutning, TPI (510 m), marklavstäckning, ägoslag, avstånd till närmaste allmän väg, bebyggelse och vindkraftverk, och vargtäthet i interaktion 1) höjd, 2) lav, 3) avstånd till allmän väg och 4) vindkraftverk och järvtäthet i interaktion med 1) höjd, 2) marklavstäckning, och 3) avstånd till vindkraftverk (Tabell B13).

Resultaten från modellen visade att renarna hellre valde höglänta områden, närmare Mullberg än låglänta områden längre bort oavsett förekomst av varg. Under år med hög förekomst av järv verkade däremot områden nära Mullberg bli ännu viktigare. Renarnas avstånd till de allmänna vägarna minskade med ökad förekomst av varg, medan de undvek vägarna vid lägre förekomst av varg. De använde låglänta

områden mer vid hög täthet av både varg och järv, och det var speciellt uttalat vid högre tätheter av järv. Vid låg förekomst av järv blev höglänta områden viktigare. Högre tätheter av järv ledde också till att de nyttjade områden med lägre marklavstäckning. Vid en visuell jämförelse mellan renarnas habitatval på regional skala under driftsfasen och täthetskartor för förekomst av rovdjur syns också att renarnas habitatval verkar överlappa mer med rovdjuren under år med högre förekomst av rovdjur (Figur 39).



Figur 39. Prediktion av renarnas habitatval (vänstra kolumnen) för varje år utifrån habitatvalsmodellen på regional skala under driftsfas med förekomst av varg och järv inkluderat, samt predikterad förekomst av varg (mitten) och järv (höger) enligt (Bischof *m.fl.* 2019). Förekomsten av rovdjur är omräknat till ett intervall mellan 0 och 1 baserat på beräknade minimi- och maximumvärden för att ha samma skala för alla kartor.

3.8.2 Resultat av habitatvalsanalys på intermediär skala

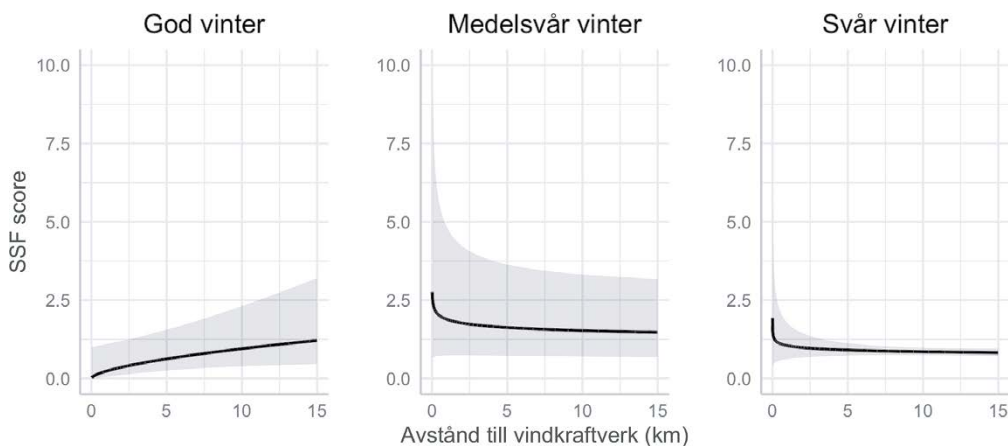
Det var inte möjligt att jämföra habitatval mellan olika vinterbetesår (eller olika tidsperioder för vindkraftsetableringen) i samma modell i analysen av habitatval på intermediär skala. Vi delade istället upp analysen i sex olika modeller; en för varje etableringsfas för vindkraft och en för varje typ av vinterbetesförhållande¹³

¹³ Detta berodde på att vi inte kunde separera en analys beroende på vinterbetessituation eller etableringsfas för vindkraft i en och samma modell då flera individer hade alla sina strata (uppsättningen med verkliga positioner och tillgängliga (slumpmässiga) positioner för en individ) inom endast en av klasserna för vinterbete respektive etableringsfas för vindkraften.

(Tabell B14). Vi rapporterar resultaten för varje modell, då det inte var möjligt att avgöra vilka modeller som var bäst anpassade till data eftersom varje modell innehåller olika data. Alla modeller inkluderade höjd över havet, höjd över havet i kvadrat, TPI (150 m), marklavstäckning, snödjup, avstånd till närmaste allmänna och enskilda väg, bebyggelse och vindkraftverk, samt slumpmässig effekt för höjd, lav, avstånd till närmaste allmänna och enskilda väg, bebyggelse och vindkraftverk. Vi anpassade ytterligare en modell för endast driftsfas till en linjär regression utan att ta hänsyn till slumpmässiga effekter för respektive individ. I den modellen inkluderades även ljudnivå från vindkraft och rovdjursförekomst¹⁴.

RESULTAT HABITATVAL PÅ INTERMEDIÄR SKALA UNDER HELA STUDIEPERIODEN

Resultaten för de intermediära habitatvalsmodellerna visade att låglänta områden var speciellt viktiga under goda vinterbetesförhållanden. Dessa vinterbetesförhållanden sammanföll med tiden före byggfas. Höglänta områden var istället speciellt viktiga under medelsvåra och svåra vintrar (Tabell B15), vilket sammanföll med bygg- och driftsfas (Tabell B16). Vi fann också att renarna valde områden längre bort från Mullberg (området där vindkraftverken senare etablerades) under goda vintrar och områden närmare vindkraftverken under medelsvåra och svåra vintrar, vilka alla skedde efter att vindkraftverken hade etablerats (Figur 40). Renarna valde låglänta, platta områden med högre förekomst av lav under både goda och medelsvåra vintrar (före byggfas och under driftsfas). Under svåra vintrar (driftsfas) valde de höglänta områden vilka hade lägre marklavstäckning. Renarna tenderade att undvika områden med djupare snötäcke under både goda och svåra vintrar, men inte under medelsvåra vintrar. Oavsett tidsperiod eller vinterbetesförhållande undvek renarna att vistas nära bebyggelse.

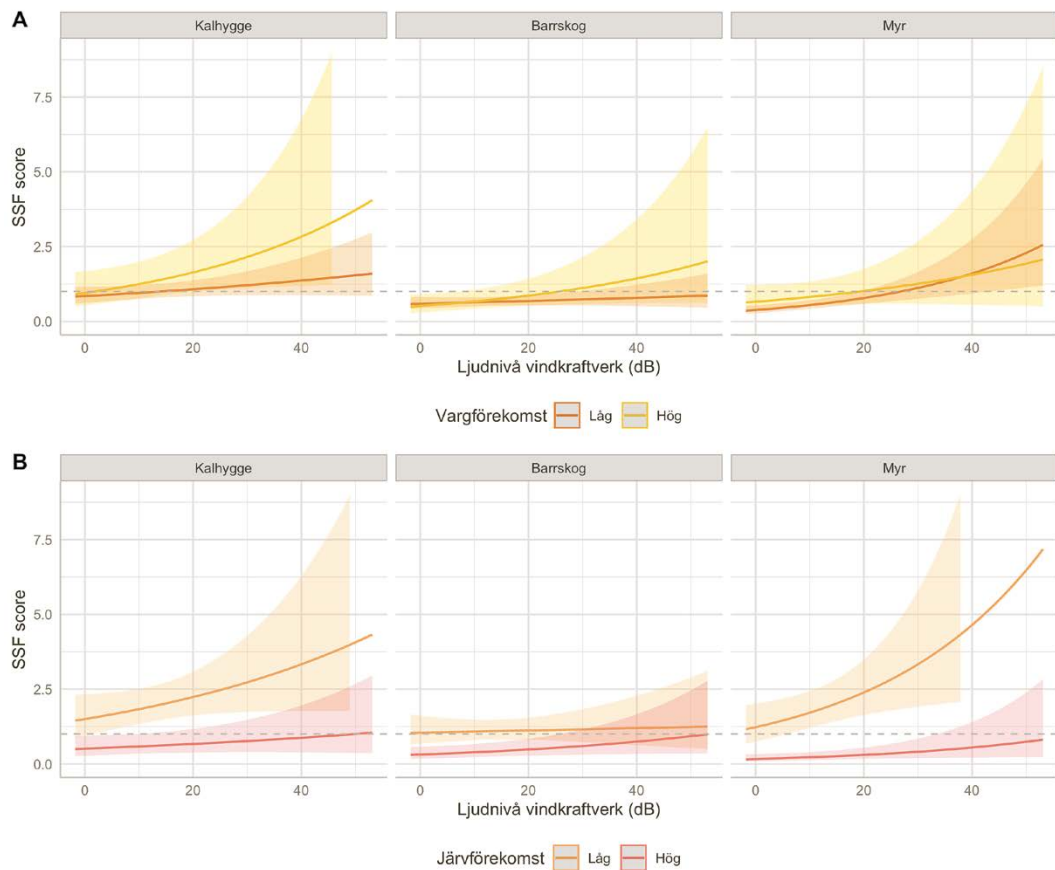


Figur 40. Sannolikheten för hur renarna väljer habitat på intermediär skala i relation till avstånd till vindkraftverken eller Mullberg under god, medelsvår och svår vinter i Tåssåsen sameby. Alla år med goda vinterbetesförhållanden var innan vindkraften hade etablerats.

¹⁴ Data för rovdjursmodellerna poolades därför att flera individer hade alla sina strata (uppsättningen med verkliga positioner och tillgängliga (slumpmässiga) positioner för en individ) ett och samma värde för rovdjursförekomst. Det berodde på att rovdjursförekomsten var beräknad med en upplösning på 5 km, vilket innebar att en ren helt kunde befinna sig "inom" ett värde för rovdjursförekomst och vi kunde därför inte beräkna effekten av rovdjur på individuell nivå för respektive ren

RESULTAT HABITATVAL PÅ INTERMEDIÄR SKALA UNDER DRIFTSFAS

Habitatvalsmodellen på intermediär skala under driftsfas visade att renarna ökade användningen av öppna områden och kalhyggen med högre ljudnivå från vindturbinerna vid högre förekomst av varg, för områden med skog fanns inte det här sambandet (Figur 41 a, Tabell B17). Vid hög förekomst av järv var mönstret tvärtom, då minskade renarna användningen av öppna områden (myrar och kalhyggen) vid hög ljudnivå från vindturbinerna (Figur 41 b). Renarna valde också områden med lägre förekomst av lav samt låglänt terräng vid högre förekomst av varg, vilket stämde överens med resultaten för motsvarande modell på regional nivå (Figur 38).



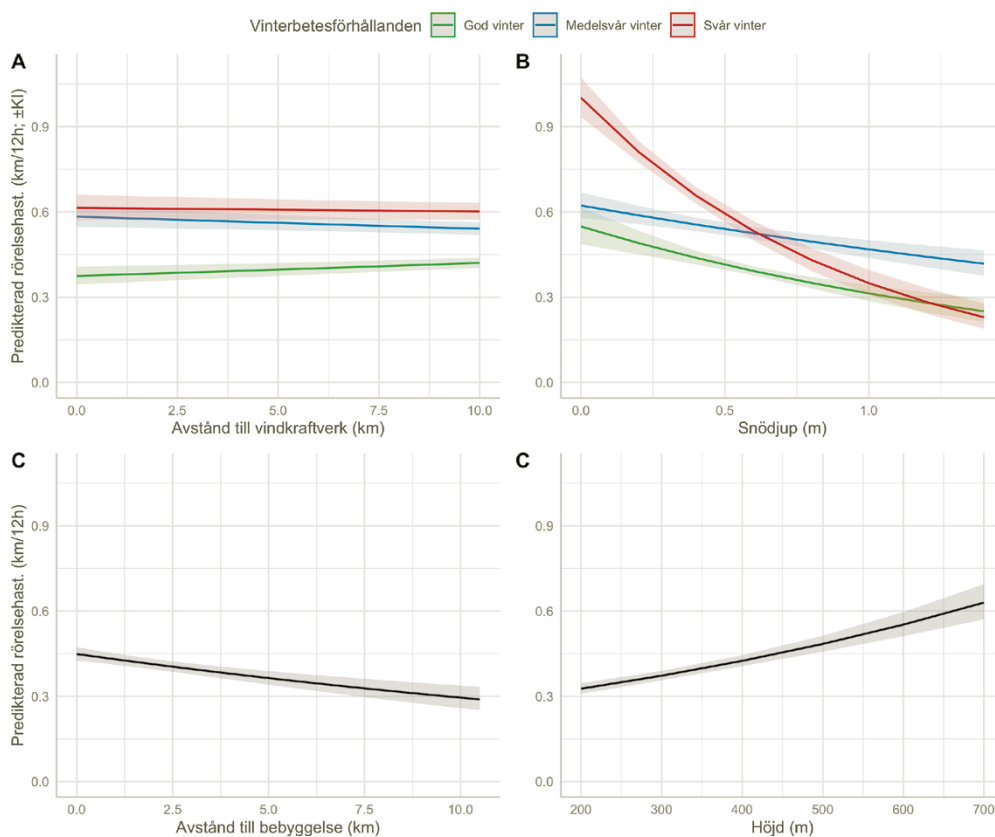
Figur 41. Sannolikheten för hur renarna väljer habitat på intermediär skala i relation ljudnivå från vindkraftverken i relation till förekomst av a) varg inom de vanligaste ägoslagen, kalhygge, barrskog och myr, och b) förekomst av järv inom de vanligaste ägoslagen, kalhygge, barrskog och myr.

3.8.3 Resultat av analys av betesro (rörelsehastighet)

RESULTAT RÖRELSEHASTIGHET UNDER HELA STUDIEPERIODEN

Den bäst anpassade modellen för rörelsehastighet under hela studieperioden inkluderade vinterbetesförhållanden analyserades istället för de olika tidsperioderna för vindkraftsetableringen. Modellen inkluderade höjd, lutning, TPI (510 m), avstånd till bebyggelse och allmän väg, och vinterbetesförhållande i interaktion med 1) snödjup och 2) avstånd till närmaste vindturbin.

Resultaten för den bäst anpassade modellen visade att renarnas rörelsehastighet var högre närmare Mullberg under medelsvåra och svåra vintrar (byggfas och driftsfas) jämfört med goda vintrar (före byggfas; Figur 42, Tabell B19). Under goda vinterbetesförhållanden (före byggfas) rörde de sig långsammare ju närmare Mullberg de befann sig. Rörelsehastigheten ökade också närmare hus och bebyggelse, medan den minskade med ett ökat snödjup, speciellt under svåra vinterbetesförhållanden. Renarna rörde sig också med högre hastighet ju högre upp i terrängen de befann sig.

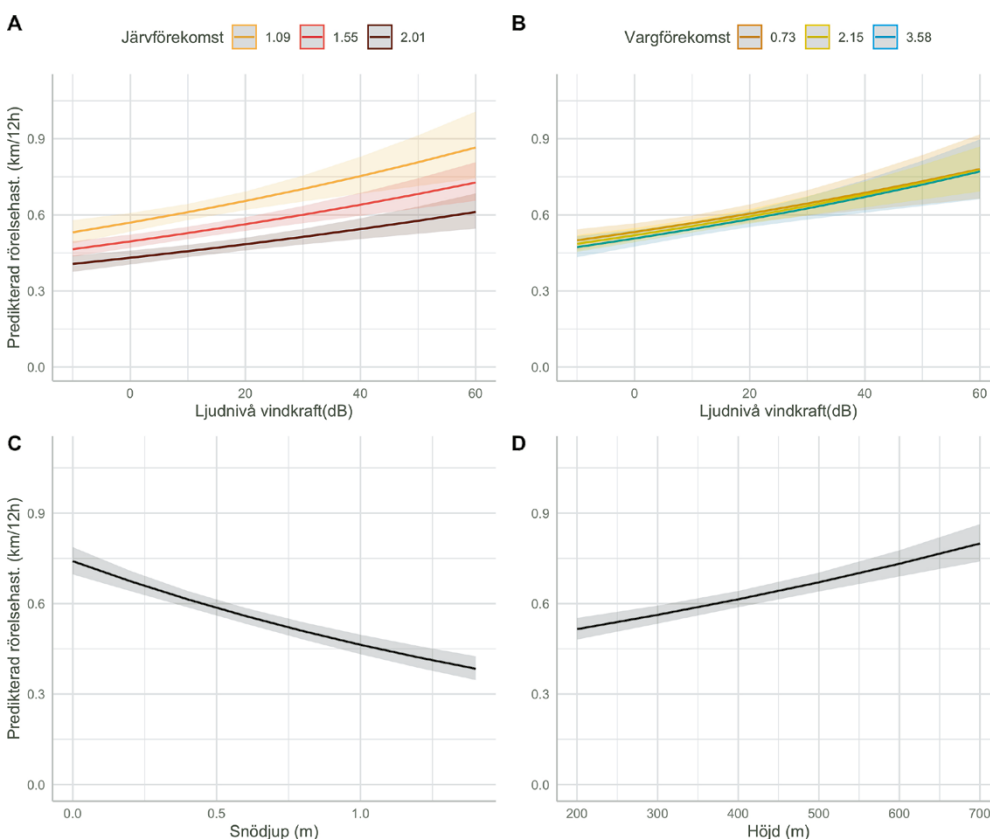


Figur 42. Renarnas predikterade rörelsehastighet (km/12 h ± KI) i interaktion med vinterbetesförhållande (goda, medelsvåra och svåra vintrar) och a) avstånd till vindkraftverk respektive b) höjd över havet och c) avstånd till närmaste bebyggelse (km) och c) snödjup (m) modellerat för åren 2008–2019 i Tåssåsen sameby.

RESULTAT RÖRELSEHASTIGHET UNDER DRIFTSFAS

Den bäst anpassade modellen för rörelsehastighet under driftsfas inkluderade ljudnivå från vindkraftsanläggningen, täthet av varg och järv, höjd över havet, TPI (250 m), snödjup, ägoslag, och avstånd till närmaste bebyggelse och avstånd till närmaste allmänna väg, och interaktion mellan 1) ljudnivå från vindkraftsanläggningen och 2) förekomst av varg respektive 3) järv (Tabell B20). I den här modelluppsättningen korrelerade ljudspridning och avstånd från vindkraftsanläggningen den modell med ljudspridning var bäst anpassad till data.

Resultaten visade att renarna ökade sin rörelsehastighet med ökad ljudnivå från vindturbinerna oavsett förekomst av varg och järv, men vid lägre järvtäthet verkade rörelsehastigheten vara generellt högre än vid högre täthet av järv (Figur 43). Exempelvis ökade rörelsehastigheten med 24 % (0,18 km/12 h) om ljudnivån ökade från 0 dB till 40 dB, och 34 % (0,30 km/12 h) om ljudnivån ökade till 60 dB vid lägre täthet av järv. Renarna ökade också sin hastighet vid lägre snödjup och i höglänta områden.



Figur 43. Predikerad rörelsehastighet (km/12 h \pm KI) i relation till ljudnivå från vindkraftsanläggningen i interaktion med förekomst av a) järv respektive b) varg, c) snödjup (m), och d) höjd över havet (m).

3.9 Sammanfattning resultat vinterbetesområde

Tabell 9. Sammanfattning av resultat från analyser av GPS-data från renar under hela studieperioden från studieområdena vid Glötesvålen vindkraftsanläggning i Mittådalen sameby och Mullberg vindkraftsanläggning i Tåssåsen sameby. Alla goda vinterbetesår inträffade före vindkraftsanläggningarna byggdes och under bygg- och driftsfas var de antingen medelsvåra eller svåra vinterbetesförhållanden.

Sameby	Regional skala	Intermediär skala	Rörelsehastighet	Renskötarnas tolkning
Mittådalen	<i>God vinter:</i> Låglänta områden var viktigare än höglänta. Undviker området nära Glötesvålen.	<i>God vinter/Före byggfas:</i> Föredrar låglänt terräng, områden med god marklavstäckning och områden närmare Glötesvålen.	<i>Före byggfas:</i> Hög hastighet nära Glötesvålen. Långsammare nära skoterleder. Högre nära bebyggelse.	Använde mest dalgångarna när det var bra snöförhållanden, vilket sammanföll med före byggfas.
Tåssåsen	<i>God vinter:</i> Låglänta områden var viktigare än höglänta. Lågländet runt Mullberg användes. Områden med hög marklavstäckning var viktiga. (Hortengruppens renar undviker områden nära vägar. Annars nära vägar.)	<i>God vinter:</i> Låglänta områdena var viktigare än höglänta. Områden med hög marklavstäckning var viktiga.	<i>God vinter:</i> Låg hastighet nära Mullberg.	”Lillberget (del av Mullberg) där kunde man ju ha renarna ganska länge innan vindparken kom. Lillberget, fungerade som ett uppsamlingsområde. Nu är det hård driven snö uppe på Lillberget pga. att skogen är borta. Avverkningar på platser som tidigare var bra.”
Mittådalen	<i>Medelsvår vinter:</i> Höglänta områden viktigare. Undviker området kring Glötesvålen.	<i>Medelsvår vinter:</i> Höglänta områden viktigare. Föredrar området nära Glötesvålen.	<i>Byggfas:</i> Högre hastighet nära allmänna vägar, långsammare nära skoterleder. Högre nära bebyggelse	Vålarna har alltid varit viktiga speciellt under sämre snöförhållanden. Bra med hänglav i kanten på vålarna viktiga under svåra vintrar.
Tåssåsen	<i>Medelsvår vinter:</i> Låglänta områden viktigare än höglänta men inte lika tydligt som under goda år.	<i>Medelsvår vinter:</i> Höglänta områden är viktigare än låglänta. Områden nära allmän och enskild väg viktiga under byggfas.	<i>Medelsvår vinter:</i> Högre hastighet nära Mullberg.	Områden i slutningar kan vara lättare att gräva i när det är mycket snö i dalgångarna och på slättlandet. Lillberget har varit ett viktigt betesområde vid dåligt bete.
Mittådalen	<i>Svår vinter:</i> Höglänta områden viktigare, däribland Glötesvålen Dörrsvålen, Sonfjället. Föredrar områden nära Glötesvålen.	<i>Svår vinter:</i> Höglänta områden viktiga. Undvek områden nära bebyggelse, enskilda vägar, snöskoterleder. Undvek områden med högt snödjup. Föredrog områden nära kraftledning.	<i>Driftsfas:</i> Generellt högre hastighet jfr m före byggfas och byggfas. Hög hastighet i både låglänt och höglänt terräng. Högre nära snöskoterleder. Högre nära bebyggelse.	Skotertrafiken har ökat generellt överallt men extra påtagligt på Dörrsvålen. Renarna har inte ökat användningen av detta område så som förväntat. Glötesvålen har heller inte utnyttjats så som de gjort innan vindkraftsanläggningen anlades.
Tåssåsen	<i>Svår vinter:</i> Höglänta områden viktigare, däribland Mullberg men det används inte i samma utsträckning som Frägnberget. Områden med hög marklavstäckning mindre viktiga jfr goda år. Områden nära vägar användes mer.	<i>Svår vinter:</i> Höglänta områden är viktigare än låglänta. Väljer områden med lägre marklavstäthet. Undvek allmänna och enskilda vägar.	<i>Svår vinter:</i> Hög hastighet nära Mullberg. Högre vid låga snödjup jfr med goda och medelsvåra vintrar.	<i>Svår vinter:</i> De kan lämna bra områden om det är lättfört. Är det mycket snö går de inte långt. Under ett dåligt år betar renarna mycket hänglav.

Sameby	Regional skala	Intermediär skala	Rörelsehastighet	Renskötarnas tolkning
Mittådalen	Områden med hög marklavstäckning viktiga. Undvek områden nära vägar och bebyggelse.	Områden med hög marklavstäckning viktiga.	Lägre med ökat snödjup och vid hög marklavstäthet. Högre i höglänt terräng och nära bebyggelse.	Dom kan lämna bra områden om det är lättfört. Är det mycket snö går de inte långt.
Tåssåsen		Renarna undvek bebyggelse.	Högre nära bebyggelse, höglänt terräng och vid lägre snödjup.	Mullberget ligger centralt i betesområdet och renarna är oftast inom 10 km av anläggningen.

Tabell 10. Sammanfattning av resultat från analyser av GPS-data från renar under driftsfas av Glötesvålen vindkraftsanläggning i Mittådalen sameby och Mullberg vindkraftsanläggning i Tåssåsen sameby. I dessa analyser har ljudnivå från vindkraftverken (intermediär skala och rörelsehastighet) och rovdjursdata inkluderats i analyserna.

	Regional skala	Intermediär skala	Rörelsehastighet	Renskötarnas tolkning
Mittådalen Varg	Hög vargtäthet – området nära Glötesvålen viktigare, föredrog områden med högre marklavstäckning.	Hög vargtäthet – nyttjar områden med låg marklavstäckning	Hög vargtäthet – högre hastighet i närheten av vindkraftsanläggningen. Låg vargtäthet – högre hastighet nära allmänna vägar.	När Sonfjällsvargarna härjade för 20 år sedan var det renar på alla vålar i hela vinterbetesområdet. Verkar vara samma obs här.
Tåssåsen Varg	Områden nära Mullberg var viktiga oavsett vargtäthet. Låg vargtäthet – undvek vägar.	Hög vargtäthet – öppna områden och kalhyggen med högre ljudnivå från vindturbinerna viktigare, samt nyttjar områden med låg marklavstäckning och låglänt terräng.	Högre hastighet med ökad ljudnivå från vindturbinerna oavsett rovdjursförekomst.	Jagad av varg, ren beta på östra kanten sprang upp på skogsbilvägen och sedan sprang på den till 45:an, flyktvägen leder till den större vägen. Flyr lättare från området via vindkraftvägarna, flyr också via plogade skogsbilvägar som går mot Överturingen.
Mittådalen Järv	Hög järvtäthet – området nära Glötesvålen, låglänta områden viktigare, hög markslavstäckning.		Låg järvtäthet – högre hastighet nära vindkraftsanläggningen och nära allmänna vägar.	På norra sidan Glötesvålen finns järv så detta kan vara rimligt. Renarna hellre i öppna områden om det är mycket järv/rovdjur.
Tåssåsen Järv	Hög järvtäthet – Mullberg viktigare, samt nyttjar områden med låg markslavstäckning och låglänta områden.	Hög järvtäthet och hög ljudnivå minskade användning av kalhygge, myr och öppna omr.	Hög järvtäthet – generellt lägre hastighet.	Allmän obs att när det är järv vill renarna hellre vara på öppna områden. Mycket skador av järv då det varit mycket snö, då kan inte renarna förflytta sig lika snabbt. Järvförynningar öster om vindanläggningen. Myrområde nära Mullberg, där de kan beta hänglav i granskog. I de låga områdena är det mer tall och mindre hänglav. Sumpskogen har mer hänglav.
Mittådalen Andra resultat	Undvek områden nära vägar och bebyggelse.	Föredrog höglänt terräng.	Högre hastighet vid lägre snödjup, högre upp och närmare vägar.	Dom kan lämna bra områden om det är lättfört. Är det mycket snö går de inte långt.
Tåssåsen Andra resultat			Högre hastighet vid tunnare snötäcket var och i höglänta områden.	

3.10 Diskussion vindkraft i vinterbetesområdet

Vi har analyserat GPS-data från renar och renskötarnas beskrivning och data i relation till hur renskötelsen påverkats av vindkraftsanläggningar och annan markanvändning inom två olika vinterbetesområden. I Tåssåsen sameby etablerades Mullbergs vindkraftsanläggning centralt i Hortengruppens vinterbetesmarker på ett av vintergruppens två tillgängliga bergsområden. Området innefattar tre viktiga flyttleder och flera betesområden klassade som nyckel- och kärnområden enligt samebyns Renbruksplan. I Mittådalen sameby etablerades Glötesvåle's vindkraftsanläggning på toppen av ett tidigare opåverkat lavrikt berg. Vindkraftsanläggningen var placerad inom ett område som är klassificerat som riksintresse för rennärning och genom området går en riksintresseklassad flyttled. Området var också identifierat som nyckel- och kärnområde i samebyns Renbruksplan. Båda vindkraftsanläggningarna var centralt placerade inom respektive samebys vinterbetesområden.

3.10.1 Vinterbetesförhållande och placering av vindkraftsanläggningar

Utifrån diskussionerna med renskötarna i respektive sameby förväntade vi oss att renarna skulle försöka undvika vindkraftsanläggningarna. Samtidigt förutsåg vi att renarna skulle välja höglänta områden under svåra och medelsvåra betesvintrar. På areell basis utgör höglänta områden en liten del av vinterbetesmarkerna. Resultaten från våra diskussioner med renskötarna och analyserna av GPS-data visade på komplexa förhållanden mellan vindkraftsanläggningarna, vinterbetessituationen och hur annan markanvändning påverkade renskötelsen. Tolkningen av resultaten från våra studieområden komplicerades av hur vinterbetesförhållandena varierade under tiden före och efter vindkraftsanläggningarna tagits i drift. Vintrarna innan vindkraftsanläggningarna uppfördes karakteriserades mestadels som vintrar med goda betesförhållanden medan det inte var några vintrar med goda betesförhållanden efter att anläggningarna hade driftsatts. Vi hade därför två parallellt pågående förändringsfaktorer – vinterbetesförhållande och driftstatus för vindkraftsetableringarna – som överlappade med varandra. Detta gjorde det svårt att separera konsekvenserna av dessa två faktorer ifrån varandra i analyserna. Majoriteten av analyserna visade att modellerna där vinterbetesförhållanden ingick (och driftstatus för etableringen av vindkraft inte ingick) var bättre anpassade till data. Det betydde att vinterbetesförhållandet hade högre förklaringsgrad än etableringen av vindkraft, men det betydde inte att vindkraftsetableringen inte påverkade på renarnas habitatval och rörelsemönster.

Vindkraftsutbyggnaden i våra två studieområden sker precis som övrig vindkraftsutbyggnad inom renskötseområdet nästan helt uteslutande på höjder i landskapet. Sådana höjder beskrevs av renskötarna som speciellt viktiga för renarna under svåra vintrar då snön tinar och fryser om vartannat, eller då nederbörd faller i form av regn som sedan fryser. Sådana förhållanden gör att betet blir låst för renarna vilket gör att det blir svårt eller omöjligt att gräva efter mat under snön. Det här sker framförallt i de låglänta plattare delarna av vinterbetesområdet (Roturier & Roué 2009, Horstkotte *m.fl.* 2014). I de platta, topografiskt homogena och låglänta delarna blir snöförhållandena relativt lika och konsekvensen av detta är att det blir lika svårt att gräva överallt vid dåliga snöförhållanden. Högre upp där den micro-topografiska

variationen är större blir också variationen i snöförhållanden större och renarna har lättare att hitta platser där de kan gräva sig ner till maten. Klimatet är också oftare stabilare och kallare högre upp. Tidigare studier har visat att renarna använder de låglänta och platta delarna av landskapet under goda betesvintrar, och att de under svåra vintrar söker sig till höglänta områden (Roturier & Roué 2009, Horstkotte *m.fl.* 2014, Skarin *m.fl.* 2016). Detta stämde väl överens i våra studieområden där renarna under de goda vintrarna innan vindkraften sattes i drift använde dessa höglägen i begränsad omfattning. Medan under de sämre betesvintrarna, som sammanföll med att vindkraften satts i drift, använde renarna höglägen i större utsträckning.

Habitatval innebär inte alltid att renen väljer det bästa området utan det kan bestå av en avvägning mellan de minst dåliga alternativen. För renarna i Horten-gruppen i Tåssåsen fanns höglägen på Mullberg, Frägnberget och Rammsjöberget (i grannvintergruppens område) att välja mellan för att finna bättre snöförhållanden under svåra vintrar. När vi jämförde habitatvalet på regional skala mellan svåra och goda vintrar (Figur 38) syntes en tydlig ökning i användning av alla tre bergen, men ökningen i användning av Mullberg var betydligt lägre (45 % lägre) jämfört med ökningen av användning på Frägnberget. Detta tyder på att Mullberg inte är lika attraktivt för renarna under vintrar med sämre betesförhållanden. Betesmässigt bedömde rensköterna dessa berg som likvärdiga innan vindkraften etablerades.

Sammanfattningsvis kan vi konstatera att vindkraft i renskötseområdet vinterbetesmarker etableras nästan uteslutande i höglänt terräng. Sådana områden fungerar ofta som klimatrefuger under svåra vinterbetesförhållandena (Bartsch 2010, Tyler *m.fl.* 2021). Vindkraften i renskötseområdet i Sverige anläggs nästan uteslutande i dessa klimatrefuger, vilket vi befärar kommer att leda till ett bestående problem för renskötseln. Dessa höglägen i areella termer utgör en liten andel av det sammantagna boreala skogsbältet, men kan göra att en renägarna klarar sig utan att utfodra renarna under svåra vinterbetesförhållanden.

3.10.2 Ljudnivå från vindkraftverken och närvaro av rovdjur

Vi förväntade oss att renarna skulle ha sämre betesro (högre rörelsehastighet) om de vistades närheten av anläggningarna eller i områden med högre ljudnivå från vindkraftverken. Våra resultat pekade också på att betesron påverkades negativt i närheten av vindkraftsanläggningen i Mullberg där ljudnivån enligt vår ljudmodell ökade. Resultaten från Tåssåsen visade att under de vintrar som vindkraften varit i drift hade renarna en högre rörelsehastighet i områden där ljudnivån från vindkraftverken var högre oavsett hur hög rovdjurstätheten var i området (Figur 43), och effekten verkade bli något starkare vid lägre järvtätheter. Exempelvis ökade rörelsehastigheten med 24 % (0,18 km/12 h) om ljudnivån ökade från 0 dB till 40 dB, och 34 % (0,30 km/12 h) om ljudnivån ökade till 60 dB vid lägre täthet av järv.

I Mittådalen var det en viss ökning av renarnas rörelsehastighet i närheten av vindkraftsanläggningen under driftsfas medan modellen där ljudnivå inkluderades inte var signifikant. Under år med låg järvtäthet i Mittådalen ökade renarnas rörelsehastighet nära anläggningen, men under år med hög järvtäthet ökade de användningen av området nära anläggningen och då hade de också lägre rörelsehastighet. Det kan bero på att renarna vistades närmare anläggningarna för att undkomma järv och att de inte hade några alternativa områden att använda. Rovdjuren verkade därmed påverka renarnas beteende i relation till vindkraften.

Analyserna av både vindkraft och rovdjur är komplexa och de data vi har på rovdjursförekomst har en relativt låg upplösning och visar endast på årliga variationer och inte på variationer inom år. Renskötarnas berättelser om hur renarna har reagerat i samband med förekomst och attacker av både järv och varg stämmer dock väl överens med de statistiska analyserna av GPS-data. Våra resultat (både GPS-analyser och renskötarnas berättelser) pekar på att när det är hög täthet av både järv och varg blir de höglänta områden med öppen terräng extra viktiga betesområden för renarna. Våra resultat visar därför att det är extra viktigt att väga in effekten av rovdjur vid nya etableringar av vindkraft.

3.10.3 Kumulativa effekter

I båda vinterstudieområdena har vindkraftsetableringar skett på mindre berg belägna i områden där också annan markanvändning pågår. De berg med vindkraftsanläggningar vi studerat kan ses som öar i ett hav av intensivt skogsbruk. Högre upp i landskapet är skogen generellt mindre påverkad av skogsbruket eftersom terrängen oftast är mer svårtillgänglig (Svensson *m.fl.* 2019). På Mullberg besökte vi tillsammans med renskötarna ett antal områden med avverkade hänglavsskogar. Innan vindkraftsetableringen var dessa skogar mindre påverkade av skogsbruket, medan alla träd i lägre mer lättillgänglig terräng varit tillgängliga för skogsbruket. Det utbyggda och förbättrade vägnätet i vindkraftsanläggningen verkar ha ökat skogsbrukets åtkomst av tidigare mer svårtillgängliga skogar, vilket lett till ytterligare förlust av värdefull betesmark.

Glötesvålen och intilliggande vålar har under vintrar med svåra vinterbetesförhållanden fungerat som en refug när betet varit låst i dalgångarna. I området kring dessa vålar pågår ett intensivt skogsbruk. Analyserna av habitatval på regional och intermediär skala visade att Glötesvålen och andra vålar användes mer under svåra vinterbetesförhållanden, vilket också sammanföll med driftsfasen av vindkraftsanläggningen. Renskötarna berättade dock att de använt Glötesvålen sparsamt efter att vindkraften etablerades. Skogsbruket har gjort att skogarna runt Glötesvålen har blivit täta och det har gjort det svårare för renskötarna att driva renarna upp på Glötesvålen. Numera krävs det oftast helikopter och intensiv drivning med skoter. Det har gjort att de inte tycker att det är värt att försöka använda Glötesvålen efter att vindkraften etablerades. Renskötarna berättade att Glötesvålen före vindkraftsetableringen hade utnyttjas av flera vintergrupper och att det var en väl fungerade samlingsplats för renar framförallt under vårvintern. Under vintern 2016 då det var svåra betesförhållande nyttjades Glötesvålen under kortare tid av en vinterbetesgrupp (Figur 16), men annars har nyttjandet varit sparsamt trots de svåra vinterbetesåren efter att vindkraften etablerades på vålen.

Förutom påverkan från vindkraft indikerade resultaten från våra analyser att renarna undvek områden med bebyggelse under hela studieperioden, även om det varierade något inom område och på olika skalor. I Mittådalen undvek renarna bebyggelse på regional skala under hela studieperioden medan de bara undvek bebyggelse på intermediär skala under driftsfasen. Detta kan vara ett tecken på att aktiviteten även i stugområden och fritidsområden har ökat över tid och att renarna under senare år därför undviker dessa områden på både regional och intermediär skala. Våra resultat understryker också förhållandet mellan rörelsehastighet från GPS-data och dess förhållande till betesro. GPS-renarna visade på en högre rörelsehastighet i närheten av störningar i landskapet vilket visade på en sämre betesro. Detta kan i sin tur påverka renarnas kondition och hälsa negativt (Åhman & White

2018). Analyserna av renarnas rörelsehastighet i Mittådalen pekade på en ökad rörelsehastighet i närheten av både skoterleder och inom exploaterade områden under driftsfasen jämfört med tidigare år. En sådan ökad känslighet kan också vara ett tecken på en ökad turism och aktivitet i området (Nellemann *m.fl.* 2010, Colman *m.fl.* 2012). Rensköterna upplevde ett särskilt problem med skoteråkning utanför leder och i områden som tidigare inte har nyttjats till skoteråkning i lika stor utsträckning. Rensköterna i Mittådalen berättade att etableringen av vindkraftsanläggningen på Glötesvålen har sammanfallit med en markant ökning av skotertrafiken på ”grann”-våarna, vilket gjort det svårt att utnyttja dessa som alternativa klimatrefugier.

I Mittådalen var det tydligt att renarna undvek de allmänna vägarna och att deras betesro minskade nära vägarna under hela studieperioden. Det berodde förmodligen på att hela vinterbetesområdet ligger relativt långt från större allmänna vägar, förutom en större väg som går genom södra delen av området (strax söder om Glötesvålen). Tidigare studier har visat att renar undviker hårt trafikerade vägar vintertid (Anttonen *m.fl.* 2011, Kumpula *m.fl.* 2007, Beyer *m.fl.* 2016). Något som var signifikant för Hortengruppen efter att vindkraften etablerats, vilket sammanföll med de svåra och medelsvåra vintrarna, var att hade de stora problem med trafikdödade renar. Detta visas speciellt tydligt under vintern 2015 (Figur 29). Rensköterna förklarar detta med att renarna vandrade ner till E45 längs de plogade vägarna i Mullbergsanläggningen. Enligt rensköterna sammanföll detta med svåra betesförhållanden och hög rovdjursförekomst. Rovdjuren (förförallt järv och varg) kunde sprida renarna i betesområdet och upp in i vindkraftsanläggningen och sedan vidare ner till E45. Vi förväntade oss därför att analyserna av GPS-data skulle visa på en ökad användning av områden nära de allmänna vägarna efter att anläggningen var byggd. Initiala analyser av data från bara Hortengruppen indikerade att renarna undvek vägarna på regional skala under goda vinterbetesår (före byggfas), men inte under medelsvåra och svåra vinterbetesår (bygg- och driftsfas) och att de också ökade rörelsehastigheten nära vägarna. Vid analys av data från båda vinterbetesgrupperna visade dock analyserna att renarna använde områden nära vägarna under hela studieperioden. Att vi inte såg den här variationen för hela datasetet kan bero på att den andra vinterbetesgruppen under nästan alla år använde ett område nära en allmän väg som var relativt lite trafikerad jämfört med E45. Efter vintern 2015 har rensköterna i Hortengruppen försökt avhjälpa problemen med att renarna kommer ut på vägen genom att släppa dem längre österut i området, det har fungerat under vissa men det beror på snöförhållandena under vintern. Under vintrar med goda snöförhållanden blir effekten av vindkraftsanläggningen på Mullberget mindre då renarna kan finna gott bete i de låglänta skogarna söder om berget. Problemet med att renarna kommer ut på E45 från vindkraftsanläggningen har samebyn diskuterat tillsammans med vindkraftsprojektören Jämtkraft och man har i efterhand försökt komma fram till lösningar på det här problemet. En idé är att skrämja bort renarna från utfarten genom att bygga en portal vid utfarten, samebyn har givits i uppdrag att ta fram en idé på hur en sådan portal kan se ut.

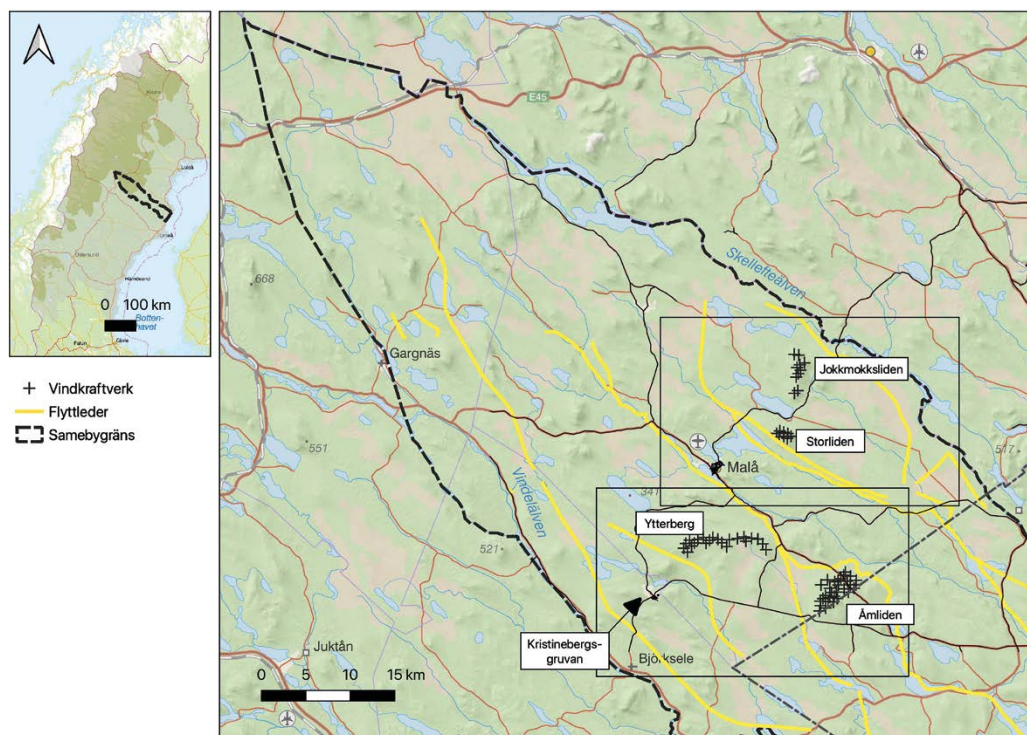
Påverkan från vindkraftsetableringar utgör en del i en komplex sammanlagd påverkansbild (Kløcker Larsen *m.fl.* 2020, Kløcker Larsen *m.fl.* 2016), där vi ofta ser stora skillnader i hur olika vindkraftsanläggningar påverkar renarna och rensköttseln utifrån de olika förutsättningarna i landskapet. Utvärderingar av påverkan från vindkraft på renar och rensköttseln måste därför alltid utgå från ett helhetsperspektiv där all markanvändning och andra yttre omständigheter som exempelvis topografi och rovdjursförekomst beaktas. I en utvärdering av påverkan av vindkraft är det därför nödvändigt att inkludera information om hur rensköttseln bedrivits över tid.

4 Vindkraft på året-runt-markerna

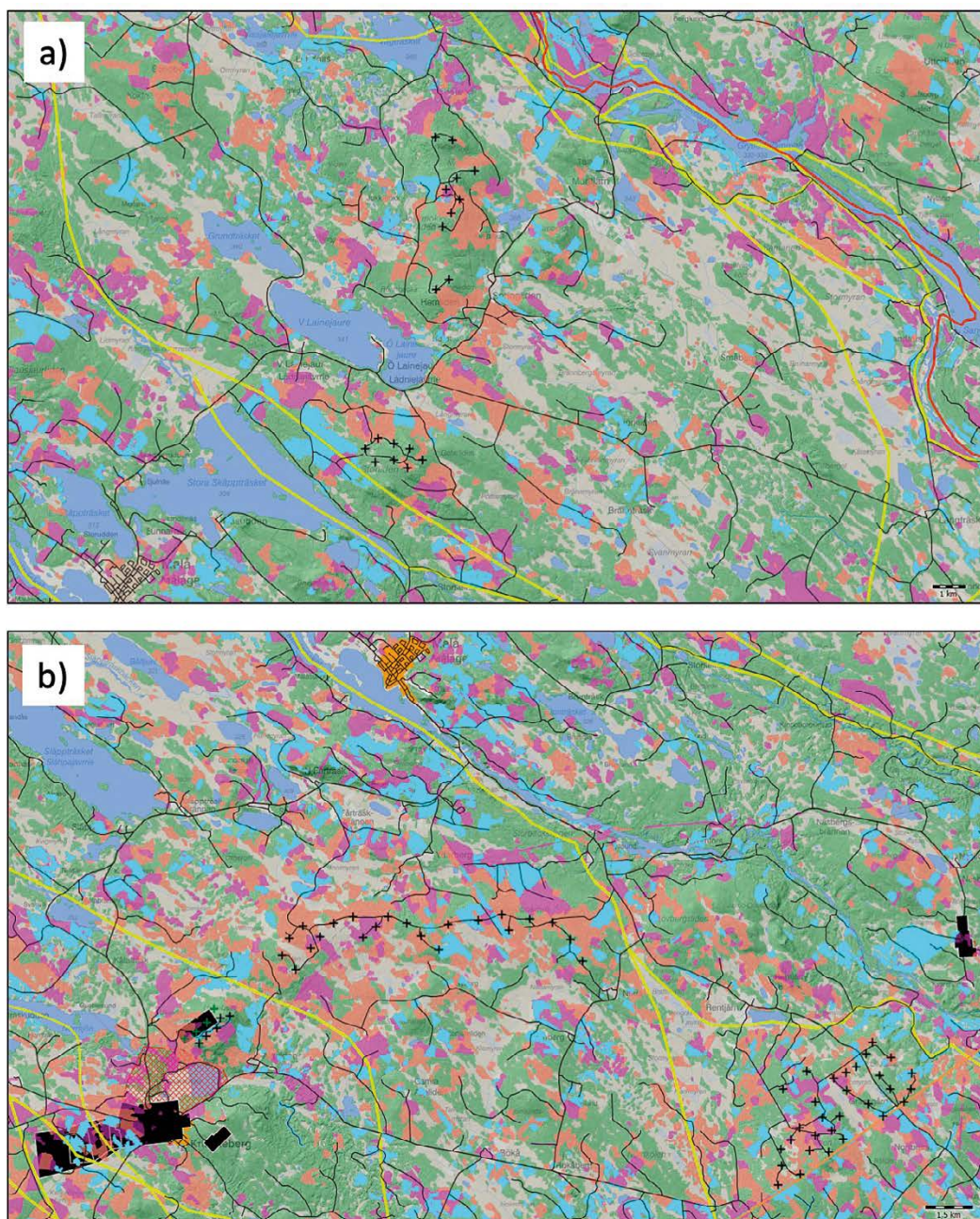
4.1 Studieområde året-runt-markerna

Malå sameby är den sydligaste skogsamebyn i Sverige. Skogsamebyar har sitt bete i skogsområdet både under barmarks- och vinterbetessäsongen. Studieområdet är beläget inom samebyns året-runt-land ovanför Lappmarksgränsen och kännetecknas av kuperad skogsterräng varvat med sjöar, myrar och skogar (Figur 44). Området är sedan lång tid tillbaka präglad av skogsbruk och gruv- och täktverksamhet. Under inledningen av barmarksperioden består samebyn av en sydlig och en nordlig grupp men snart blandas renarna till i en enda betesgrupp som nyttjar hela året-runt-landet.

De fyra vindkraftsanläggningarna ligger utspridda och bildar ett band tvärs över den östra delen av samebyns året-runt-marker. Jokkmokksliden, Storliden och Ytterberg består av 10, 8, respektive 22 vindkraftverk med en totalhöjd på 150 m som uppfördes under 2010 och 2011 och togs i bruk november 2011. Åmliden består av 29 vindkraftverk med en totalhöjd på 145 m som uppfördes under 2011 och 2012 och togs i bruk hösten 2012. Studier av vindkraftens påverkan på renen och renskötseln i Malå sameby har pågått sedan 2009 och finns tidigare beskrivet i Skarin *m.fl.* (2013, 2015, 2016, 2018).



Figur 44. Karta över Malå sameby med placeringen av vindkraftsanläggningarna Jokkmokksliden, Storliden, Ytterberg och Åmliden, med flyttleder. b) Skogsavverkningar kring Jokkmokksliden och Storliden. Rektanglarna visar de inzoomade områdena som visas i Figur 45.



Figur 45. a) Skogsavverkningar kring Jokkmokksliden och Storliden. Ljusblå färg visar hyggen upptagna mellan 2002 och 2019, lila ca 1985 och 2002 och orange ca 1970 och 1985. b) Skogsavverkningar kring Ytterberg och Åmliden. Direkt väster om Ytterbergs vindkraftsanläggning ligger Kristinebergsgruvan (markerat i svart). Samebyns flyttleder i gult.

Renskötselfen har bedrivits enligt liknande strategier under hela studieperioden från 2008–2020. Normalt flyttas renarna upp från vinterbetesområdet innan kalvnings-säsongen genom att renskötarna driver renarna ”till fots” med skoter under slutet av april och början av maj månad. Innan renarna släppts har de oftast blivit utfodrade någon eller några dagar. Renarna betar sedan fritt under hela kalvningsperioden fram till kalvmärkningen i slutet av juni och början av juli månad. Efter kalvmärkningen strövar renarna fritt igen och under sensommaren börjar renarna röra sig österut och vandrar då förbi Storliden och Jokkmokksliden och Ytterberg.

I november–december samlas renarna i östra delen av året-runt-landet för skiljning till vinterbetesgrupper inför vintern och sedan sker höstflytt ner till vinterbeteslandet. År 2015 skedde vårflytten med lastbil från vinterbetesområdet till Grundträsk (östra delen av studieområdet), eftersom renarna var i dålig kondition efter en svår betesvinter. Under kalvningsperioden 2017–2019 utfodrades en stor del av renarna i hägn för att skydda renkalvarna från rovdjur (framförallt björn och järv).

4.2 Resultat – Konsekvenser för renskötseln

Norr om Malå samhälle ligger sjöarna Stora Skeppträsket och Västra Lainejaur, vilka tillsammans med vindkraftsanläggningarna Storliden, Jokkmokksliden och Ytterberg, Kristinebergsgruva, vägar och landskapets geografi tillsammans bildar en barriär tvärs över samebyn. Renskötarna upplever att renarna inte rör sig på samma sätt i landskapet efter att vindkraftsanläggningarna har etablerats. Men, eftersom renarna till största delen vandrar fritt under barmarksperioden har färre direkta konsekvenser på renskötselet observerats. Några observationer av hur renarna har rört sig inom sommarbetesområdet har dock renskötarna rapporterat om. Sedan våren 2018 har den södra gruppen släppt renarna sydost om Ytterbergs vindkraftsanläggning vid Björkås efter att under flera år flyttat förbi Kristinebergsgruvan och Ytterberg gemensamt. Orsaken till att man släppte renarna längre österut var att det var mycket järv i kalvningsområdet västerut och renskötarna ville undvika att släppa renarna mitt bland rovdjuren. Under våren sedan 2018 har renskötare sett (delvis genom sina GPS-försedda renar) att renarna inte tar sig direkt och obehindrat förbi Ytterbergs vindkraftsanläggning. Renskötarna beskriver att renarna tagit en större omväg runt vindkraftsanläggningens nordsida i sin vandring västerut. En liknade förändring i rörelsemönster dokumenterades tidigare vid Jokkmokksliden och Storliden (Skarin *m.fl.* 2015, 2018). Här passerar nästan alla renar numera på nordsidan av Jokkmokksliden och Storliden längs det smala området ner mot Skellefteälven. Renskötarna oroar sig över detta betesmönster som kan leda till att renarna inte får tillräckligt med betesro för att hinna beta och bygga upp sina energiförråd inför vintern. Jokkmokksliden höll tidigare en kalvmärkningshage, vilken flyttats söderut nedanför berget som en följd utav vindkraftsetableringen, men den har endast blivit sparsamt använd eftersom renarna inte använder området i samma utsträckning som innan vindkraftsanläggningarna byggdes. Öster om Ytterbergs vindkraftsanläggning ligger även Kristinebergsgruvan, vilken enligt renskötarna ytterligare verkar förstärka barriäreffekterna av vindkraftsanläggningarna och försvåra förflyttningar i öst–västlig riktning (Figur 45).

4.3 Resultat – analys av GPS-data

Vi har delat in våra analyser av GPS-data för Malå sameby i tre olika perioder: kalvningsperioden, sommar- och höstperioden och varje period delades in i före och under byggfas och under driftfas av vindkraft (Tabell 11). Kalvningsperioden definierade vi till att starta när renarna flyttat till året-runt markerna fram till kalvmärkningen i slutet av juni, sommarperioden varade från efter kalvmärkningen fram till tidig höst den 15 september innan parningsäsongen börjar och hösten varade från 16 september fram till höstskiljningen och flytt ner till vinterbetesmarkerna.

Tabell 11. Sammanställning över GPS-data på ren i Malå sameby under åren 2008–2011 och 2015–2018 och kalvning-, sommar- och höstperioden.

År	Startdatum	Slutdatum	Antal GPS-positioner	Antal individer	Medelantal positioner/individ	Medellängd antal dagar/individ	Vindkraftsfas
Kalvning							
2008	12-May	18-Jun	18 241	46	397	36	Före
2009	02-May	19-Jun	12 938	26	498	45	Före
2010	10-May	24-Jun	19 632	41	479	42	Byggfas
2011	10-May	22-Jun	7 660	17	451	41	Byggfas
2015	01-May	25-Jun	24 298	40	607	54	Driftsfas
2016	05-May	23-Jun	12 740	30	425	47	Driftsfas
2017	03-May	27-Jun	2 272	4	568	53	Driftsfas
2018	05-May	25-Jun	3 217	6	536	48	Driftsfas
Sommar							
2008	15-Jul	15-Sep	27 151	43	631	58	Före
2009	14-Jul	15-Sep	17 886	33	542	55	Före
2010	14-Jul	15-Sep	22 256	42	530	54	Byggfas
2011	09-Jul	15-Sep	5 292	11	481	51	Byggfas
2015	15-Jul	15-Sep	22 436	37	606	61	Driftsfas
2016	15-Jul	15-Sep	8 604	20	430	52	Driftsfas
2017	15-Jul	15-Sep	8 413	15	561	55	Driftsfas
2018	15-Jul	15-Sep	6 800	13	523	55	Driftsfas
Höst							
2008	16-Sep	18-Nov	25 216	40	630	58	Före
2009	16-Sep	07-Nov	15 583	42	371	37	Före
2010	16-Sep	05-Nov	10 852	29	374	35	Byggfas
2011	16-Sep	30-Nov	4 254	10	425	48	Byggfas
2015	16-Sep	13-Nov	20 810	37	562	53	Driftsfas
2016	16-Sep	30-Nov	3 265	12	272	33	Driftsfas
2017	16-Sep	14-Nov	6 869	15	458	41	Driftsfas
2018	16-Sep	29-Nov	1 866	5	373	42	Driftsfas

4.3.1 Resultat av habitatvalsanalys på regional skala

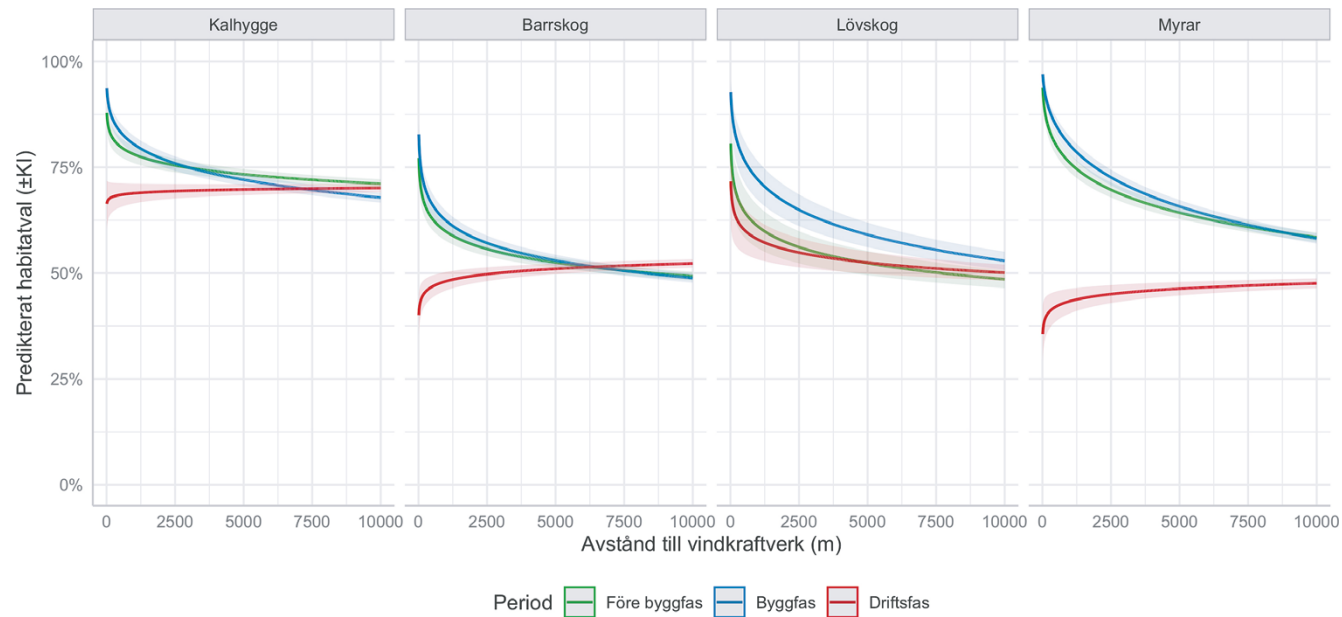
Våra analyser bygger på att jämföra renarnas habitatval på regional skala före och under byggfas, och under driftsfas för att bedöma om renarnas betesmönster förändrats i relation till vindkraftsanläggningarna för respektive betesperiod. I alla modeller relaterade vi renarnas positioner till den vindkraftsanläggning som var närmast. För data insamlad under driftsfasen analyserade vi även hur renarnas betesmönster relaterade till förekomst av järv och björn. Resultaten för dessa analyser presenteras i sin helhet i Appendix B (Tabell B25–B27).

RESULTAT HABITATVAL PÅ REGIONAL SKALA UNDER KALVNINGSPERIODEN

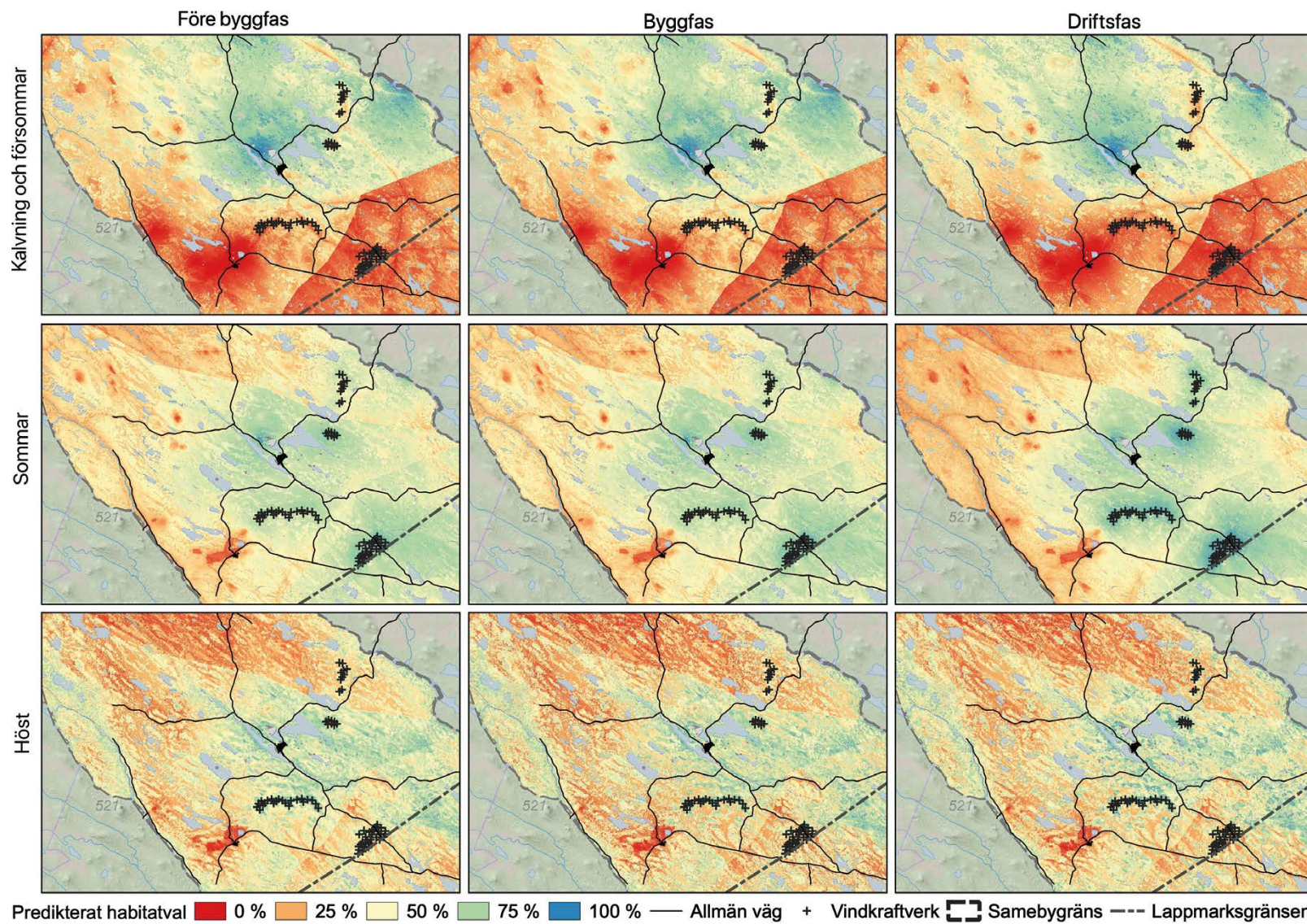
Den bäst anpassade modellen för kalvningsperioden före och under byggfas, och under driftsfas inkluderade omvärldsfaktorerna, höjd över havet, höjd över havet i kvadrat, lutning, cosinus av sluttningens riktning, vindkraftsanläggning (vilken anläggning), TPI (150 m), avstånd till allmän väg, enskild väg, bebyggelse, gruva, kraftledning och närmaste vindkraftverk och avstånd till vindkraftverk i interaktion med ägoslag och etableringsfas för vindkraften (Tabell B21).

Resultaten från analysen på regional skala under kalvningsperioden visade att renarna föredrar att vistas på myrar, kalhyggen och öppna områden framför barrskog och exploaterade områden under alla år (Tabell B22), men att de förändrade sitt habitatval i relation till. Under driftsfasen av de fyra vindkraftsanläggningarna minskade renarna användningen av områden nära anläggningarna inom kalhyggen, myrar, barrskog, exploaterade områden, lövskog och skogklädda myrar jämfört med tiden före och under byggfas (Figur 46). Skillnaden var som störst i kalhyggen, barrskog och myr, vilka tillsammans utgjorde 76 % av hela studieområdet. Analyserna visade exempelvis att renarna i genomsnitt minskade användningen av myrar med 54 % vid 200 m från vindkraftverken och med 43 % vid 1 km och 34 % vid 3 km under driftsfas jämfört med före och under byggfas. I barrskog minskade användningen med 20 % 1 km från vindkraftsanläggningarna och med 9 % vid 3 km. I lövskog och skogklädda myrar var minskningen lägre, i lövskog var exempelvis minskningen 5 % vid 1 km och 3 % vid 3 km. Renarna undvek också områden i närheten av Kristinebergsgruvan och kraftledningar, bebyggelse och enskilda vägar under alla studieår, däremot undvek de inte stigar och vandringsleder eller allmänna vägar.

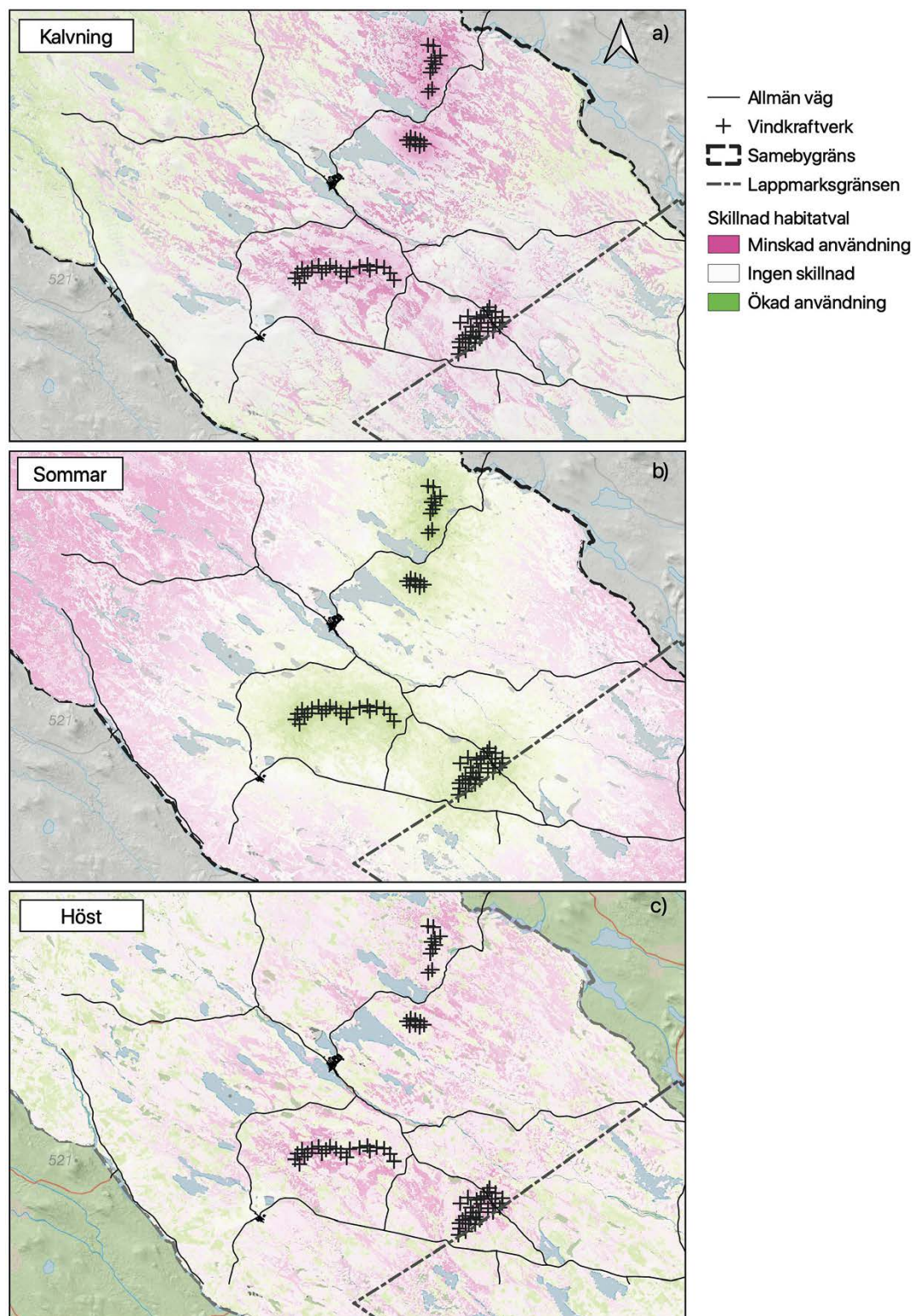
Det predikterade habitatvalet för alla tidsperioder och säsonger finns illustrerat i kartor över studieområdet i Figur 47. Genom att jämföra kartan med predikterat habitatval från före byggfas med kartan från driftsfasen vi räknade vi ut skillnaden i habitatval mellan före och efter vindkraft (Figur 48). Under kalvningsperioden minskade renarnas användning av områden i närheten av alla vindkraftsanläggningar och minskningen var större kring Jokkmokksliden, Storliden och Ytterberg jämfört med Åmliden (Figur 48 a).



Figur 46. Predikterat val av betesområde på regional skala i relation till avstånd till vindkraftsanläggningarna Åmliden, Ytterberg, Storliden och Jokkmokksliden före byggfas, under byggfas och driftsfas inom ägoslagen kalhygge, barrskog, lövskog och på myrar i Malå sameby under kalvningsperioden. När det predikterade värdet exempelvis ökar med avståndet till vindkraftverken betyder det att områdena nära dem används mindre än områden långt ifrån dem.



Figur 47. Kartor över predikerat habitatval för Malå sameby under de tre olika betessäsongerna kalvning, sommar och höst under tidsperioden före byggfas, under byggfas och under driftsfas av vindkraftsanläggningarna Jokkmokksliden, Storliden, Ytterberg och Ämliden.

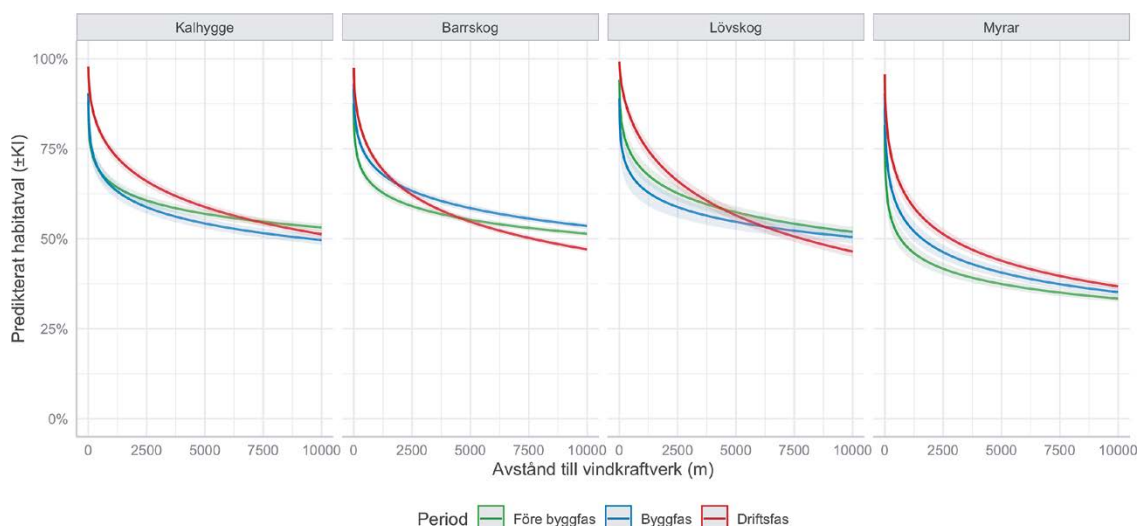


Figur 48. Kartorna visar den beräknade skillnaden i predikterat habitatval på regional skala mellan före byggfas och under driftsfas för a) kalvningsperioden, b) sommar och c) hösten i Malå sameby. I färggradienten representerar rosa färger en minskning och gröna färger en ökning av predikterat habitatval på regional skala, vit färg betyder att det inte var någon skillnad i habitatval.

RESULTAT HABITATVAL PÅ REGIONAL SKALA UNDER SOMMAR

För sommarsäsongen inkluderade den bäst anpassade habitatvalsmodellen på regional skala omvärldsfaktorerna höjd över havet, höjd över havet i kvadrat, lutning, avstånd till kraftledning, allmän väg, enskild väg, gruva, vandringsled, bebyggelse, och närmaste vindkraftverk, vindkraftsanläggning (vilken anläggning), TPI (510 m), ägoslag, och avstånd till vindkraftverk i interaktion med ägoslag och etableringsfas för vindkrafts (Tabell B23).

Sammantaget visade beräkningarna för sommarbetesperioden att det var en ökning i val av betesområde nära vindkraftsanläggningarna inom alla ägoslag under driftsfasen av vindkraftverken jämfört med före och under byggfas (Figur 49). Exempelvis ökade användningen av områden på myrar med 28 % inom 1 km och 22 % vid 3 km under driftsfas jämfört med före och under byggfas. I barrskog ökade användningen med 11 % vid 1 km och 3 % vid 3 km. Under hela studieperioden undvek renarna områden nära kraftledningar, enskilda och allmänna vägar, Kristinebergsgruvan och områden med hus och bebyggelse. I kartan (Figur 48 b) där förändringen av habitatval illustreras kan vi också se att det predikterade habitatvalet av områdena kring vindkraftsanläggningarna ökade jämfört med perioden före byggfas.

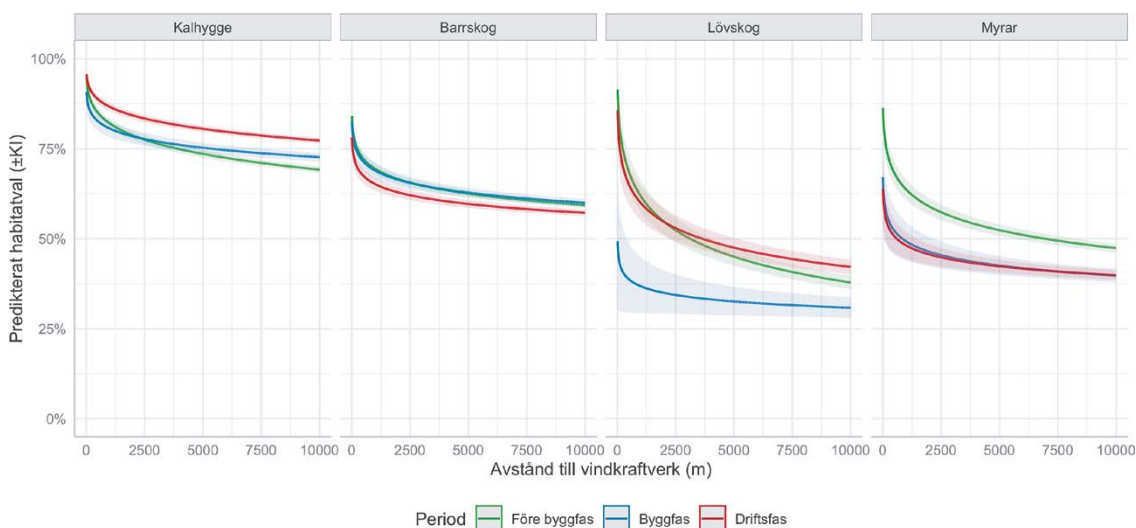


Figur 49. Predikterat val av betesområde på regional skala i relation till avstånd till vindkraftsanläggningarna Åmliden, Ytterberg, Storliden och Jokkmokksliden före byggfas, under byggfas och driftsfas inom ägoslagen kalhygge, barrskog, lövskog och på myrar i Malå sameby under sommaren en. När det predikterade värdet exempelvis ökar med avståndet till vindkraftverken betyder det att områdena nära dem används mindre än områden långt ifrån dem.

RESULTAT HABITATVAL PÅ REGIONAL SKALA UNDER HÖSTEN

Den bäst anpassade modellen för hösten (september–november) på regional skala inkluderade omvärldsfaktorerna höjd över havet, höjd över havet i kvadrat, lutning, avstånd till kraftledning, enskild väg, allmän väg, gruva, vandringsled, och närmaste vindkraftverk, vindkraftsanläggning (vilken anläggning), TPI (510 m), ägoslag, och avstånd till vindkraftverk i interaktion med ägoslag och etableringsfas för vindkraften (Tabell B24).

Analysen av habitatvalet under hösten visade att renarna minskade användningen av områden nära vindkraftverken på myrar och i barrskog under driftsfas jämfört med före och under byggfas (Figur 50). Exempelvis minskade användningen av områden på myrar med 27 % alldeles intill vindkraftverken (200 m) och med 24 % vid 1 km och 21 % vid 3 km under driftsfas jämfört med före byggfas. I barrskog minskade användningen bara något (5 % 3 km från vindkraftverken). På kalhyggen var det istället en liten ökning i användning av områden nära vindkraftverken under driftsfas, ökningen var 6 % alldeles intill verken (200 m) och 8 % vid 3 km. Under hösten undvek de också områden nära allmänna vägar och Kristinebergsgruvan, medan de föredrog områden nära enskilda vägar, vandringsleder och kraftledningar. I kartan (Figur 48 c) där förändringen av habitatval illustreras kan vi också se att användandet av områden kring vindkraftsanläggningarna minskar jämfört med perioden före byggfas.



Figur 50. Predikerat val av betesområde på regional skala i relation till avstånd till vindkraftsanläggningarna Åmliden, Ytterberg, Storliden och Jokkmokksliden före byggfas, under byggfas och driftsfas inom ägoslagen kalhygge, barrskog, lövskog och på myrar i Malå sameby under hösten. När det predikerade värdet exempelvis ökar med avståndet till vindkraftverken betyder det att områdena nära dem används mindre än områden långt ifrån dem.

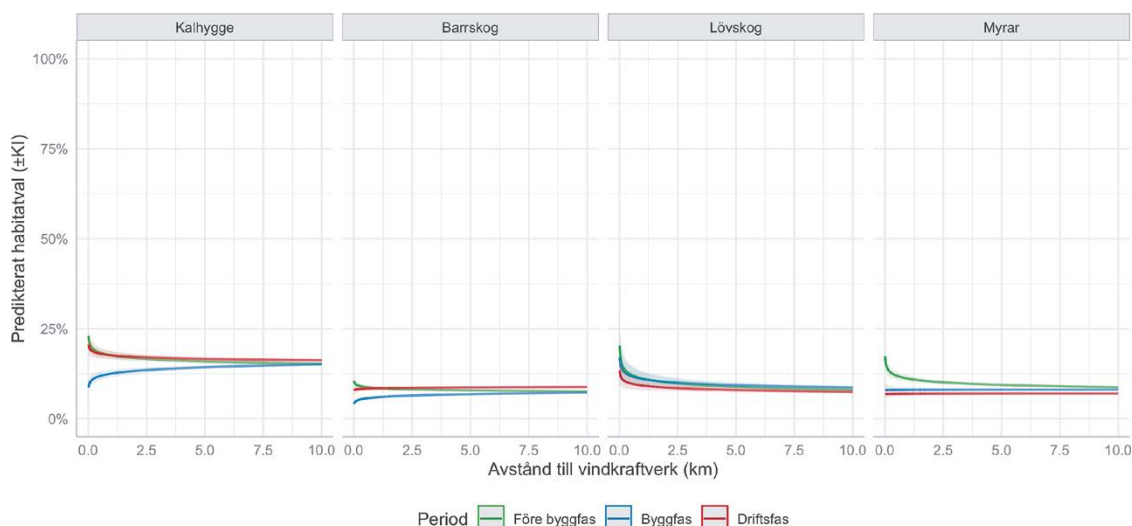
4.3.2 Resultat av habitatvalsanalys på intermediär skala

Nedan redovisas resultaten från habitatvalsanalysen på intermediär skala för hela studieperioden. Resultaten från analyserna av endast driftsfas där också rovdjur-täthet var inkluderat i modellerna redovisas i sin helhet och beskrivs i Appendix B (Tabell B31–B33).

RESULTAT HABITATVAL PÅ INTERMEDIÄR SKALA UNDER KALVNINGSPERIODEN

Den bäst anpassade modellen för kalvningsperioden på intermediär skala inkluderade omvärldsfaktorerna höjd över havet, höjd över havet i kvadrat, lutning, avstånd till kraftledning, enskild väg, allmän väg, gruva, bebyggelse, och närmaste vindkraftverk, vindkraftsanläggning (vilken anläggning), TPI (150 m), ägoslag, och avstånd till vindkraftverk i interaktion med ägoslag och etableringsfas för vindkraft (Tabell B28).

Beräkningarna visade att renarna minskade användningen på myrar nära vindkraftsanläggningarna under driftsfas, under byggfas undvek de också områden nära anläggningarna på kalhyggen, i barrskog och på skogklädda myrar (Figur 51). Renarna minskade användningen av myrar och lövskog nära vindkraftsanläggningarna med 38 % respektive 17 % vid 1 km och 33 % respektive 14 % vid 3 km. Inom kalhyggen, barrskog och skogklädda myrar minskade de användningen nära anläggningarna mer under byggfas jämfört med driftsfas. I likhet med resultaten på regional skala undvek de också att vistas i områden nära gruvan, allmänna vägar, och kraftledningar, men de undvek inte områden i närheten av bebyggelse.

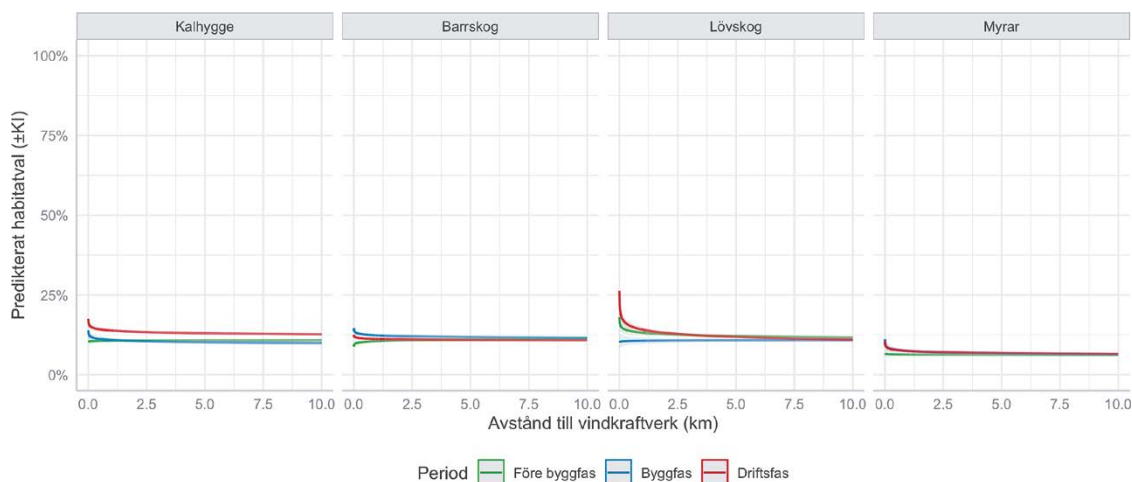


Figur 51. Predikterat val av betesområde på intermediär skala i relation till avstånd till vindkraftsanläggningarna Åmliden, Ytterberg, Storliden och Jokkmokksliden före byggfas, under byggfas och driftsfas inom ägoslag kalhygge, barrskog, lövskog och myr i Malå sameby under kalvningsperioden. När det predikterade värdet exempelvis ökar med avståndet till vindkraftverken betyder det att områdena nära dem används mindre än områden långt ifrån dem.

RESULTAT HABITATVAL PÅ INTERMEDIÄR SKALA UNDER SOMMAR

Den bäst anpassade modellen för sommaren på intermediär skala inkluderade omvärldsfaktorerna höjd över havet, höjd över havet i kvadrat, lutning, avstånd till kraftledning, enskild väg, allmän väg, gruva, bebyggelse, vandringsled och närmaste vindkraftverk, vindkraftsanläggning (vilken anläggning), TPI (510 m), ägoslag, och avstånd till vindkraftverk i interaktion med ägoslag och etableringsfas för vindkraft (Tabell B29).

Beräkningarna av habitatvalet på intermediär skala visade att det inte var några stora skillnader i habitatval i relation till vindkraftsanläggningarna före och efter etableringen. I områden med kalhyggen, lövskog, myrar och skogklädda myrar ökade användningen något nära vindkraftverken (Figur 52). I barrskog ökade också användningen nära vindkraftverken under byggfas. Området nära Kristinebergsgruvan undveks under hela studieperioden. Allmänna vägar och enskilda vägar undveks också under hela studieperioden, medan stigar och kraftledningar inte undveks på lokal skala.

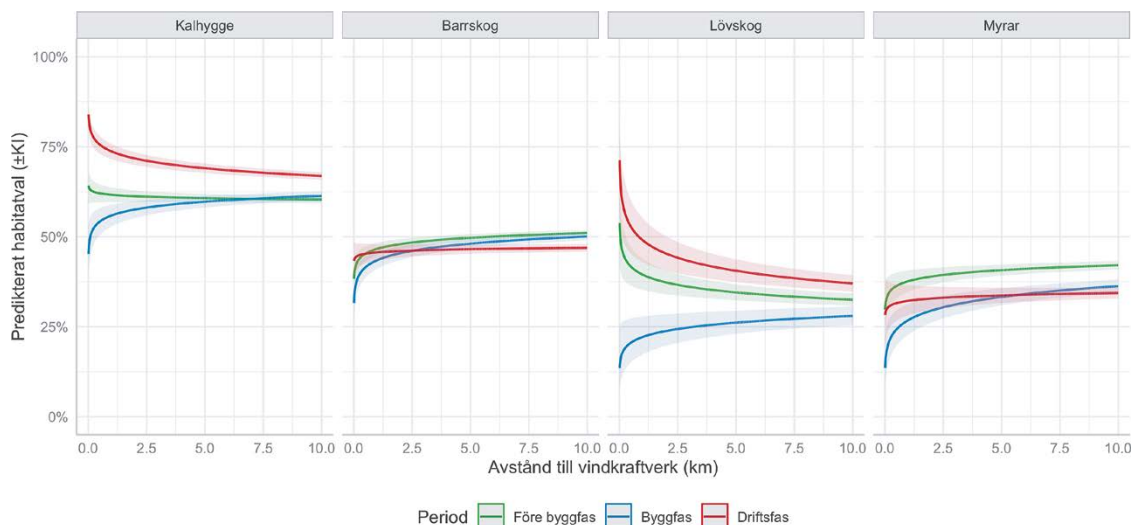


Figur 52. Predikerat val av betesområde på intermediär skala i relation till avstånd till vindkraftsanläggningarna Åmliden, Ytterberg, Storliden och Jokkmokksliden före byggfas, under byggfas och driftsfas inom kalhygge, barrskog, lövskog och myr i Malå sameby under sommar. När det predikerade värde exempelvis ökar med avståndet till vindkraftverken betyder det att områdena nära dem används mindre än områden långt ifrån dem.

RESULTAT HABITATVAL PÅ INTERMEDIÄR SKALA UNDER HÖSTEN

Den bäst anpassade modellen för hösten (september–november) på intermediär skala inkluderade omvärldsfaktorerna höjd över havet, höjd över havet i kvadrat, lutning, sluttningens riktning (väderstreck), avstånd till allmän väg, gruva, bebyggelse, vandringsled och närmaste vindkraftverk, vindkraftsanläggning (vilken anläggning), TPI (510 m), ägoslag, och avstånd till vindkraftverk i interaktion med ägoslag och etableringsfas för vindkraften (Tabell B30).

Resultaten från analysen indikerar att renarna har ökat användningen av områden nära vindkraftsanläggningarna inom kalhygge, lövskog, öppna områden och exploaterade områden under driftsfas jämfört med före byggfas (Figur 53). Resultaten från habitatvalsmodellen visade också att renarna undvek allmän väg, kraftledningar och Kristinebergsgruvan, medan de inte undvek bebyggelse och leder och stigar.



Figur 53. Predikerat val av betesområde på intermediär skala i relation till avstånd till vindkraftsanläggningarna Åmliden, Ytterberg, Storliden och Jokkmokksliden före byggfas, under byggfas och driftsfas inom kalhygge, barrskog, lövskog och myr i Malå sameby under hösten. När det predikerade värdet exempelvis ökar med avståndet till vindkraftverken betyder det att områdena nära dem används mindre än områden långt ifrån dem.

4.3.3 Resultat av analys av betesro (rörelsehastighet)

De bäst anpassade modellerna för analys av rörelsehastighet i relation till avstånd från vindkraftsanläggningarna och etableringsfas för vindkraften inom respektive säsong presenteras i Appendix B i Tabell B34.

RÖRELSEHASTIGHET UNDER KALVNINGSPERIODEN

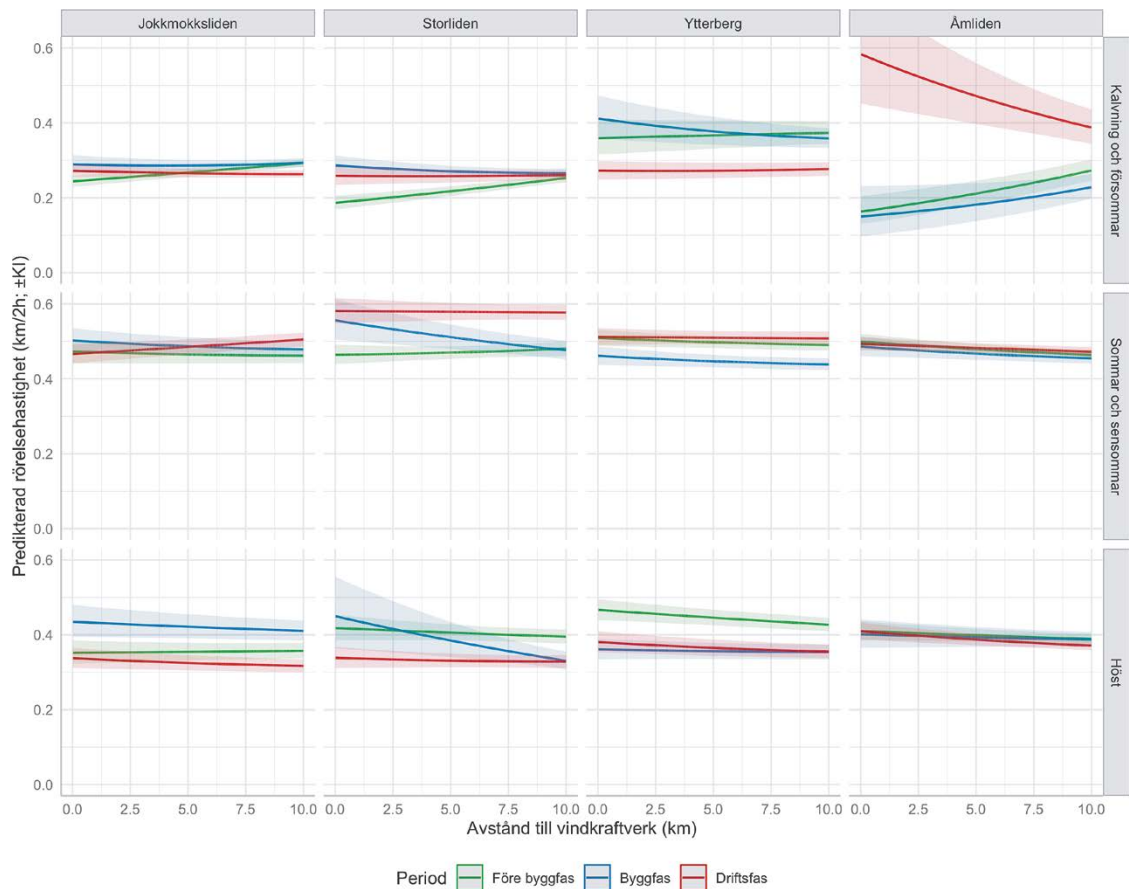
Den bäst anpassade modellen för kalvningsperioden och rörelsehastighet inkluderade omvärldsfaktorerna höjd över havet, höjd över havet i kvadrat, lutning, avstånd till allmän väg, kraftledning, gruva, bebyggelse, vandringsled, närmaste vindkraftverk, och närmaste vindkraftverk i kvadrat, temperatur, vindhastighet, vindkraftsanläggning (vilken anläggning), TPI (150 m), ägoslag, och avstånd till vindkraftverk i interaktion med vilken anläggning det var och etableringsfas för vindkraft (Tabell B35).

Resultaten visade att renarna hade högre rörelsehastighet under driftsfasen nära Storliden och Åmliden och i viss mån i närheten av Jokkmokksliden (Figur 54). Rörelsehastigheten var lägre under driftsfas i Ytterberg jämfört med före och under byggfas. Renarna rörde sig också med högre rörelsehastighet ju närmare de kom kraftledningar, allmänna vägar, stigar och bebyggelse och i höglänt terräng.

RÖRELSEHASTIGHET UNDER SOMMAR

Den bäst anpassade modellen för sommaren inkluderade omvärldsfaktorerna höjd över havet, höjd över havet i kvadrat, lutning, avstånd till allmän väg, kraftledning, gruva, bebyggelse, vandringsled, närmaste vindkraftverk, och närmaste vindkraftverk i kvadrat, temperatur, vindhastighet, vindkraftsanläggning (vilken anläggning), TPI (510 m), ägoslag, och avstånd till vindkraftverk i interaktion med vilken anläggning det var och etableringsfas för vindkraft (Tabell B36).

Generellt var renarnas rörelsehastighet högre under sommarsäsongen än under kalvning. Rörelsehastigheten var också högre närmare vindkraftverken än längre bort under driftsfasen jämfört med de övriga perioderna (Figur 54). Renarna hade högre rörelsehastighet nära Kristinebergsgruvan, vilket de inte hade under kalvningsperioden. Det var inte lika stark negativ effekt av allmän väg, vandringsleder och bebyggelse som under kalvningsperioden, men de hade fortfarande högre rörelsehastighet nära dem. De rörde sig långsammare i närheten av kraftledningar, de rörde sig också med högre hastighet i höglänt och låglänt terräng men inte i områden däremellan (sluttningar).



Figur 54. Predikterad rörelsehastighet relaterat till avstånd till vindkraftverk för vindkraftsanläggningarna Jokkmokksliden, Storliden, Ytterberg och Åmliden och i interaktion med tidsperioder för vindkraftsetableringen (före och under byggfas och under driftsfas) inom respektive barmarkssäsong kalvning-, sommar-, och höstsäsongen beräknat för åren 2008–2018 i Malå sameby.

RÖRELSEHASTIGHET UNDER HÖSTEN

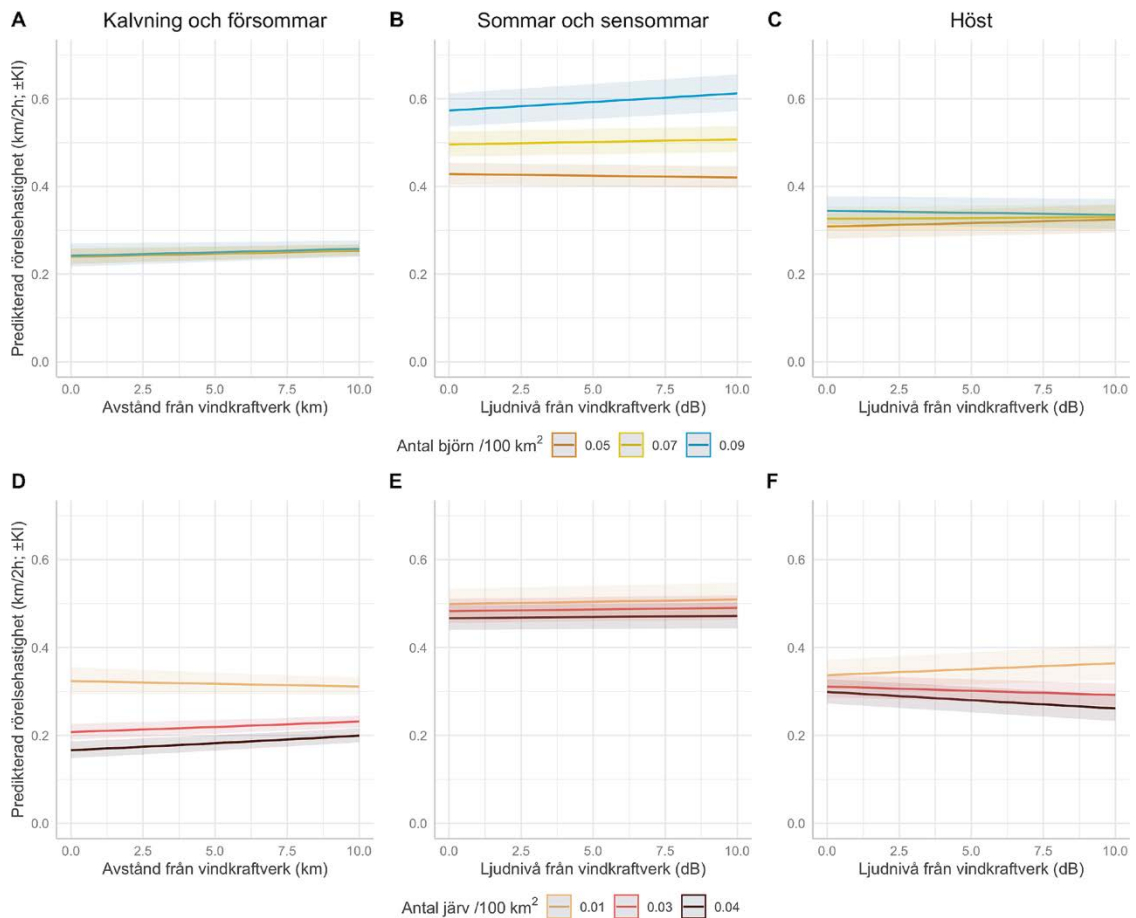
Den bäst anpassade modellen för hösten inkluderade omvärldsfaktorerna höjd över havet, höjd över havet i kvadrat, lutning, avstånd till allmän väg, kraftledning, gruva, bebyggelse, vandringsled, närmaste vindkraftverk, och närmaste vindkraftverk i kvadrat, temperatur, vindhastighet, vindkraftsanläggning (vilken anläggning), TPI (510 m), ägoslag, och avstånd till vindkraftverk i interaktion med vilken anläggning det var och etableringsfas för vindkraft (Tabell B37).

Renarna hade högre rörelsehastighet i närheten av Storliden under byggfasen och de rörde sig också i allmänhet med högre hastighet under byggfasen i närheten av Jokkmokksliden (Figur 54). Under driftsfas rörde sig renarna långsammare i närheten av anläggningarna på Storliden, Jokkmokksliden och Ytterberg än de gjorde före byggfasen.

RÖRELSEHASTIGHET UNDER DRIFTSFAS I RELATION TILL LJUDNIVÅ FRÅN VINDKRAFTSVERKEN

I modellerna där rörelsehastighet under driftsfas i relation till rovdjursförekomst och ljudnivå eller avstånd till vindkraftverken inkluderades och de övriga omvärldsfaktorerna inkluderades gav avstånd till vindkraft en bättre anpassad modell för kalvningsperiod medan ljudnivå från vindkraftverken gav en bättre modell för sommar- och höstperioderna. Resultaten för respektive modell finns presenterade i Tabell B38–B40.

Den bäst anpassade modellen för kalvningsperioden innehöll omvärldsfaktorerna höjd över havet, lutning, avstånd till allmän väg, kraftledning, gruva, bebyggelse, vandringsled och närmaste vindkraftverk, vilken vindkraftsanläggning, TPI, ägoslag (Tabell B38). Beräkningarna indikerade att renarna hade en lägre rörelsehastighet i närheten av vindkraftsanläggningarna, medan de ökade rörelsehastigheten nära allmän väg, kraftledningar, stigar och leder och bebyggelse. Vid ökad förekomst av björn hade renarna en något högre hastighet i närheten av gruvor medan hastigheten nära vindkraftsanläggningarna inte verkade påverkas av björnförekomst (Figur 55 a), i övrigt verkar inte björn ha påverkat hastigheten. När förekomsten av järv ökade rörde sig renarna långsammare nära vindkraftverken och tvärtom ökade hastigheten nära vindkraftverken vid låg järvtäthet (Figur 55 c).



Figur 55. Predikterad rörelsehastighet relaterat till a) avstånd till närmaste vindkraftverk och björntäthet under kalvning, b) ljudnivå från vindkraftverken och björntäthet under sommar, c) ljudnivå från vindkraftverken och björntäthet under höst, d) avstånd till närmaste vindkraftverk och järvtäthet under kalvning, e) ljudnivå från vindkraftverken och järvtäthet under sommar, f) ljudnivå från vindkraftverken och björntäthet under höst, modellerat för åren 2015–2018 i Malå sameby.

Den bäst anpassade modellen för sommar och under driftsfas när rovdjursförekomst och ljudnivå eller avstånd till vindkraftverken inkluderades, innehöll omvärldsfaktorerna höjd över havet, höjd över havet i kvadrat, avstånd till allmän väg, gruva, vandringsled, ljudnivå från vindkraftverk, järv- och björntäthet, vindkraftsanläggning (vilken anläggning), TPI, ägoslag (Tabell B39). Resultaten visade att renarna rörde sig snabbare med högre ljudnivå från vindkraftverken. De rörde sig ytterligare snabbare vid högre ljudnivå från vindkraftverken när det var högre täthet av björn (Figur 55 b). Järvförekomst verkade inte ha påverkat rörelsehastigheten (Figur 55 e). Det rörde sig också snabbare i närheten av allmänna vägar och vandringsleder, men långsammare nära Kristinebergsgruvan.

Under hösten och driftsfasen inkluderade den bäst anpassade modellen omvärldsfaktorerna höjd över havet, avstånd till allmän väg, gruva, vandringsled, kraftledning, bebyggelse, ljudnivå från vindkraftverk, järv- och björntäthet, vindkraftsanläggning (vilken anläggning), TPI (510 m), ägoslag och rovdjuren i interaktion med höjd, avstånd till gruva, avstånd till allmän väg respektive ljudnivå från vindkraftverk (Tabell B40). Resultaten från analyserna pekade överlag på att renarna rörde sig långsammare vid högre ljudnivå från vindkraftverken och

i områden med högre täthet av järv och att de rörde sig snabbare i områden med högre förekomst av björn. De verkade också minska sin hastighet vid högre ljudnivåer från vindkraftsanläggningarna när det var hög täthet av både järv och björn (Figur 55 c och f). De rörde sig snabbare i låglänt terräng jämfört med högre upp i terrängen. Det rörde sig snabbare i närheten av allmän väg, kraftledningar, medan de rörde sig med lägre hastighet nära bebyggelse.

4.4 Sammanfattning resultat året-runt markerna

Tabell 12. Sammanfattning av resultat renarnas habitatval eller deras rörelsehastighet i Malå sameby på året-runt-markerna förändrats i relation till avstånd till eller ljudnivå från vindkraftsanläggningarna under kalvnings-, sommar- och höstperioden.

Period	Regional skala	Intermediär skala	Rörelsehastighet
Kalvning	Minskade användning nära vindkraft inom barrskog, myr, kalhygge, skogklädd myr. Undvek vindkraft vid hög täthet av björn och låg täthet av järv under driftsfas.	Minskade användning nära vindkraft i barrskog, kalhygge, myr och skogklädd myr. Undvek vindkraft vid hög täthet av björn och låg täthet av järv under driftsfas.	Ökad hastighet nära vindkraft (ej vid Jokkmokksliden och Ytterberg). Minskad hastighet nära vindkraft vid hög täthet av järv.
Sommar	Ökade användningen nära vindkraft inom alla ägoslag. Undvek vindkraft i områden med hög järvtäthet under driftsfas.	Ökade användningen något nära vindkraft i alla ägoslag. Lägre användning av områden nära vindkraft vid högre täthet av björn och järv under driftsfas.	Ökad hastighet nära vindkraft vid Storliden och Ytterberg. Högre hastighet med högre ljudnivå från vindkraftverken och vid hög björntäthet under driftsfas.
Höst	Minskade användningen nära vindkraft på myr och i barrskog. Ökade något på kalhyggen. Undvek vindkraft och områden med hög järvtäthet och i områden med hög björntäthet under driftsfas.	Ökade användningen nära vindkraft på kalhygge, myr och i lövskog. Barrskog oförändrat. Undvek områden nära vindkraft i områden med björntäthet och lägre användning nära vindkraft vid hög järvtäthet under driftsfas.	Minskad hastighet nära vindkraft under driftsfas (Storliden, Jokkmokksliden och Ytterberg). Ökad hastighet under byggfas (Storliden, Jokkmokksliden). Ökad hastighet vid högre ljudnivå från vindkraftsanläggningarna vid lägre järvtäthet under driftsfas.

4.5 Diskussion – året-runt-marker

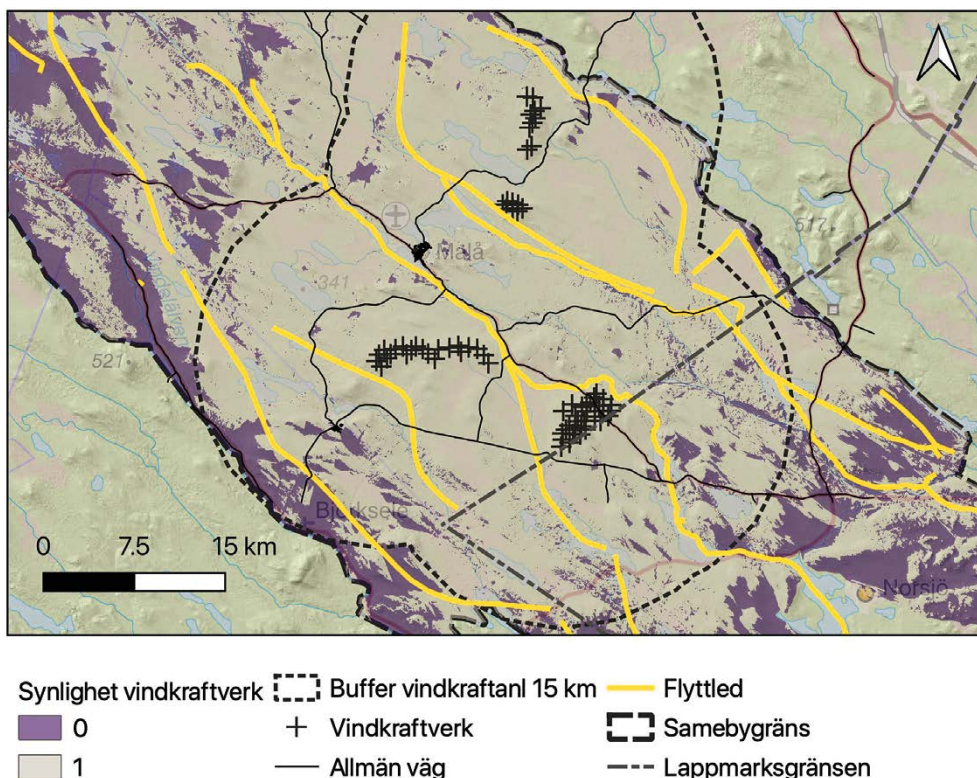
4.5.1 Vindkraftsverkens synbarhet och vegetationstäckning

Den tydligaste effekten av vindkraftsetableringarna på renen och renskötseln i året-runt markerna i Malå sameby fann vi i analyserna av habitatval på regional skala och renarnas rörelsehastighet. Både under kalvningsperioden och under hösten visade våra analyser av GPS-data att renarna minskade sin användning av myrområden och barrskog under driftsfas jämfört med före byggfas under dessa säsonger. Minskningen var mest markant i myrområden där användningen minskade med i genomsnitt 34 % respektive 21 % 3 km från vindkraftsanläggningarna under kalvnings- och höstperioden. Sådana skiftningar i betesutnyttjande kan ha konsekvenser på både födoval med konsekvenser på djurhälsan och på betestryck. Under sommaren ökade renarna istället sin användning av myrar med 22 % inom tre kilometer av vindkraftsanläggningarna. Ett tydligt resultat från tidigare studier var att renarna undviker

öppna områden där vindkraftverken är synliga och inte är skymda av topografi och vegetation under kalvningsperioden (Skarin *m.fl.* 2018). Detta tolkades som en effekt av att renarna störs av ljud och rörelser från vindkraftverken. I analysen i den här studien har vi både använt data som analyserades tidigare och inkluderat data från ytterligare år och för hela samebyn. Vi har således utvärderat effekterna av Åmliden och Ytterberg vindkraftsanläggningar som ligger söder och öster om Storliden och Jokkmokksliden. Våra nya resultat visar på en god samstämmighet med tidigare resultat där renarna minskar användningen av öppna områden (myrar och kalhyggen) nära vindkraftsanläggningarna under kalvningsperioden. I våra modeller var dock faktorn för om verken var synliga eller skymda av topografien inte längre signifikanta och därför exkluderades i de slutliga modellerna. En förklaring till detta kan vara att när vi inkluderade alla fyra vindkraftsanläggningar var alltid något vindkraftverk synligt inom en radie av 15 km från anläggningarna (Figur 56). Det gjorde att det endast var en liten andel områden i landskapet där vindkraftverk inte var synliga. Jämförelsen i användning av områden som var inom eller utom synhåll för vindkraftverken gav därför inga signifikanta resultat. Istället hade det större betydelse om det var öppen mark eller skog. Habitatvalsmodellerna på regional skala indikerade att renarna både under kalvnings- och höstperioden minskade användningen i närheten av vindkraftsanläggningarna mer i på myrområden än i den kringliggande skogen. Sammantaget tyder resultaten på att renar som vistas i en vindkraftsanläggnings direkta närhet väljer områden där de kan undvika att se och höra verken.

Orsaken till att renarna minskar användningen av öppna områden under framförallt kalvningsperioden och försommaren kan bero på att vajan vill ha lugn och ro för att kunna ta hand om kalven och knyta an till den (Pinard *m.fl.* 2012, Espmark 1971). Under kalvningsperioden är björnpredation ett stort problem speciellt i skogs-samebyar (Karlsson *m.fl.* 2012, Sivertsen 2017) och predation är generellt ett problem under kalvning eftersom renkalvarna är ett lätt byte för rovdjuren. Renarna behöver därför ha möjlighet att se och höra om det kommer rovdjur (Altendorf *m.fl.* 2001). Vi kan anta att det låter mer från vindkraftverken i öppna områden än i skogen där träden hindrar ljudet från att spridas i samma utsträckning. Det gör att förmågan att se och höra rovdjuren kan försämrats om det också låter mer från vindkraftverken i de öppna områdena nära anläggningarna. Renarna har också ett brett synfält, som alla flyktdjur, och är därför känsliga för rörelser i omgivningen (Heesy 2004), de kan därför störas av att rotorbladen rör sig i horisonten och på närmare håll när solen ligger lågt och vindkraftverken ger långa rörliga skuggor på marken. Våra analyser av hur rovdjurstäthet påverkar renarnas val av områden i relation till vindkraft behöver tolkas med försiktighet eftersom upplösningen på rovdjursdata är relativt grovt och inte på samma skala som data från renarna. Resultaten från analyserna av data både på regional och intermediär skala under driftsfasen tyder dock på att renarna undviker att vistas nära anläggningarna under kalvningsperioden när det är hög täthet av björn i området, vilket stämmer överens med teorin att de undviker att vistas i områden där de har sämre möjlighet att upptäcka rovdjuren. För järv visar resultaten på det omvända under samma period, att renarna är närmare vindkraftverken vid hög täthet av järv. De högsta tätheterna av järv i samebyn var dock i det nordvästra hörnet av samebyn vilket är mer än 15 km från anläggningarna. Det vi vet från tidigare studier där både björnar och renar har följts med GPS-halsband är att renarna sällan har möjlighet att undvika björnar inom en samebys gränser (Sivertsen *m.fl.* 2016). Det betyder att björnar (och andra rovdjur) söker sig till områden där det finns

renar och att renarna inte kan undvika rovdjuren på den regionala skalan. Istället är det viktigare att välja betesområden (på en mindre skala) där de kan ha uppsikt och upptäcka rovdjuren när de kommer nära. Det är därför viktigt att ta hänsyn till om det är mycket rovdjur i ett betesområde (speciellt kalvningsområden) när det byggs ut vindkraft eftersom det minskar renarnas möjligheter att undvika rovdjuren, vilket kan försämra kalvarnas överlevnadsförmåga.

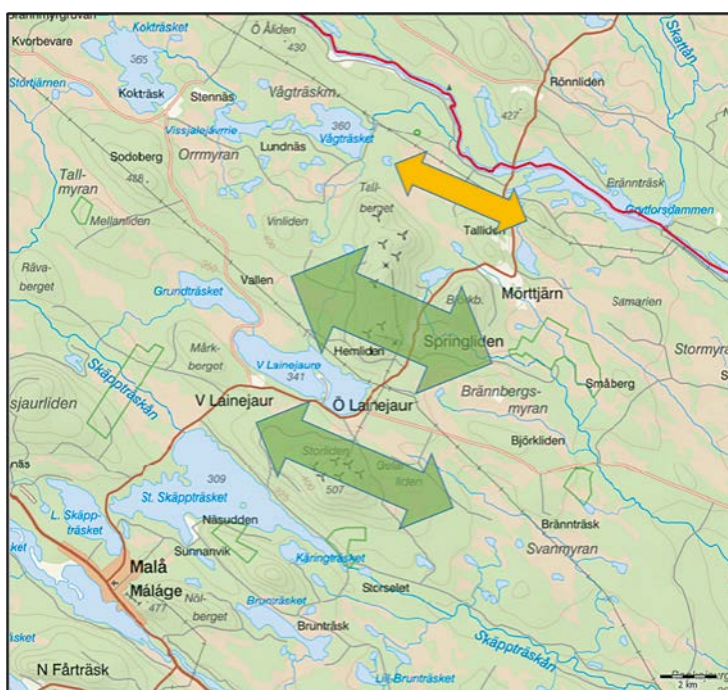


Figur 56. Karta över synlighet av vindkraftverk i relation till om topografin skymmer vindkraftverken eller inte i Malå sameby.

4.5.2 Renarnas vandringmönster

Vi har i tidigare studier dokumenterat förändringar i renarnas val av betesområde och förflyttningmönster i området kring Jokkmokksliden och Storliden för åren fram till 2016 (Skarin *m.fl.* 2015, Skarin & Alam 2017, Skarin *m.fl.* 2018). Innan dessa vindkraftsanläggningar uppfördes rörde sig GPS-renarna fram och tillbaka över dessa berg till synes obehindrat. Under byggfasen upphörde nästan alla förflyttningarna över bergen mellan den västra och den östra delen av betesområdet. Även under driftfasen fann vi förändringar i förflyttningmönster och val av betesområde (Skarin *m.fl.* 2018). Vi såg i uppspelningar av GPS data för kalvningsperioderna 2017–2020 att renarnas passager över bergen Storliden och Jokkmokksliden idag, 8 år efter byggnationen av vindkraftsanläggningarna, nästan helt verkar ha upphört (Figur 57). Istället sker idag nästan alla förflyttningar västerut på nordsidan av Jokkmokksliden, ett smalt område ner mot Skellefteälven. En annan observation som gjorts av rensköterna i uppspelningar av GPS-data för åren 2018–2020 var att renarna verkar ha tagit omfattande omvägar runt vindkraftsanläggningen i Ytterberg, på liknade sätt som vi observerat kring Storliden och Jokkmokksliden.

Renarna passerade då Ytterberg via en vid båge först norrut och sedan österut i riktning mot Malå samhälle alternativt i rakt nordvästlig riktigt för att sedan passera mellan Kristineberg och väständer av Ytterberg. Jokkmokksliden och Ytterbergs vindkraftsanläggningar har placerats längs med ryggen på respektive berg och är därför utspridda i landskapet likt ett stängsel, vilket verkar skapa en barriär i landskapet för renarna som var svårare att ta sig förbi till skillnad från när turbinerna står mer samlade i ett kluster uppe på ett berg. När rensköterna beskriver ”renens fria strövning” pratar de om hur renen betar sig genom ett landskap genom att bölja fram och tillbaka framför allt beroende på vindriktningen. När vinden vänder, vänder även renens betesriktning. Renens allmänna betesgång västerut ska alltså normalt även innehålla viss förflyttning österut, framförallt när vindarna är östliga. Denna naturliga betesgång påverkas negativt när alla renar måste passera genom ett mer begränsat område.



Figur 57. Renars fria strövning böljade fram och tillbaka över bergen Storliden och Jokkmokksliden innan vindkraftsetableringarna (gröna pilar). Efter att vindkraften etablerats i området blev renarnas passage hastigare och mer begränsad till ett smalt område (gul pil) längs Skellefteälven vilken också utgör samebyns nordgräns.

4.5.3 Rörelsehastighet och beteso

Renarnas rörelsehastighet ökade i relation till vindkraftsanläggningarna under kalvnings- och sommarperioden, medan den minskade i relation till anläggningarna under hösten. Under kalvning ökade hastigheten markant i närheten av Åmliden och även i närheten av Storliden och Jokkmokksliden, vilket också stämmer överens med tidigare analyser av data från dessa två områden (Skarin *m.fl.* 2018). Vi såg dock inte denna effekt i närheten av Ytterberg. Åmlidens vindkraftsanläggning har en speciell placering i landskapet längs med gränstängslet, som går längs Lappmarksgränsen, mellan året-runt och vinterbetesmarkerna. Den högre rörelsehastigheten i närheten av Åmliden kan därför vara en kombination av störning från anläggningen

och en effekt av att renarna rör sig bort från stängslet för att söka sig till kalvningsområden som ligger mer centralt inom året-runt markerna. Vi såg däremot att rörelsehastigheten inte verkar ha förändrats på samma sätt i närheten av Åmliden, som i närheten av de andra anläggningarna under de andra betessäsongerna, vilket också kan vara en effekt av stängslet. Stängslet kan ha påverkat renarnas möjlighet att röra sig bort från anläggningen på sin väg österut i landskapet. Det kan ha gjort att eventuella förändringar i beteende i relation till vindkraftsanläggningen under dessa perioder uteblev.

Den tydliga ökningen i val av områden nära vindkraftsanläggningarna sommartid kan ha sin förklaring i att det ofta är mycket insektstörningar under sommaren (Hagemoen & Reimers 2002), då renarna ofta söker sig till öppna områden där det blåser för att komma bort från insekterna (Skarin *m.fl.* 2010, Helle & Aspi 1984). I skogsområden kan skogsbilvägar, kalhyggen och myrar på höjder skapa förutsättningar som gör att myggen och de artspecifika parasiterna kormfluga och svalgbroms inte trivs. Etablering av vindkraftsanläggningarna kan förstärka dessa förutsättningar genom anläggandet av högt belägna, breda vägar där det blåser mer än i dalgångarna. Det är troligt att dessa områden med färre insekter kan väga upp den direkta försluten av vegetation och att vindturbinerna förmodligen stör renarna. Tidigare studier har även dokumenterat att möjligheten att bli av med insekterna överväger andra störningsmoment (Skarin *m.fl.* 2004, Pollard *m.fl.* 1996, Valente *m.fl.* 2020). Det gäller särskilt om renarna inte har tillgång till några alternativa öppna områden (Vistnes *m.fl.* 2008). I närheten av Storliden och Jokkmokksliden ökade också renarnas rörelsehastighet i närheten av anläggningarna under sommarperioden, vilket tyder på en sämre betesro i området trots att de kanske valde dessa områden för att undkomma insektsstörningar.

Renskötarna i Malå har berättat om avsaknaden av gammelskogar, eller ”svartskogar”, på sina året-runt marker som en följd av ett hårt skogsbruk. Svartskogar är gammelskog med gran där det är svalt och en viss ständig luftrörelse speciellt under heta sommark dagar. Dessa skogar är enligt renskötarna attraktiva för renarna både för svalka och mindre insekter. Minskad tillgång på ”svartskogar” och andra områden där renarna kan fly från insekterna är därför en trolig förklaring till ökningen i användningen av vindkraftsområdena under driftsfas under sommaren.

Under hösten minskade renarnas rörelsehastighet under driftsfas jämfört med före byggfas i närheten av anläggningarna Storliden, Jokkmokksliden och Ytterberg. Analysen av habitatvalet visade att de minskade användningen av myrområden, trots att det finns viktiga betesväxter för renarna här under hösten (Warenberg 1997). De ökade istället användningen av kalhyggen nära anläggningarna, vilket vi inte har någon förklaring till. Sammantaget tyder detta på att den tiden de vistades nära anläggningarna under hösten inte påverkade deras betesro när de vistades på kalhyggen och att möjligheten att hitta bra bete där delvis övervägde störningen från vindkraftsanläggningarna.

Renarna undvek gruvområdet kring Kristineberg under kalvningsperioden och hösten, vilket visar på en negativ effekt av gruvverksamheten i området. De hade också en ökad rörelsehastighet i närheten av gruvan under kalvningen men inte under sommar och höst, under sommaren ökade istället hastigheten i närheten av gruvan medan hastigheten inte påverkades under hösten. Detta visar på en liknande påverkan i jämförelse med vindkraft, att de påverkades under kalvningen och hösten men inte under sommaren. Det bekräftar också tidigare studier där man sett negativ påverkan av från gruvverksamhet på renarnas beteende under

kalvningsperioden (Eftestøl *m.fl.* 2019). Kombination av både gruvverksamhet och vindkraft inom ett betesområde kan innebära en stor sammanlagd påverkan på renarnas möjlighet att få betesro under barmarksperioden. Detta kan påverka deras kondition och slaktvikter negativt eftersom det här är den tid då de bygger upp sina energiförråd inför vintern.

5 Sammanfattande diskussion

Vi har undersökt hur renskötseln påverkats av vindkraftsutbyggnad och annan markanvändning i boreala skogar under såväl vintersäsongen som barmarks-säsongen. Resultaten visade att vindkraftsutbyggnad påverkar ren och renskötsel negativt och att graden och arten av påverkan varierade över året.

Vintertid påverkades renskötselarbetet och möjligheten till att utnyttja betesmarkerna på ett optimalt sätt. I Mittådalen sameby innebar etableringen av vindkraft på Glötesvålen i kombination med påverkan från skogsbruket att det var svårt att nyttja området. Det ledde till att samebyn inte såg lönsamheten i att nyttja det annars utmärkta betesområdet på Glötesvålen, vilket kan vara speciellt viktigt under de svåra vinterbetesförhållanden som blir allt vanligare på grund av klimatförändringarna. I Tåssåsen hade rensköterna inte möjlighet att undvika vindkraftsområdet då det låg centralt inom en vintergrupps område. Det ledde till ökade problem speciellt under de svåra vinterbetesförhållanden som varit efter att Mullbergs vindkraftsanläggning etablerades, det var bland annat ökade problem med trafikdödade renar på väg E45 och svårigheter med att hantera renarna vid rovdjursattacker. Analyserna av GPS-data från dessa två områden visade att renarna inte undvek vindkraftsanläggningarna, men när renarna vistades i närheten av vindkraftsanläggningarna verkade de ha sämre betesro (högre rörelsehastighet). Exempelvis visade resultaten från Tåssåsen att under de vintrar som vindkraften varit i drift vid relativt låg järvtäthet att renarna ökade rörelsehastigheten med 24 % (0,18 km/12 h) om ljudnivån ökade från 0 dB till 40 dB, och 34 % (0,30 km/12 h) om ljudnivån ökade till 60 dB.

Ett av de tydligaste problemen vi identifierade med vindkraft i vinterbetesområdet var att etableringarna sker i höglänta områden, vilka också är speciellt viktiga för renskötseln under svåra vinterbetesförhållanden. Detta mönster blev tydligt i studien i Tåssåsen sameby där renarna ökade sin användning av de tillgängliga höglänta områdena inklusive Mullberget under svåra vintrar. Här visade dock vår habitatvalsmodell på regional skala att ökningen i användningen av Mullberg var 45 % lägre jämfört med ökningen på andra närliggande områden (Figur 38). Detta kan i längden leda till ett för hårt betestryck på återstående icke utbyggda höglänta områden. I tillägg visade resultaten från habitatvalsanalyserna att renarnas möjlighet att välja områden med god markklavstäckning minskade under medelsvåra och svåra vinterbetesförhållanden. Om betestillgången för renarna inte är lika god i de områden de blir hänvisade till på grund dåliga snöförhållanden där lavtillgången är god, blir de extra sårbara för störningar då ett sämre bete också påverkar deras kondition och hälsa (Åhman & White 2018). Renskötseln kan ses som dubbelt drabbade av klimatförändringarna, dels blir de svåra vintrarna alltmer frekventa (Vikhamar-Schuler *m.fl.* 2016, Riseth *m.fl.* 2011) och dels byggs den fossilfria energin som ska avhjälpa klimatförändringarna, i områden som renskötseln har ett växande behov av.

I valet av studieområden för våra studier utgick vi från tidigare insamlade data och renskötselns möjlighet att delta i forskningsprojektet. Resultaten från våra studieområden pekar på en stor variation i hur vindkraftutbyggnad påverkar renar

och renskötsel. Analyser av andra studieområden skulle kunnat ge andra resultat och grad av påverkan. I två tidigare studier har vi analyserat påverkan av vindkraftutbyggnaden på Stor-Rotliden och på Gabrielsberget i Vilhelmina Norra sameby (Skarin *m.fl.* 2016). I Stor-Rotliden såg vi en viss skillnad i påverkan beroende på om det var svåra eller goda vinterbetesförhållanden. Till skillnad från resultaten från Mittådalen och Tåssåsen visade analyserna av Stor-Rotliden att renarna använde de höglänta områdena i närheten av vindkraftsanläggningen mer under de goda betesvintrarna under driftsfas medan de minskade användningen av höglänt terräng i närheten av vindkraftsanläggningen under svåra vinterbetesår. Resultaten från Stor-Rotliden bör dock tolkas med viss försiktighet eftersom det var relativt få renar märkta före byggfas. Det gjorde jämförelsen av habitatval mellan före byggfas och under driftsfas skev. Under driftsfas och goda vinterbetesår fanns det data från 57 individer tillgängligt och majoriteten av renarna använde lägre liggande betesområden, men det fanns renar som använde området nära anläggningen. Före byggfas när det bara fanns data från nio individer använde inga renar området i närheten av Stor-Rotliden, men renskötarna beskrev att området användes trots att inga GPS-renar varit i området. Analysen indikerade också att renarna under goda betesvintrar undvek att vistas i områden där vindkraftverken var synliga och tvärtom under svåra vintrar använde områden där vindkraftverken var synliga. Betessituationen under de svåra vintrarna kan där, precis som i resultaten för Mittådalen och Tåssåsen, ha gjort att det var viktigare att finna områden med bättre snöförhållande än att vistas i områden där vindkraftverken inte syntes eller vistas långt bort från anläggningen. I Stor-Rotliden gjorde vi inte heller någon beräkning av renarnas rörelsehastighet och hur den påverkades av avstånd eller ljudnivå från vindkraftsanläggningen, vilket gör att vi inte vet om de hade en bättre eller sämre betesro när de vistades i närheten av anläggningen. Analyser av GPS-data från Gabrielsbergets anläggning under driftsfas visade att renarna undvek anläggningen i större utsträckning när de inte var utfodrade inne i området och de inte var lika intensivt kantbevakade, medan de under de perioder när de var utfodrade i anslutning till i anläggningen och kantbevakningen var intensivare vistades närmare vindkraftverken. Här såg vi ett tydligt betesval av områden nära E4:an och längs Gabrielsbergets nord- och västsluttning, vilka var belägna nära men utom synhåll från vindkraftsanläggningen (Skarin *m.fl.* 2016). Dessa resultat utgjorde underlag för Mark och miljööverdomstolens beslut att avslå ansökningar att utvidga den existerande vindkraftsanläggningen. Under de senaste vintrarna rapporterar renskötarna som nyttjat området att de inte ens försökt att hålla renarna uppe på Gabrielsberget, de har istället utfodrat renarna på slättlandet några kilometer norr om anläggningen.

Resultaten från våra analyser av GPS-data från barmarkssäsongerna visade på en stor variation i påverkan från vindkraftutbyggnaden. Både under kalvningsperioden och under hösten visade våra analyser av GPS-data att renarna minskade sin användning av områden nära vindkraftsanläggningarna. Minskningen var mest markant i myrområden där användningen minskade med i genomsnitt 34 % respektive 21 % tre kilometer från vindkraftsanläggningarna under kalvnings- och höstperioden. Under sommaren ökade renarna istället sin användning av myrar med 22 % tre kilometer från vindkraftsanläggningarna. Renarnas förändrade beteende mellan de olika barmarkperioderna visar på en tydlig plasticitet (eller avvägning) i betesutnyttjande där de verkade söka efter det bästa alternativa betesområdet som fanns att tillgå. Vi såg exempelvis under sommarperioden i Malå sameby att

renarnas val verkar ha stått mellan att bli ansatta av parasiter och mygg, eller att använda området i en vindkraftsanläggning med goda vindförhållanden där parasiterna försvinner. Till viss del valde renarna det senare. Förmodligen gjorde renarna avvägningar mellan vad som var minst farligt, eller stressande för dem. Vi såg också att renarna i vissa fall kraftigt minskade användningen av områden med vindkraft när de hade möjlighet, vilket var speciellt tydligt under kalvningsperioden. Dessa resultat pekar på att renarna inte finner den betesro de behöver i närheten av anläggningarna.

Vi vet från tidigare studier att data från GPS-försedda renar kan bidra med unika och starka data. Vi vet också att GPS-data i sig själv inte kan svara på alla frågor kring hur renen och renskötelsen påverkas. Renskötarens kunskap och beskrivning av hur renen och renskötelsen anpassar sig till annan markanvändning är central (Hausner *m.fl.* 2020, 2012, Tyler *m.fl.* 2007). Renskötarnas kunskap behövs för att förstå renskötelsestrategier om hur renarna har hanterats, och detta måste inkluderas i metoder, analys och tolkning av data och modeller för att inte riskera att analyserna och resultaten blir missvisande och ofullständiga. Vidare har vi endast GPS-data från en relativt liten andel av hela renhjorden och från förhållandevis få år. Den erfarenhet och kunskap som renskötarna kan bidra med kring hela renhjordens förehavande och över många år är helt nödvändigt att inkludera i analyser av den sammanlagda påverkan på renskötelsen. Renskötarnas kunskap är därför central i utredningar av hur renskötelsen påverkas av annan markanvändning. Vetskapen om detta har styrt vårt arbetssätt till att forska ”med” och inte ”på” samebyarna, för att så långt som möjligt undvika att arbetssättet blir präglad av koloniala strukturer där samebyarnas perspektiv riskerar att gå förlorat (Kløcker Larsen *m.fl.* 2020).

Utifrån de studier vi har gjort i detta projekt och i tidigare projekt ser vi att det vid projektering av vindkraft är viktigt att involvera samebyn tidigt i processen för att så långt som möjligt undvika att placera och utforma anläggningar så att det blir ett alltför stort problem för renskötelsen. I projekteringen av Mullbergs vindkraftsanläggning har det från start funnits en kommunikation mellan vindkraftsprojektör och samebyn och den har fortsatt under driftsfasen. Detta har inte helt avhjälpt de negativa effekterna av anläggningen. Det har dock gett samebyn möjlighet att årligen diskutera de problem som uppstått. Bland annat har samebyn påtalat problemen med trafikdödade renar nere vid väg E45 och idag diskuteras lösningar för att avhjälpa eller i varje fall delvis förebygga problemet. Det är också viktigt att renskötelsen representeras och involveras i den storskaliga planeringen av vindkraft inom renskötseområdet, för att undvika att vindkraft byggs ut i områden som är känsliga för renskötelsen. När kommunikationen i tillståndsprövningen för vindkraft i renskötseområdet sker i långa domstolsprocesser blir det kostsamt för alla parter. I en juridisk forskningsanalys av tidigare rennäringsanalyser som legat till grund för Mark- och miljödomstolen samt Mark- och miljööverdomstolens beslut om etableringen av vindkraftsanläggningar Pauträsk och Norrbäck i Vapsten sameby fann forskarna att det inte varit en god kommunikation mellan samebyn och vindkraftsprojektörerna (Cambou *m.fl.* 2021). I domarna från Mark och miljööverdomstolen 2019-09-04 i mål nr M6974-17 och M6860-17 har bolagens utlåtanden om hur renskötelsen bedrivs stått i direkt motsats till berörd samebys beskrivning av renskötelsen. Domstolen har där inte kunnat skilja ut vem som är den rätta kunskapsbäaren. Även fortsättningsvis efter en vindkraftsetablering behövs Renskötarnas kunskap behövs både i dessa processer och efter att en vindkraftsanläggning är etablerad,

för att villkor och förmildrande åtgärder för vindkraftsutbyggnader ska utformas på ett bra sätt för renskötseln. I tillståndsprocessen och utformandet av villkoren i Miljööverdomstolens dom 2010-10-14 i mål nr M10316-10 angående Glötesvårens vindkraftsanläggning saknades en kommunikation med samebyn. Mittådalen sameby var inte tillfrågad om hur renskötseln i samebyn påverkades av Glötesvårens anläggning i utredningen av påverkan på renskötseln i kontrollprogrammet för etableringen (Zachrisson 2021). Det ledde till att det inte utformades några villkor för rennäringen i förhållande till anläggningen, trots att det enligt samebyn skulle ha behövts. Att tidigt involvera samebyn öppnar också upp för möjligheterna att följa principen om fria och väl underbyggda förhandsgodkännanden enligt FN:s förklaring om ursprungsfolkens rättigheter (FN, 2007).

Renskötselns resurs är betesmarkerna och renen är ett verktyg för att kunna nyttja denna resurs. I framtida översiktsplanering vore det en fördel att diskutera kompensationsåtgärder som förbättrar betesmarkerna för de individuella samebyarna. Det behöver inte vara åtgärder i vindkraftsanläggningens direkta närhet, utan sådana som gynnar möjligheten att nyttja andra alternativa betesmarker. Exempelvis ekodukter (eller renodukter) anpassade för att renarna ska komma åt betesmarker som blivit avsnörda från varandra på grund av exempelvis stängslade vägar (Sandström *m.fl.* 2020). Det finns skogsbruksåtgärder som förbättrar betesmarken överlag inom samebyn. Med en vindkraftsetablering kommer ett väl utbyggt vägnät vilket ofta leder till ett intensifierat skogsbruk. Generellt sett har de höglänta områdena som är aktuella för vindkraftsutbyggnad haft ett mindre intensivt skogsbruk och en högre andel hänglavsskogar (viktiga på vinterbetesmarken) och gamla granskogar som är viktiga på skogssamebyarnas året-runt marker. Från renens perspektiv bör inte en vindkraftsetablering också leda till ett intensifierat skogsbruk på samma plats. Återstående hänglavs- och gammelskogar blir istället ännu viktigare i dessa områden för att bidra med skydd och bete. Utfodring av renar kan eventuellt fungera under en övergångsperiod, men är inte en långsiktig lösning för att ersätta förlorad betesmark. Förutom att det är mycket kostsamt kan utfodring riskera att förändra renarnas betesbeteende och förmåga att hitta bra betesområden på återstående naturliga betesmarker, det leder också till ökad risk för smittspridning och utfodringsrelaterade sjukdomar (Tryland *m.fl.* 2019).

I Tåssåsen sameby diskuterade vi möjligheterna att stänga av tillfartsvägarna in i anläggningsområdet med bommar för att undvika annan aktivitet i anläggningen utöver den som rör vindkraften. Det gällde framförallt placeringen av huvudvägen in i vindkraftsanläggningen som skapade problem. Huvudvägen in i anläggningen existerade innan vindkraften etablerades, men var inte ett problem för renskötseln. Efter etableringen plogades huvudvägen och alla övriga vägar fram till huvudvägen, vilket gjorde det för lätt för renarna att ta sig ner mot den hårt trafikerade E45:an. I Mittådalen har den fria skoteråkningen blivit ett stort problem på vålar nära Glötesvåren, vilket gör att renarna undviker även dem. Tydliga restriktioner, utökad bevakning och tillsyn av skoteråkning skulle kunna avhjälpa sådana problem och skapa bättre förutsättningar för att klara utmaningarna på vinterbeteslandet.

Det verkar också vara ett större problem när vindkraftsanläggningarna är utspridda i landskapet med relativt glest placerade verk, som exempelvis Ytterberg i Malå sameby. Det verkar vara bättre om verken är mer tätt placerade i en klunga än att de är utspridda, för att i möjligaste mån undvika att de blir stora och omfattande barriärer i landskapet. Lösningarna ser olika ut för olika områden och projekteringen är oftast begränsad av landskapets struktur och annan infrastruktur, men om ny

vindkraft ska etableras behöver den enskilda samebyn eller vinterbetesgruppen vara involverad i diskussioner kring utvecklandet av förmildrande åtgärder för att inte riskera att de blir verkningslösa med avseende på renskötseln.

Det är viktigt att vara medveten om skalan på de äldre vindkraftsetableringar vi analyserat. Verkens höjd i våra studieområden var mellan 125 meter och 149 meter medan det i nyare ansökningar kan vara aktuellt med nästan dubbelt så höga verk. De vindkraftsanläggningar vi studerade var också relativt små till ytan. Glötevålen omfattar 7 km², den största etableringen Ytterberg i Malå sameby var 15 km². Detta ska sättas i relation till de senaste projekteringsområdena som exempelvis Storlandet (450 km²) och Hällberget (110 km²) i Gällivare skogssameby, och Markbygden (440 km²) i Östra Kikkejaure skogssameby. Det är svårt att överföra mått på påverkan av vindkraftsetableringar från studien av en 7 km² etablering med 140 m höga verk till påverkan från en flera 100 km² etablering med 280 m höga verk. Om sådana planerade projekt blir fullt utbyggda kommer det att drabba stora delar av en hel samebys betesmarker och försvåra fortlevnaden för den traditionella renskötseln i dessa områden. Ny utbyggnad behöver planeras och projekteras med noggrannhet och försiktighet för att inte ytterligare försämra betesmarkerna som är renskötselns resurs.

6 Tack

Tack till alla de renskötare och samebyar som genom sitt deltagande och bidrag med GPS-data har möjliggjort, och medverkat till, arbetet med denna rapport: Per-Jon Fjellgren, Anja Fjellgren Valkeapää, Lars-Erik Thomason, Eli Larsdotter Brynhildsvoll, Brita Fjellgren Valkeapää, Nejla Andersson och Ingemar Andersson i Mittådalen sameby, Bengt-Arne Johansson, Joel Pålsson, Nicklas Johansson och Kerstin Lilja i Tåssåsen sameby och Thomas Stenlund, Jonas Larsson, Lars Stenlund, Richard Larsson, Krister Stenlund och Helen Larsson i Malå sameby. Vidare vill vi också tacka vindkraftsprojektörer och dess representanter Ida Bodin, Melcher Falkenberg, Per-Olof Renling och Mikael Solstrid från respektive projektområde för värdefulla synpunkter under arbetets gång och för tillgång till data för ljudmodellering. Vi vill tacka följarna till projektet, Agneta Wieslander, Kristina Falk, Weronica Andersson, Anna Bäckman, Johanna Söderström, Patrik Lundgren och Inge-Even Danielssen och forskarna i det norska samarbetsprojektet Jonathan Colman, Sindre Eftestøl, Driess Tsegaye och Kjetil Flydal, som alla bidragit med värdefulla synpunkter och genomläsning av rapporten på ett tidigare stadium. Vi vill också tacka Daniela Sant Ana för värdefulla kommentarer på en tidigare version av rapporten. De vetenskapliga granskarna Jan-Olof Helldin och Carina Green och relevansgranskarna Göran Fagerström, Niklas Lindberg-Alseryd, och Brita Thomasson för värdefulla synpunkter i färdigställandet av rapporten. Projektet är en del av Vindvalprogrammet som drivs av Naturvårdsverket och finansieras av Energimyndigheten.

7 Referenser

Åhman, B. & White, R.G. (2018). Rangifer Diet and Nutritional Needs. In: Tryland, M. & Kutz, S.J. (eds.) *Reindeer and Caribou Health and Disease*. 1st. ed Boca Raton, Florida: CRC Press, 550. <https://doi.org/10.1201/9780429489617>

Altendorf, K.B., Laundre, J.W., Gonzalez, C.A.L. & Brown, J.S. (2001). Assessing effects of predation risk on foraging behavior of mule deer. *Journal of Mammalogy*, 82, 430–439

Anttonen, M., Kumpula, J. & 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

Armitage, D., Berkes, F., Dale, A., Kocho-Schellenberg, E. & Patton, E. (2011). Co-management and the co-production of knowledge: Learning to adapt in Canada's Arctic. *Global Environmental Change-Human and Policy Dimensions*, 21 (3), 995–1004. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2011.04.006>

Avgar, T., Lele, S.R., Keim, J.L. & Boyce, M.S. (2017). Relative Selection Strength: Quantifying effect size in habitat- and step-selection inference. *Ecology and Evolution*, 7 (14), 5322–5330. <https://doi.org/10.1002/ece3.3122>

Bailey, D.W., Gross, J.E., Laca, E.A., Rittenhouse, L.R., Coughenour, M.B., Swift, D.M. & Sims, P.L. (1996). Mechanisms that result in large herbivore grazing distribution patterns. *Journal of Range Management*, 49, 386–400

Bartsch, A., Kumpula, T., Forbes, B.C. & Stammer, F. (2010). Detection of snow surface thawing and refreezing in the Eurasian Arctic with QuikSCAT: implications for reindeer herding. *Ecological Applications*, 20 (8), 2346–2358. <https://doi.org/10.1890/09-1927.1>

Behnke, R.H., Fernandez-Gimenez, M.E., Turner, M.D. & Stammer, F. (2011). Pastoral migration. Mobile systems of livestock husbandry.

Beyer, H.L., Gurarie, E., Börger, L., Panzacchi, M., Basille, M., Herfindal, I., Van Moorter, B., R. Lele, S. & Matthiopoulos, J. (2016). 'You shall not pass!': quantifying barrier permeability and proximity avoidance by animals. *Journal of Animal Ecology*, 85 (1), 43–53. <https://doi.org/10.1111/1365-2656.12275>

Bischof, R., Milleret, C., Dupont, P., Chipperfield, J., Tourani, M., Ordiz, A., de Valpine, P., Turek, D., Royle, J.A., Gimenez, O., Flagstad, Ø., Åkesson, M., Svensson, L., Brøseth, H. & Kindberg, J. (2020). Estimating and forecasting spatial population dynamics of apex predators using transnational genetic monitoring. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 117 (48), 30531–30538. <https://doi.org/10.1073/pnas.2011383117>

Bischof, R., Milliret, C., Dupont, P., Chipperfield, J., Brøseth, H. & Kindberg, J. (2019). *RovQuant: Estimating density, abundance and population dynamics of bears, wolverines and wolves in Scandinavia*. (MINA fagrapport, 66). Norwegian University of Life Sciences (NMBU). <https://hdl.handle.net/11250/2649424>

- Burnham, K.P. & Anderson, David.P. (2002). *Model selection and multimodel inference*. Second. New York: Springer -Verlag.
- Cambou, D., Sandström, P., Skarin, A. & Borg, E. (2021). Reindeer husbandry vs. wind energy: analysis of the Pauträsk and Norrbäck court decisions in Sweden. *Indigenous peoples, natural resources and governance: Interactions and agencies*. Routledge
- Colman, J.E., Eftestøl, S., Tsegaye, D., Flydal, K. & Mysterud, A. (2013). Summer distribution of semi-domesticated reindeer relative to a new wind-power plant. *European Journal of Wildlife Research*, 59, 359–370. <https://doi.org/10.1007/s10344-012-0682-7>
- Colman, J.E., Lilleeng, M.S., Tsegaye, D., Vigeland, M.D. & Reimers, E. (2012). Responses of wild reindeer (*Rangifer tarandus tarandus*) when provoked by a snow-kiter or skier: A model approach. *Applied Animal Behaviour Science*, 142, 82–89. <https://doi.org/10.1016/J.Applanim.2012.08.009>
- Colman, J.E., Pedersen, C., Hjermann, D.Ø., Holand, Ø., Moe, S.R. & Reimers, E. (2003). Do wild reindeer exhibit grazing compensation during insect harassment? *Journal of Wildlife Management*, 67, 11–19
- Dale, A. & Armitage, D. (2011). Marine mammal co-management in Canada's Arctic: Knowledge co-production for learning and adaptive capacity. *Marine Policy*, 35 (4), 440–449. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2010.10.019>
- D'Angelo, G.J., Glasser, A., Wendt, M., Williams, G.A., Osborn, D.A., Gallagher, G.R., Warren, R.J., Miller, K.V. & Pardue, M.T. (2008). Visual specialization of an herbivore prey species, the white-tailed deer. *Canadian Journal of Zoology*, 86 (7), 735–743. <https://doi.org/10.1139/Z08-050>
- De Reu, J., Bourgeois, J., Bats, M., Zwertvaegher, A., Gelorini, V., De Smedt, P., Chu, W., Antrop, M., De Maeyer, P., Finke, P., Van Meirvenne, M., Verniers, J. & Crombé, P. (2013). Application of the topographic position index to heterogeneous landscapes. *Geomorphology*, 186, 39–49. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2012.12.015>
- Eftestøl, S., Flydal, K., Tsegaye, D. & Colman, J.E. (2019). Mining activity disturbs habitat use of reindeer in Finnmark, Northern Norway. *Polar Biology*, 42 (10), 1849–1858. <https://doi.org/10.1007/s00300-019-02563-8>
- Eftestøl, S., Tsegaye, D., Flydal, K. & Colman, JonathanE. (2015). From high voltage (300 kV) to higher voltage (420 kV) power lines: reindeer avoid construction activities. *Polar Biology*, 1–11. <https://doi.org/10.1007/s00300-015-1825-6>
- Espmark, Y. (1971). Mother-Young relationship and ontogeny of behaviour in reindeer (*Rangifer tarandus* L.). *Zeitschrift für Tierpsychologie*, 29, 42–81
- Flydal, K., Eftestøl, S., Reimers, E. & Colman, J. (2004). Effects of wind turbines on area use and behaviour of semi-domestic reindeer in enclosures. *Rangifer*, 24, 55–66
- Flydal, K., Tsegaye, D., Eftestøl, S., Reimers, E. & Colman, J.E. (2019). Rangifer within areas of human influence: understanding effects in relation to spatiotemporal scales. *Polar Biology*, 42 (1), 1–16. <https://doi.org/10.1007/s00300-018-2410-6>

Forbes, B.C., Kumpula, T., Meschtyb, N., Laptander, R., Macias-Fauria, M., Zetterberg, P., Verdonen, M., Skarin, A., Kim, K.-Y., Boisvert, L.N., Stroeve, J.C. & Bartsch, A. (2016). Sea ice, rain-on-snow and tundra reindeer nomadism in Arctic Russia. *Biology Letters*, 12 (11). <https://doi.org/10.1098/rsbl.2016.0466>

Forbes, B.C., Stammer, F., Kumpula, T., Meschtyb, N., Pajunen, A. & Kaarlejärvi, E. (2009). High resilience in the Yamal-Nenets social-ecological system, West Siberian Arctic, Russia. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106 (52), 22041–22048. <https://doi.org/10.1073/pnas.0908286106>

Hagemoen, R.I.M. & Reimers, E. (2002). Reindeer summer activity pattern in relation to weather and insect harassment. *Journal of Animal Ecology*, 71, 883–892

Hausner, V.H., Engen, S., Brattland, C. & Fauchald, P. (2020). Sámi knowledge and ecosystem-based adaptation strategies for managing pastures under threat from multiple land uses. *Journal of Applied Ecology*, 57 (9), 1656–1665. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13559>

Hausner, V.H., Fauchald, P. & Jernsletten, J.-L. (2012). Community-Based Management: Under What Conditions Do Sami Pastoralists Manage Pastures Sustainably? *Plos One*, 7. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0051187>

Heesy, C.P. (2004). On the relationship between orbit orientation and binocular visual field overlap in mammals. *The Anatomical Record Part A: Discoveries in Molecular, Cellular, and Evolutionary Biology*, 281A (1), 1104–1110. <https://doi.org/10.1002/ar.a.20116>

Helle, T. & Aspi, J. (1984). Do sandy patches help reindeer against insects? *Report from Kevo Subarctic Research Station*, 19, 57–62

Helle, T. & Kojola, I. (2008). Demographics in an alpine reindeer herd: effects of density and winter weather. *Ecography*, 31, 221–230

Horne, J.S., Garton, E.O., Krone, S.M. & Lewis, J.S. (2007). Analyzing animal movements using Brownian bridges. *Ecology*, 88, 2354–2363. <https://doi.org/10.1890/06-0957.1>

Horstkotte, T., Sandström, C. & Moen, J. (2014). Exploring the Multiple Use of Boreal Landscapes in Northern Sweden: The Importance of Social-Ecological Diversity for Mobility and Flexibility. *Human Ecology*, 42 (5), 671–682. <https://doi.org/10.1007/s10745-014-9687-z>

Johnson, D.H. (1980). The comparison of usage and availability measurements for evaluating resource preference. *Ecology*, 6, 65–71

Karlsson, J., Støen, O.-G., Segerström, P., Stokke, R., Persson, L.-T., Stokke, L.-H., Persson, S., Stokke, N., Persson, A., Segerström, E., Rauset, G.-R., Kindberg, J., Bischof, R., Sivertsen, T.R., Skarin, A., Åhman, B., Ängsteg, I. & Swenson, J. (2012). *Björnpredation på ren och potentiella effekter av tre förebyggande åtgärder [Brown bear predation on reindeer and potential effects of three preventive measures]*. (Rapport från Viltskadecenter). Riddarhyttan: Viltskadecenter, SLU.

Kløcker Larsen, R.K., Raitio, K., Sandström, P., Skarin, A., Stinnerbom, M., Wik-Karlsson, J., Sandström, S., Österlin, C. & Buhot, Y. (2016). *Kumulativa effekter av exploateringar på renskötseln : vad behöver göras inom tillståndsprocesser*.

- Stockholm: Naturvårdsverket. <http://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer6400/978-91-620-6722-9.pdf>
- Kløcker Larsen, R., Skarin, A., Stinnerbom, M., Vannar, J., Alam, M., Kuhmunen, M., Lawrence, R., Nygård, J., Raitio, K., Sandström, P., Sandström, S., Stinnerbom, J., Wik-Karlsson, J. & Österlin, C. (2020). *Omtvistade landskap : Navigering mellan konkurrerande markanvändning och kumulativa effekter*. (Rapport / Naturvårdsverket, 978-91-620-6908-7 (ISBN)). <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:naturvardsverket:diva-8492> [2020-07-14]
- Kumpula, J., Colpaert, A. & Anttonen, M. (2007). Does forest harvesting and linear infrastructure change the usability value of pastureland for semi-domesticated reindeer (*Rangifer tarandus tarandus*)? *Annales Zoologici Fennici*, 44, 161–178
- Lundqvist, H., Norell, L. & Danell, Ö. (2007). Multivariate characterisation of environmental conditions for reindeer husbandry in Sweden. *Rangifer*, 27 (1), 5–23
- Manly, B.F.J., McDonald, L.L., McDonald, T.L. & Erickson, W.P. (2002). *Resource selection by animals*. 2nd. ed. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Mayor, S.J., Schaefer, J.A., Schneider, D.C. & Mahoney, S.P. (2009a). The spatial structure of habitat selection: A caribou's-eye-view. *Acta Oecologica-International Journal of Ecology*, 35 (2), 253–260. <https://doi.org/10.1016/j.actao.2008.11.004>
- Mayor, S.J., Schneider, D.C., Schaefer, J.A. & Mahoney, S.P. (2009b). Habitat selection at multiple scales. *Ecoscience*, 16, 238–247
- Nellemann, C. & Fry, G. (1995). Quantitative analysis of terrain ruggedness in reindeer winter grounds. *Arctic*, 48, 172–176
- Nellemann, C., Vistnes, I., Jordhoy, P., Stoen, O.G., Kaltenborn, B.P., Hanssen, F. & Helgesen, R. (2010). Effects of Recreational Cabins, Trails and Their Removal for Restoration of Reindeer Winter Ranges. *Restoration Ecology*, 18, 873–881. <https://doi.org/10.1111/j.1526-100X.2009.00517.x>
- Olsson, U. (2002). *Generalized linear models : an applied approach*. Lund: Studentlitteratur.
- Panzacchi, M., Van Moorter, B., Jordhoy, P. & Strand, O. (2013). Learning from the past to predict the future: using archaeological findings and GPS data to quantify reindeer sensitivity to anthropogenic disturbance in Norway. *Landscape Ecology*. <https://doi.org/10.1007/s10980-012-9793-5>
- Panzacchi, M., Van Moorter, B., Strand, O., Loe, L.E. & Reimers, E. (2015). Searching for the fundamental niche using individual-based habitat selection modelling across populations. *Ecography*, 38 (7), 659–669. <https://doi.org/10.1111/ecog.01075>
- Pinard, V., Dussault, C., Ouellet, J.-P., Fortin, D. & Courtois, R. (2012). Calving rate, calf survival rate, and habitat selection of forest-dwelling caribou in a highly managed landscape. *The Journal of Wildlife Management*, 76 (1), 189–199. <https://doi.org/10.1002/jwmg.217>
- Pollard, R.H., Ballard, W.B., Noel, L.E. & Cronin, M.A. (1996). Parasitic insect abundance and microclimate of gravel pads and tundra within the Prudhoe Bay oil field, Alaska, in relation to use by Caribou, *Rangifer tarandus granti*. *Canadian Field-Naturalist*, 110, 649–658

- Rabin, L.A., Coss, R.G. & Owings, D.H. (2006). The effects of wind turbines on antipredator behavior in California ground squirrels (*Spermophilus beecheyi*). *Biological Conservation*, 131 (3), 410–420. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocon.2006.02.016>
- Reimers, E. & Colman, J.E. (2006). Reindeer and caribou (*Rangifer tarandus*) response towards human activities. *Rangifer*, 26, 55–71
- Riseth, J.A., Tommervik, H., Helander-Renvall, E., Labba, N., Johansson, C., Malnes, E., Bjerke, J.W., Jonsson, C., Pohjola, V., Sarri, L.E., Schanche, A. & Callaghan, T.V. (2011). Sami traditional ecological knowledge as a guide to science: snow, ice and reindeer pasture facing climate change. *Polar Record*, 47 (242), 202–217
- Roturier, S. & Roué, M. (2009). Of forest, snow and lichen: Sámi reindeer herders' knowledge of winter pastures in northern Sweden. *Forest Ecology and Management*, 258, 1960–1967
- Ryd, Y. & Rassa, J. (2001). *Snö: en renskötare berättar*. Stockholm: Ordfront.
- Sandström, P. (2015). *A toolbox for co-production of knowledge and improved land use dialogues : the perspective of reindeer husbandry*. Umeå: Department of Forest Resource Management, Swedish University of Agricultural Sciences.
- Senft, R.L., Coughenour, M.B., Bailey, D.W., Rittenhouse, L.R., Sala, O.E. & Swift, D.M. (1987). Large herbivore foraging and ecological hierarchies. *BioScience*, 37, 789–799
- Shannon, G., McKenna, M.F., Angeloni, L.M., Crooks, K.R., Frstrup, K.M., Brown, E., Warner, K.A., Nelson, M.D., White, C., Briggs, J., McFarland, S. & Wittemyer, G. (2016). A synthesis of two decades of research documenting the effects of noise on wildlife. *Biological Reviews*, 91 (4), 982–1005. <https://doi.org/10.1111/brv.12207>
- Signer, J., Fieberg, J. & Avgar, T. (2019). Animal movement tools (amt): R package for managing tracking data and conducting habitat selection analyses. *Ecology and Evolution*, 9 (2), 880–890. <https://doi.org/10.1002/ece3.4823>
- Sivertsen, T.R. (2017). *Risk of brown bear predation on semi-domesticated reindeer calves : predation patterns, brown bear – reindeer interactions and landscape heterogeneity*. Department of Animal Nutrition and Management, Swedish University of Agricultural Sciences.
- Sivertsen, T.R., Ahman, B., Steyaert, S., Ronnegard, L., Frank, J., Segerstrom, P., Stoen, O.G. & Skarin, A. (2016). Reindeer habitat selection under the risk of brown bear predation during calving season. *Ecosphere*, 7 (11), 17. <https://doi.org/10.1002/ecs2.1583>
- Skarin, A. & Åhman, B. (2014). Do human activity and infrastructure disturb domesticated reindeer? The need for the reindeer's perspective. *Polar Biology*, 1–14. <https://doi.org/10.1007/s00300-014-1499-5>
- Skarin, A. & Alam, M. (2017). Reindeer habitat use in relation to two small wind farms, during preconstruction, construction, and operation. *Ecology and Evolution*, 7 (11), 3870–3882. <https://doi.org/10.1002/ece3.2941>
- Skarin, A., Danell, Ö., Bergström, R. & Moen, J. (2004). Insect avoidance may override human disturbances in reindeer habitat selection. *Rangifer*, 24 (2), 95–103

- Skarin, A., Danell, O., Bergstrom, R. & Moen, J. (2008). Summer habitat preferences of GPS-collared reindeer Rangifer tarandus tarandus. *Wildlife Biology*, 14, 1–15
- Skarin, A., Danell, O., Bergstrom, R. & Moen, J. (2010). Reindeer movement patterns in alpine summer ranges. *Polar Biology*, 33, 1263–1275.
<https://doi.org/10.1007/s00300-010-0815-y>
- Skarin, A., Nellemann, C., Rönnegård, L., Sandström, P. & Lundqvist, H. (2015). Wind farm construction impacts reindeer migration and movement corridors. *Landscape Ecology*, 1–14. <https://doi.org/10.1007/s10980-015-0210-8>
- Skarin, A., Nellemann, C., Sandström, P., Rönnegård, L. & Lundqvist, H. (2013). *Renar och Vindkraft - Studie från anläggningen av två vindkraftparker i Malå sameby.* (6459). Stockholm: Naturvårdsverket. www.naturvardsverket.se/publikationer
- Skarin, A., Sandström, P. & Alam, M. (2018). Out of sight of wind turbines—Reindeer response to wind farms in operation. *Ecology and Evolution*, 8 (19), 9906–9919. <https://doi.org/10.1002/ece3.4476>
- Skarin, A., Sandström, P., Alam, M., Buhot, Y. & Nellemann, C. (2016). *Renar och vindkraft II - Vindkraft i drift och effekter på renar och renskötsel.* (294). Uppsala: Department of Animal Nutrition and Management, Swedish University of Agricultural Sciences. http://pub.epsilon.slu.se/13562/7/skarin_a_et_al_160818.pdf
- Spake, R., Bellamy, C., Gill, R., Watts, K., Wilson, T., Ditchburn, B. & Eigenbrod, F. (2020). Forest damage by deer depends on cross-scale interactions between climate, deer density and landscape structure. *Journal of Applied Ecology*, 57 (7), 1376–1390. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13622>
- Strand, O., Colman, J.E., Eftestøl, S., Sandström, P., Skarin, A. & Thomassen, J. (2018). *Vindkraft och renar – en kunnskapssyntes.* (6799). <https://www.naturvardsverket.se/om-oss/publikationer/6700/vindkraft-och-renar/>
- Svensson, J., Andersson, J., Sandström, P., Mikusiński, G. & Jonsson, B.G. (2019). Landscape trajectory of natural boreal forest loss as an impediment to green infrastructure. *Conservation Biology*, 33 (1), 152–163. <https://doi.org/10.1111/cobi.13148>
- Tryland, M., Nymo, I.H., Sánchez Romano, J., Mørk, T., Klein, J. & Rockström, U. (2019). Infectious Disease Outbreak Associated With Supplementary Feeding of Semi-domesticated Reindeer. *Frontiers in Veterinary Science*, 6, 126. <https://doi.org/10.3389/fvets.2019.00126>
- Tyler, N.J.C., Hanssen-Bauer, I., Førland, E.J. & Nellemann, C. (2021). The Shrinking Resource Base of Pastoralism: Saami Reindeer Husbandry in a Climate of Change. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 4, 274. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2020.585685>
- Tyler, N.J.C., Turi, J.M., Sundset, M.A., Bull, K.S., Sara, M.N., Reinert, E., Oskal, N., Nellemann, C., McCarthy, J.J., Mathiesen, S.D., Martello, M.L., Magga, O.H., Hovelsrud, G.K., Hanssen-Bauer, I., Eira, N.I., Eira, I.M.G. & Corell, R.W. (2007). Saami reindeer pastoralism under climate change: Applying a generalized framework for vulnerability studies to a sub-arctic social-ecological system. *Global Environmental Change-Human and Policy Dimensions*, 17, 191–206. <https://doi.org/10.1016/J.Gloenvcha.2006.06.001>

- Valente, S., Skarin, A., Ciucci, P. & Uboni, A. (2020). Attacked from two fronts: Interactive effects of anthropogenic and biotic disturbances generate complex movement patterns. *Arctic, Antarctic, and Alpine Research*, 52 (1), 27–40.
<https://doi.org/10.1080/15230430.2019.1698251>
- Vikhamar-Schuler, D., Isaksen, K., Haugen, J.E., Tømmervik, H., Luks, B., Schuler, T.V. & Bjerke, J.W. (2016). Changes in Winter Warming Events in the Nordic Arctic Region. *Journal of Climate*, 29 (17), 6223–6244.
<https://doi.org/10.1175/JCLI-D-15-0763.1>
- Vistnes, I. & Nellemann, C. (2008). The matter of spatial and temporal scales: a review of reindeer and caribou response to human activity. *Polar Biology*, 31, 399–407
- Vistnes, I.I., Nellemann, C., Jordhoy, P. & Stoen, O.G. (2008). Summer distribution of wild reindeer in relation to human activity and insect stress. *Polar Biology*, 31, 1307–1317. <https://doi.org/10.1007/s00300-008-0468-2>
- Warenberg, K. (1997). *Renbete på myrar - Indersökningar inom Vilhelmina södra, Udja och Umbyns samebyar jämte en sammanfattning av tio års myrundersökningar*. Östersund.
- Weladji, R.B. & Forbes, B.C. (2002). Disturbance effects of human activities on Rangifer tarandus habitat: implications for life history and population dynamics. *Polar Geography*, 26, 171–186
- Weladji, R.B. & Holand, Ø. (2006). Influences of large-scale climatic variability on reindeer population dynamics: implications for reindeer husbandry in Norway. *Climate Research*, 32 (3), 119–127
- Wood, S. (2018). Mixed GAM computation vehicle with GCV/AIC/REML smoothness estimation and GAMMs by REML/PQL. *R package version*, 1–8
- Zachrisson, N. (2021). Ikeas vindpark krockar med rennäringen.
<https://sverigesradio.se/artikel/ikeas-vindpark-krockar-med-rennaringen>
- Österlin, C. & Raitio, K. (2020). Fragmented Landscapes and Planscapes—The Double Pressure of Increasing Natural Resource Exploitation on Indigenous Sámi Lands in Northern Sweden. *Resources*, 9 (9).
<https://doi.org/10.3390/resources9090104>

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

Renar, renskötsel och vindkraft

Vinter- och barmarksbete

Forskare vid SLU har studerat hur renar och renskötsel påverkas av vindkraft i drift under vinterbetessäsongen i Mittådalen respektive Tåssåsen samebyar, och i året-runt-markerna i Malå sameby. Forskarna har analyserat GPS-data från renar före etableringen av vindkraft, under byggfas och under driftsfas. Kunskap om hur renskötseln bedrivits och påverkats har inhämtats genom diskussioner med rensköterna i respektive område.

Resultaten pekar på att renar och renskötsel i studieområdena påverkas negativt av vindkraftutbyggnad, men graden och arten av påverkan varierar över året. Vindkraft och annan markanvändning, exempelvis skogsbruk, i kombination med det förändrade klimatet och andra naturliga påverkansfaktorer gör att det är en komplex påverkan. Analyserna av GPS-data från vinterbetesområdena visade att renarna inte undvek vindkraftsanläggningarna. I Tåssåsen var dock renarnas förväntade ökning i användning av höglänta områden under svåra snöförhållanden betydligt lägre i närheten av vindkraftutbyggnaden. På året-runt-markerna i skogen undvek renarna områden nära vindkraft under kalvning och på hösten, men inte under sommaren.

Hela forskningsprocessen, från urval av studieområden till insamling och analys av data har genomförts i nära samarbete med representanter för renskötseln.

