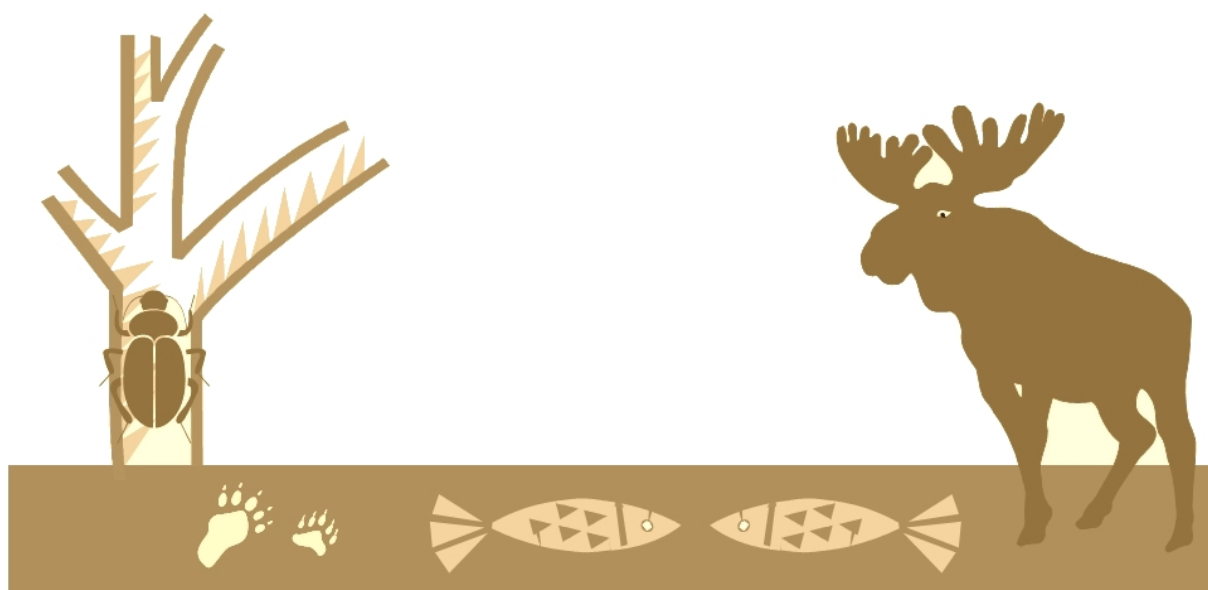




Slutrapport GPS-renar i Jovnevaerie sameby och vindkraftparken Mörttjärnberget, januari 2014 till december 2016

Wiebke Neumann, Fredrik Stenbacka, Holger Dettki, Göran Ericsson



Sveriges Lantbruksuniversitet
Institutionen för Vilt, Fisk och Miljö

Rapport 6

Swedish University of Agricultural Sciences
Department of Wildlife, Fish, and Environmental Studies

Umeå 2017

Denna serie rapporter utges av Institutionen för Vilt, Fisk och Miljö vid Sveriges lantbruksuniversitet, Umeå med början 2011.

This series of Reports is published by the Department of Wildlife, Fish, and Environmental Studies, Swedish University of Agricultural Sciences, Umeå, starting in 2011.

E-post till ansvarig författare wiebke.neumann@slu.se
E-mail to responsible author

Nyckelord Ren, vindkraft, rörelse, fördelning, vinter
Key words

Ansvarig utgivare Göran Ericsson
Legally responsible

Institutionen för Vilt, Fisk och Miljö
Sveriges lantbruksuniversitet
901 83 Umeå

Adress *Department of Wildlife, Fish, and Environmental
Address Studies
Swedish University of Agricultural Sciences
SE-901 83 Umeå
Sweden*



Slutrapport GPS-renar i Jovnevaerie sameby och vindkraftparken Mörttjärnberget, januari 2014 till december 2016

Wiebke Neumann, Fredrik Stenbacka, Holger Dettki, Göran Ericsson



Postadress: SLU, 901 83 Umeå
Besöksadress: Skogsmarksgränd, Universitetsområdet
Telefon: 090-786 81 17
Fax: 090-786 8162
E-post: wiebke.neumann@slu.se
Webb: www.slu.se/viltfiskmiljo

Slutrapport GPS-renar i Jovnevaerie sameby och vindkraftsparken Mörttjärnberget, januari 2014 till december 2016

av Wiebke Neumann, Fredrik Stenbacka, Holger Dettki, Göran Ericsson.

Sida18 Paragraf 1 i sammanfattning saknar en mening.

Gammal text

För att kunna bättre förstå konsekvenserna av landskapsförändringen som vindkraftsparken Mörttjärnberget medför på renars rörelse och områdesanvändning i Jovnevaerie samebys vinterbetesland, analyserade vi positionsdata av renar på två nivåer; inom vintergruppen med vindparken och mellan olika vintergrupper. Den här studien sträcker sig över tre vintrar (januari-mars 2014, december 2014-mars 2015, oktober 2015-april 2016). Vi analyserade positionsdata från 46 olika GPS-märkta uppdelat i två olika vintergrupper; en vid vindparken Mörttjärnberget och en utan. Antalet GPS-märkta renar varierade per grupp och vinter. I den treåriga studien ställde vi fem frågor: 1) hur fördelade sig och utnyttjade renarna området i relation till vindkraftsparken?, 2) hur mycket rörde sig renarna i relation till vindkraftsparken?, 3) hur förflyttade sig renarna genom landskapet i relation till vindparken?, 4) skiljer sig omfattning av områdesanvändning mellan vintergrupperna? Och 5) skiljer sig renarnas rörelseaktivitet mellan grupperna?

Ny text

För att kunna bättre förstå konsekvenserna av landskapsförändringen som vindkraftsparken Mörttjärnberget medför på renars rörelse och områdesanvändning i Jovnevaerie samebys vinterbetesland, analyserade vi positionsdata av renar på två nivåer; inom vintergruppen med vindparken och mellan olika vintergrupper. Vi valde att inte inkludera information om marktäckte utan fokuserade våra analyser på parameter om renarnas rörelse i relation till vindparken eftersom vår fokus var att förstå om vindparken Mörttjärnberget påverkar renarnas rörelse beteende och hur de utnyttjar området. Den här studien sträcker sig över tre vintrar (januari-mars 2014, december 2014-mars 2015, oktober 2015-april 2016). Vi analyserade positionsdata från 46 olika GPS-märkta uppdelat i två olika vintergrupper; en vid vindparken Mörttjärnberget och en utan. Antalet GPS-märkta renar varierade per grupp och vinter. I den treåriga studien ställde vi fem frågor: 1) hur fördelade sig och utnyttjade renarna området i relation till

vindkraftsparken?, 2) hur mycket rörde sig renarna i relation till vindkraftsparken?, 3) hur förflyttade sig renarna genom landskapet i relation till vindparken?, 4) skiljer sig omfattning av områdesanvändning mellan vintergrupperna? Och 5) skiljer sig renarnas rörelseaktivitet mellan grupperna?

Bakgrund

Infrastruktursatsningar kan förändra förutsättningarna för olika typer av markanvändning. Kunskap om och hur vindkraft kan förändra förutsättningarna för renskötselns markanvändning är fortfarande begränsad. Det beror delvis på att vindkraft är en relativt ny typ av markanvändning.

Vindparker är en förändring i landskapet som kan påverka hur djuren rör sig och utnyttjar sina hemområden (Helldin m. fl. 2012, Skarin m. fl. 2015, 2016). Hur frigående djur som renar använder landskapet varierar över tid och rum. Det råder fortfarande oenighet hur mycket och på vilken skala renar påverkas av mänskliga landskapsförändringar som olika typer av infrastrukturprojekt (Skarin & Åhman 2014). För att kunna förstå effekter av landskapsförändringarna är det därför viktigt att utvärdera hur djuren reagerar på olika skalor i tid och rum (Panzacchi m. fl. 2013; Skarin & Åhman 2014). För att kunna svara på det behövs studier över längre tidsramar (Johnson m. fl. 2014). Vad vi kan titta på idag är framförallt effekter som följer omedelbart efter en vindkraftsetablering. För att kunna utvärdera konsekvenserna av en landskapsförändring i djupet, är analyser som baseras på så kallad före-efter-kontroll-påverkan design att föredra. Men ibland finns inte möjligheten att studera situationen före förändringen har skett. Då kan vi ta hjälp av att jämföra djurens beteende i området med exempelvis vindkraftsetablering med beteende i ett kontrollområde som inte har genomgått samma förändring, såväl som vi kan titta på hur djuren uppträder i relation till själva förändringen.

Jovnevaerie sameby och SLU, Institutionen för vilt, fisk och miljö har samverkat om forskning om vindkraftens påverkan på renars rörelse och områdesanvändning i samebyns vinterbetesland. Forskningens syfte var att dokumentera kunskap om renars beteende och rörelse i vinterområden med och utan vindkraftsetablering med hjälp av renar som försedda med GPS-halsband. Positionsdata lagrades i databasen Wireless Remote Animal Monitoring (WRAM) för datavalidering och –förvaltning vid SLU (Dettki m. fl. 2013). Data från projektet kan användas av Jovnevaerie sameby för arbetet med renskötselplaner, men det ingår inte i det aktuella samarbetet.

Inom Jovnevaerie samebys vinterbetesland i Bräcke kommun ligger vindkraftsparken Mörttjärnberget. Vindparken är placerad vid Albacken cirka 25 km öster om centralorten Bräcke. Parkens byggnation startade i juni 2011 och under sommaren 2014 togs den i kommersiell drift. Parken består av 37 vindturbiner och omfattar 13 km² skogsmark. Det finns inga positionsdata före etableringen av vindkraftsparken. För att studera effekterna av vindkraftsparken Mörttjärnberget i renarnas vinterbetesland i Jovnevaerie sameby, analyserade vi därför positionsdata från samebyns renar i två olika vintergrupper; grupp #1 som var placerat norr om Östersund i Krokoms kommun och väl utanför området av vindparken "Mörttjärnberget" och grupp #2 där vindparken ligger centralt i vinterbeteslandet.

Här slutrapporterar vi vad som hänt under tre olika vinterperioderna med 46 GPS-märkta vuxna renvajor i Jovnevaerie mellan januari 2014 och april 2016. Vi har enbart analyserat data från renar där vi kunde samla in positionsdata under minst tre veckor (21 dagar) under

respektive vinterperiod. Vi satte en gräns vid 21 dagar eftersom vi kunde se att områdesskattningar som baseras på färre än 21 dagars positionsdata resulterade i betydligt mindre yta jämfört med renar med positionsdata av en längre period. Därför anser vi för det här datasetet att datamaterial av mindre än 21 dagar inte är representativa. I bilaga 1 beskrivs vilka renar och perioder vi analyserade data av i den här studien.

Forskningsbidraget kom från SSVAB (Statkraft SCA Vind AB), numera SVAB (Statkraft Vind AB). Projektledare vid SLU var Wiebke Neuman som fick uppdraget delegerat till sig från Göran Ericsson. Till projektet fanns en rådgivande styrgrupp där endast SLU och Jovnevaerie sameby var representerade. SLU:s huvudansvar var datainsamling, datalagring, analys, och rapportering. Jovnevaerie sameby hade en rådgivande roll gentemot SLU vad gäller analyser, resultat och rapportering. SLU och Jovnevaerie sameby deltog i den gemensamma, rådgivande styrgruppen. Styrgruppen sammanträdde minst en gång per år.

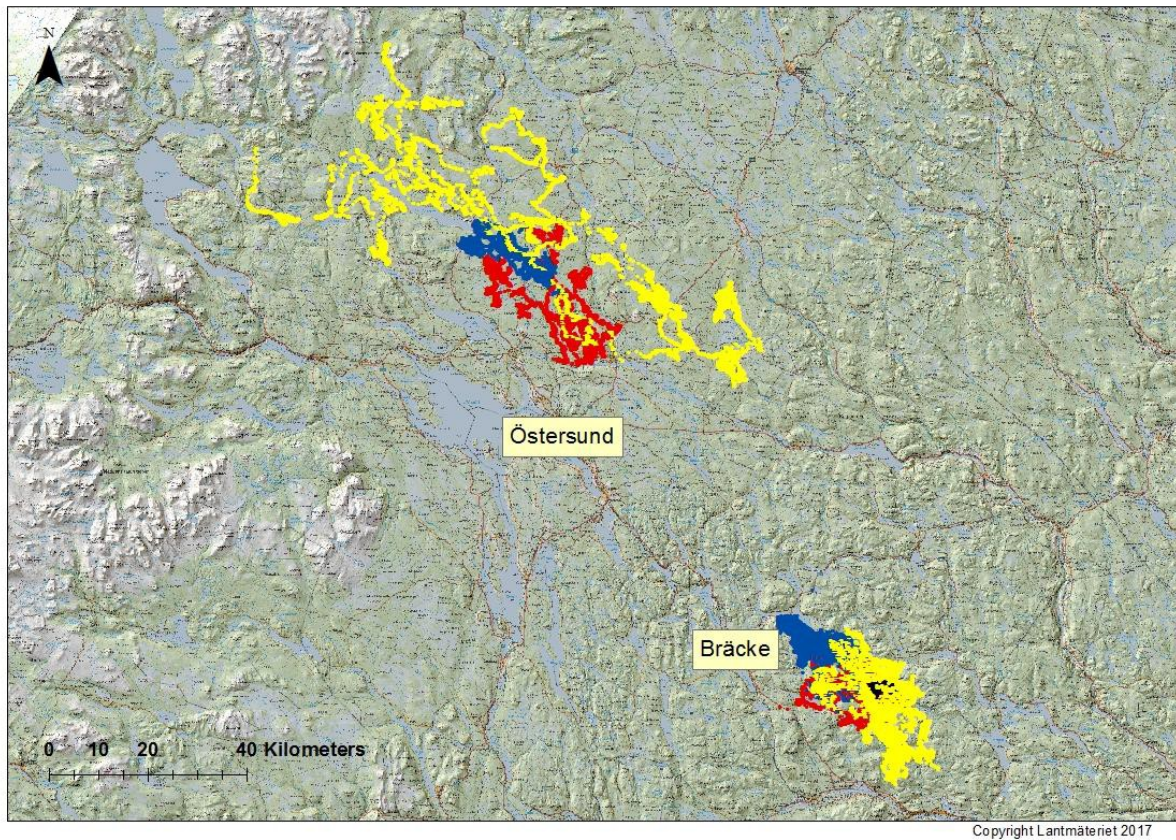
Märkning och överlevnad

Under perioden januari 2014 till slutet av december 2016 samlade vi in positionsdata av totalt 70 vuxna renvajor med GPS/GSM-halsband. Tjugotre av dessa 70 renar märktes först under hösten 2016 och ingår inte i någon av analyserna. För 47 renar sammanfaller datainsamlingen med tre olika vinterperioder: januari-mars 2014, december 2014 – mars 2015 och oktober 2015 – april 2016. En ren (#13927, vintern 2015/2016) lämnade dock aldrig fjällområdet och ingår inte i någon av analyserna. I mitten av januari 2014 märktes 20 renar och i december 2014 märktes ytterligare 14 stycken, samt på tre renar bytte vi halsband. I början av februari 2015 märktes fyra renar till. Under andra halvan av 2015 skulle en stor del av halsbanden tas av för batteribyte. Tyvärr kunde merparten av dessa renar inte samlas in under sommar-/höstsamlingen och bara nio nya renar kunde märkas. Det missade batteribytet ledde till att många sändare slutade samla in positioner under vintern 2015/2016, vilket resulterade i ett litet stickprov under denna vintersäsong för vintergruppen vid vindparken.

För att samla in grundläggande data togs en position varje 30:e minut. Halsbandet samlade sju positioner innan informationen skickades via textmeddelande (SMS) till SLU som lagrade alla positioner i en databas och också ritade upp rörelsemönster för varje ren på en hemsida. Vid ett tidsintervall av 30 minuter betydde det att var 3,5 timme skickades ett textmeddelande till servern och positionerna uppdaterades på hemsidan. Ibland uppdaterades positionerna på hemsidan inte enligt tidsintervallerna av olika anledningar. Under sommarperioden berodde det oftast på att djuren rörde sig i fjällen utanför mobiltäckning och halsbandet kunde därmed inte skicka ett sms till servern. GPS-delen av halsbandet kan fortfarande beräkna positioner även då det inte finns GSM-täckning, positionerna sparas i halsbandet och skickas när det kommer tillbaka till mobiltäckning. Med halsbandets ålder sjunker batterinivån. GSM-delen är den del som kräver mest energi och slutar skicka SMS när batterinivån blir låg. För att kunna följa djuren i direkttid är det därför viktigt att byta halsbandet i tid. Men även för renar vars halsband har slutat att skicka SMS med positioner, beräknar GPS:en fortlöpande positioner som sparas i halsbandet och som kan laddas ner när halsbandet plockas in. Sammantaget betyder det att alla halsband innehåller värdefulla data och det är viktigt att vi får tillbaka dem när/om de återfinns.

Under dessa tre vintrar samlade vi i genomsnitt 4 152 positioner per ren $\pm 2 105$ SD (575-9383) (Figur 1). Under 2014 tappade vi kontakt med tre renar tidigt under året; två direkt i februari 2014 (#13924 18:e feb, #13886 25:e feb) i vinterbeteslandet. Ren #13886:s halsband kunde hittas och samlades in i januari 2015. Halsbandet #13924 har ännu inte återfunnits. I slutet av april dog ren #11820 och halsbandet flyttades till ett nytt djur. I slutet av juni försvann ren #13622 i Ansättensfjällen, halsbandet hittades och samlades in igen i december 2014. Vid vårkanten 2015 visade halsbanden #13891 och #13913 kluster nordväst om Landön och nordöst om Rismon. Samebyn kunde samla in dessa två halsband under

2016. Alla andra halsband vi hade tappat kontakt med under perioden på grund av batterislut samlades in senast under sommar-/höstsamling 2016.



Figur 1. GPS-positioner under projektets tre vintrar (januari-mars 2014 (röd), oktober 2014 – mars 2015 (blå), december 2015 april 2016 (gul)) när renarna är uppdelade i olika vintergrupper.

Vindkraft

Renen är en utpräglad vandrare och förflyttar sig över stora ytor i ett landskap som är alltmer påverkat av människor och infrastruktur. En viktig del av forskningen är att dokumentera och ta fram grundläggande data hur renar reagerar på förändringar i landskapet över tid. En stor fördel med GPS-halsband (jämfört med VHF tekniken) är att GPS-halsband samlar in data 24 timmar om dygnet, året runt. Med detaljerade positionsdata kan vi till exempel studera var djuren placerar sina hemområden och hur djuren rör sig inom dessa områden och hur de använder eller utnyttjar hemområdena i relation till tänkbara störningskällor i landskapet. Vi kan också studera sambandet mellan rörelse och landskapet, samt eventuell påverkan från vindkraft eller andra infrastrukturstörningar. Även för små tidsintervaller mellan positioner vet vi inte var djuren har varit under den tiden där ingen position beräknas. Därför använde vi oss av Brownian Bridge metoden för att beräkna kärn- och hemområden där renarna rörde sig i (50 % och 95 % områdesskattningar; Horne m. fl. 2007). Jämfört med andra metoder som beräknar djurens hemområden, tar Brownian Bridge metoden hänsyn till tid och avstånd mellan enskilda positioner, samt djurens förflyttningsbeteende och är särskilt lämplig för GPS-data som ofta tas med korta tidsintervaller. Till exempel innebär långa tidsavstånd mellan två positioner att ytan där djuren potentiellt kan ha varit är större än om avståndet mellan positioner är mindre.

Vi delade in renarna i två grupper; grupp #1 som inte hade vindparken "Mörttjärnberget" i sitt vinterområde och grupp #2 som hade vindparken "Mörttjärnberget" i sitt vinterbetesland. För att skatta hur frigående djur använder sitt omgivande landskap brukar man inom rörelseekologin kalkylerar så kallad 95 % områden som tar hänsyn till 95 % av alla positioner som har samlas in för det djuret. Att ta 95 % och inte 100 % av alla positioner är en vanlig rutin inom rörelseekologin och har visat sig att de ger en stabil områdesskattning utan att ta hänsyn till eventuella positioner som inte följer mönstret hur djuret använder landskapet och därmed skulle kunna ge missvisande resultat. I den här studien beskriver 95 % områdesskattning renarnas vinterområde, det vill säga ytan de rörde sig över under hela vintersäsongen. Områdesskattning på 75 % beskriver områden som utnyttjas något mer och omfattar 75 % av alla positioner. Djurens kärnområden beskrivs av den 50 % områdesskattningen som visar områden som utnyttjas väldigt mycket (omfattar 50 % av alla positioner) och som därmed är särskilt viktiga för djuren. En områdesskattning på 25 % beskriver områden där djuren uppehöll sig väldigt mycket.

För att utvärdera mer detaljerat hur renarna reagerar på vindkraftsparken tittade vi på tre olika saker inom vintergruppen vid Mörttjärnberget; 1) hur renarna fördelade sig och utnyttjade området i relation till vindkraftsparken, 2) hur mycket de rörde sig i relation till vindkraftsparken och 3) hur de förflyttade sig genom landskapet i relation till vindparken. Först analyserade vi om det fanns brytpunkter i renarnas beteende i relation till avståndet till vindkraftsparken med hjälp av en regressionsmodell för att besvara frågan om renarna ändrade sitt rörelse- och aktivitetsbeteende vid ett visst avstånd till vindkraftsparken? För att kunna göra dessa analyser kopplade vi renarnas fördelning inom hemområden (95 % skattning) och kärnområden (50 % skattning), samt varje rens GPS-positioner med en avståndskarta till vindparken (upplösning 25x25 meter). I nästa steg testade vi om renarna ändrade sin användning av området eller rörelsehastighet genom att jämföra beteendet av renarna som

fanns närmare vindparken med sådana som var längre bort.

Under de tre vintrar som ingår i den här studien släpptes renarna i vintergruppen vid Mörttjärnberget vid två olika ställen. Första och tredje vintern släpptes renarna väst om Hällnäset, medan de släpptes längre norrut vid Skåsjön, söder om Gimdalen den andra vintern.

Aktiviteten inom vindparken Mörttjärnberget varierade över projektets tre vintersäsonger. Förutom det vardagliga underhållsarbetet inom parken, så kördes parken i provdrift med fokus på testkörningar, justeringar, och intrimningar under projektets första vinter (januari-mars 2014). I stora delar av parken var vägarna plogade. Under perioden från slutet av februari till och mars förekom lågfrekvent ljudstörning. Under projektets andra vinter (december 2014 – mars 2015) pågick det underhållsarbete inklusive årsservice som innebar ett intensivt arbete under cirka en vecka per turbin. Dessutom pågick ett arbete med att avlägsna delar av ett maskinhus med mobilkran. I vanligt fall rörde sig 6-10 personer i parken som arbetade med inom dagliga driftsorganisationen. I samband med det snöröjdes alla vägar inom parken. Under tredje vintersäsongen (vinter 2015/2016) jobbade 7-8 personer dagligen inom parken med driftsorganisationen. Under denna vinter pågick också ett arbete med att lyfta ner rotor och vingarna vid turbinerna som omfattade 4 personer och 3-5 turbiner per dag, full utrustade servicebilar, med varierande körsträcka och åtgärdstid per turbinområde. Från och med den vintern ändrades också rutinerna där alla vägar inom parken därefter snöröjdes av arbetsmiljö- och säkerhetsskäl.

Fyra av de GPS-märkta renarna (#13886, #13887, #13889, #13916) vistades vid enstaka tillfällen inom vindparken (Bilaga 2A,B). Av dessa fyra renar var det bara två renar som rörde genom parken (# 13889, #13916, Bilaga 2B). Ren #13886 hade bara en position inom parken under första vintern som dock ligger utanför renens hemområdesskattning och ren #13887 rörde sig vid ytterkanten av parken och hade fyra positioner som ligger inom parken (Bilaga 2A,B). Vistelse i parken av renarna #13887, # 13889 och #13916 skedde under tredje vintern 2015/2016. Förutom dessa fyra renar har vi ingen dokumentation av de GPS-märkta renarna inom vindparken under den tid som vi har analyserat.

För våra analyser använde vi olika typer av så kallad *mixed models* som tar hänsyn till icke-linjära samband och variation mellan olika renar, samt att de kan hantera data som repeteras, och data som är auto-korrelerat; positioner som ligger nära i tid är mer lik än positioner med längre tidsspann (Pinhero och Bates 2002, Wood 2006). Djurens svar på en störning är inte nödvändigtvis linjärt (till exempel mer/mindre påverkan med mer/mindre avstånd till störningar). För att bättre kunna förstå effekterna av en förändring i landskapet är det därför relevant att testa för icke-linjära samband. Vissa djur är kan vara känsligare för förändringar än andra. Att fånga upp denna variation mellan olika renar är viktigt för att förstå effekterna på en större grupp utöver den enskilda individen.

Fördelning i området

I figur 2 nedan visar vi fördelningen av 46 GPS-märkta renar under tre olika vintrarna (januari-april 2014, december 2014-mars 2015 och oktober 2015-april 2016). Sex renar bytte grupp mellan olika vintrar. Detta medförde att summan av antalet olika renar per grupp är större än

totala summan av antal renar vi analyserade data på. För två renar i vintergrupp #1 (kontrollgrupp utanför vindparken "Mörttjärnberget") hade vi bara data för mindre än 21 dagar och därför uteslöt vi dessa två renar från analyserna (Bilaga 1). Detta gjorde att stickprovet fram för allt under andra vintern i den här gruppen var litet (n=5). Grupp #1 omfattade därmed 19 olika renar (varav två renar fanns i den här gruppen under två vintrar (Bilaga 1) – därmed beräknades totalt 21 olika hem- och kärnområden i den här gruppen). Positioner som analyserades omfattar perioden 17:e januari - 9:e mars 2014 (projektets första vinter), 6:e december 2014 - 18:e mars 2015 (projektets andra vinter), samt 24:e november 2015 – 15:e april 2016 (projektets tredje vinter; Bilaga 1).

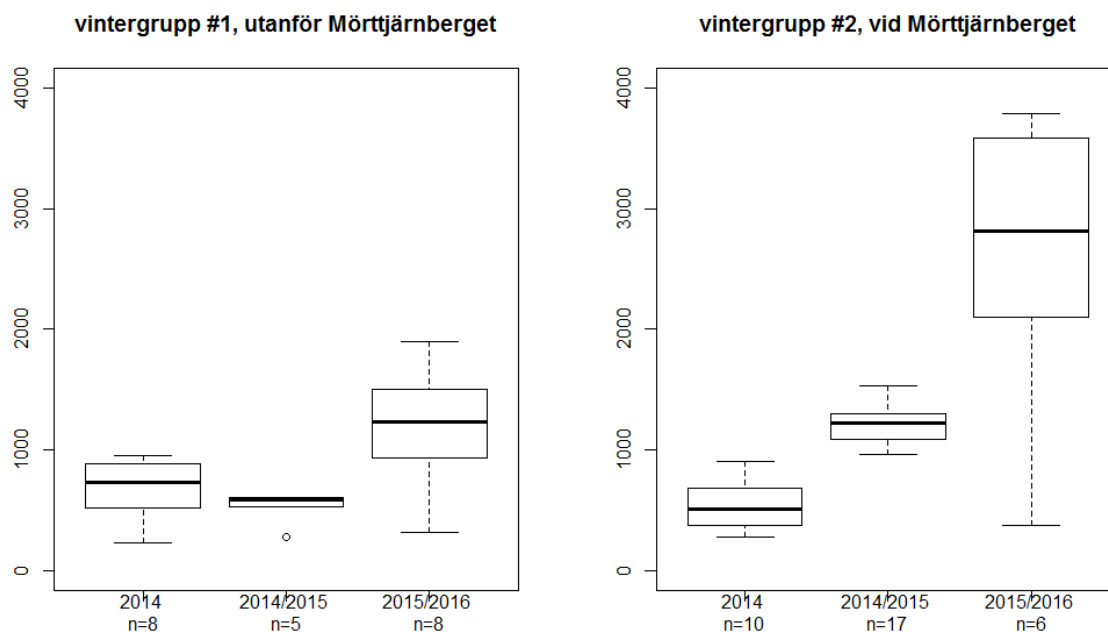
I grupp #2 ingick 31 olika GPS-märkta renar som hade sitt vinterbetesland i området intill vindkraftsparken (varav två renar fanns i den här gruppen under två vintrar (Bilaga 1) – därmed beräknades totalt 33 olika hem- och kärnområden i denna grupp). I denna grupp analyserade vi positionsdata under tre vintrar (17:e januari - 9:e mars 2014 (första vinter), 6:e december 2014 - 18:e mars 2015 (andra vinter), 19:e oktober 2015 – 2:a april 2016 (tredje vinter); Bilaga 1). Med två av 31 renar tappade vi kontakt under andra halvan av februari (#13886, #13924). Data av båda dessa renar är dock med i analyserna eftersom vi har data från mer än 21 dagar (Bilaga 1).

Tabell 1. Genomsnittlig storlek av vinterområden för renar med och utan vindpark i vinterbetesland.

95 % skattning (hemområde i vinterbetesland, område renar rör sig över)		
Vintergrupp #1 utan vindpark [ha] ± SE	Vintergrupp #2 med vindpark [ha] ± SE	
898 ha ± 96 (234-1895 ha)	1256 ha ± 152 (277-3782 ha)	Skillnad
(n=21 områden, 19 olika renar)	(n=33 områden av 31 olika renar)	(F _{1,50} =2.3, p=0.03)
50 % skattning (kärnområde i vinterbetesland, område renar använder särskilt mycket)		
Vintergrupp #1 utan vindpark [ha] ± SE	Vintergrupp #2 med vindpark [ha] ± SE	
100 ha ± 10 (20-216 ha)	173 ha ± 22 (12-564 ha)	Skillnad
(n=21 områden, 19 olika renar)	(n=33 områden av 31 olika renar)	(F _{1,50} =2.7, p=0.009)

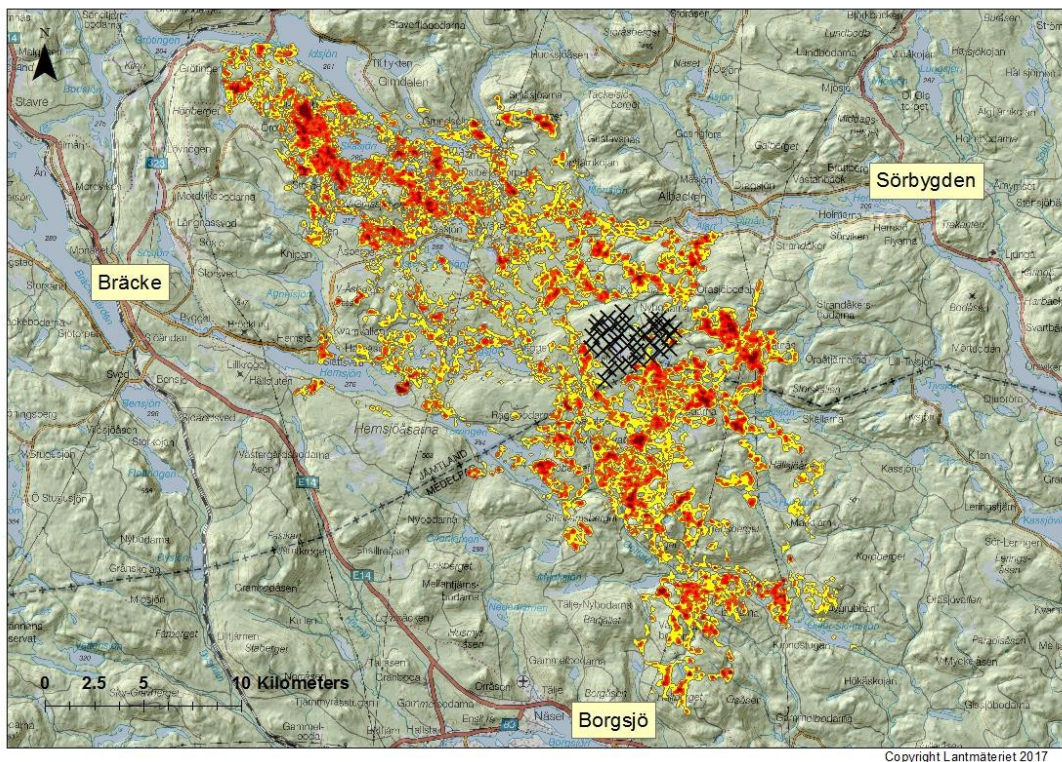
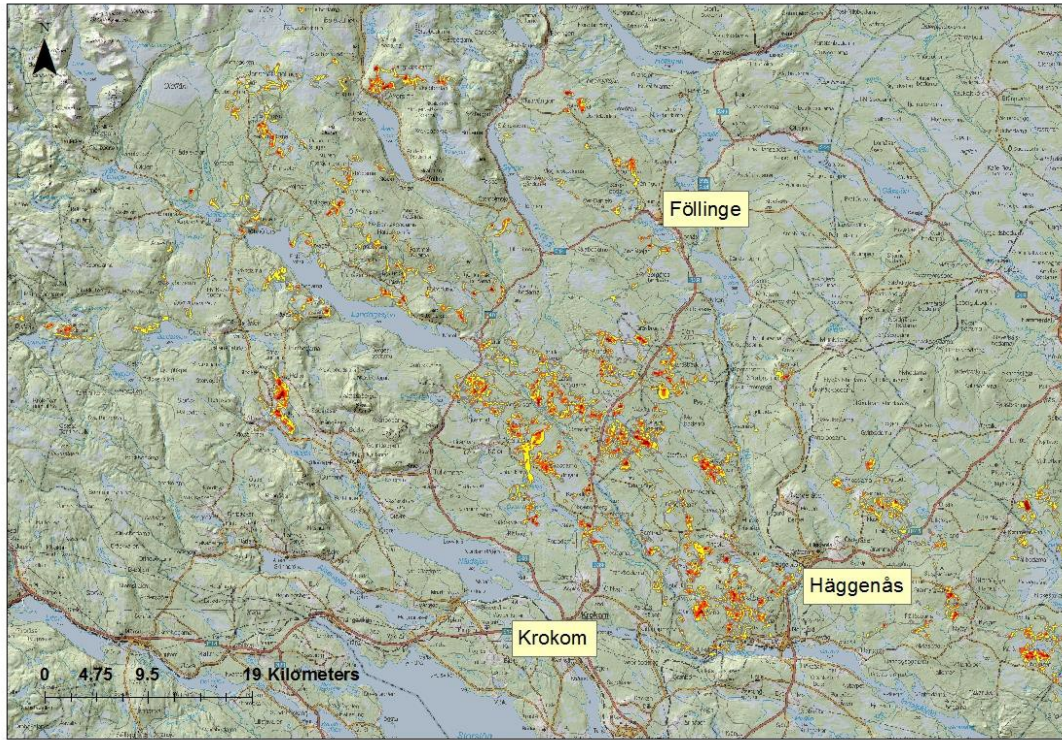
I genomsnitt hade renarna i grupp #2 (med vindpark Mörttjärnberget) större hem- och kärnområden än renarna i vintergrupp #1 (utan vindpark, Tabell 1, Figur 3). Skillnaden var mer

tydligt för kärnområden än hemområden (Tabell 1). För båda grupperna varierade storleken av hemområdena mellan vintrarna (vinter 2014 kontra vinter 2014/2015: $F_{1,4} = 5.5$, $p=0.006$, vinter 2014 kontra vinter 2015/2016: $F_{1,4} = 6.8$, $p=0.002$, *linear mixed model*; Figur 2).



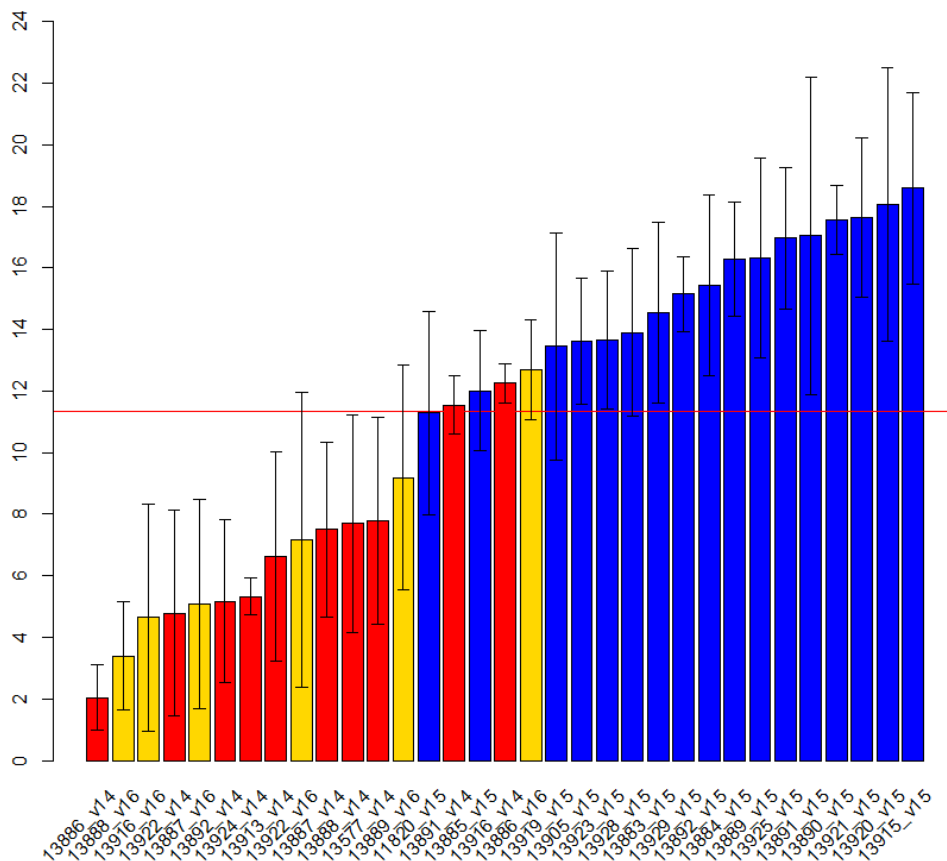
Figur 2. Storlek [ha] av hemområden i grupp #1 (21 renar, kontrollgrupp utan vindkraftspark) och grupp #2 (31 renar, vid vindkraftspark Mörttjärnberget) i Jovnevaerie sameby i vinterbetesland under tre vintrar (januari-mars 2014, december 2014-mars 2015, oktober 2015-april 2016).

Vi ser att olika renar rör sig över olika stora områden och det skapar variation. För att förstå variationen i områdesstorlek är det intressant att titta på hur mycket variation som kan förklaras om ett område kommer från en viss vintergrupp, från en viss vinter eller från en viss ren. Vi fann att skillnaden mellan olika renar förklarade 36 % av variationen i hemområdesstorlek och 51 % av variationen i storlek av deras kärnområden. Skillnaden mellan vintrarna förklarade 63 % (hemområden) respektive 30 % (kärnområden) av variationen i storlek. Skillnad mellan vintergrupperna förklarade bara en liten del av variationen i storlek (hemområden: <1 %, kärnområden: 8 %). Detta betyder att olika vintrar har ett stort inflytande över hur stor yta djuren rör sig generellt i vinterbeteslandet. På kärnområdes nivå däremot betyder det att olika renar har ett stort inflytande över ytan som används mer intensivt (storleken av kärnområden). Vi vill dock påpeka att antalet av renar som fanns i samma grupp under flera vintrar är litet. Det kan betyda att effekten av olika renar och olika vintrar kan gå in i varandra.



Figur 3. Fördelning av 95 % (gul), 75 % (orange), 50 % (röd) och 25 % (mörkröd) områden för grupp #1 (överst; 21 renar, kontrollgrupp utan vindkraftspark) och grupp #2 (nederst; 31 renar, vid vindkraftspark Mörttjärnberget) i Jovnevaerie sameby i vinterbetesland under tre vintrar (januari-mars 2014, december 2014-mars 2015, oktober 2015-april 2016).

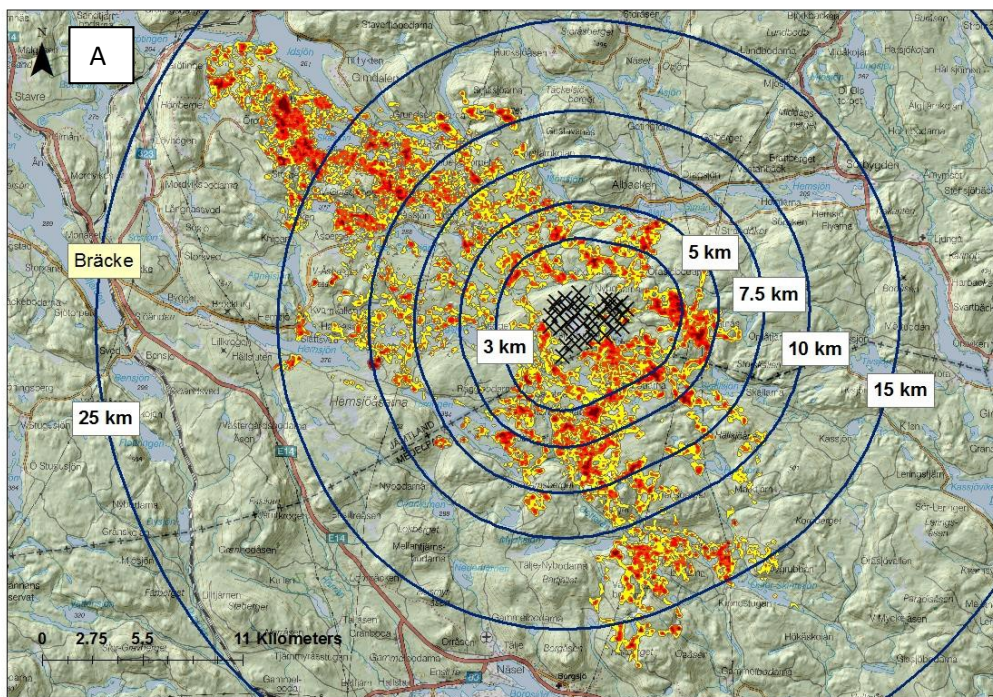
Ett sätt att visa hur djuren reagerar på etableringen av en vindkraftspark är att titta på djurens kärnområden i relation till parken. Medelavståndet av kärnområden till vindparken pekar på en del variation mellan renar (Figur 4). Det fanns några renar som hade sina kärnområden i genomsnitt närmare vindkraftsparken än andra som hade dem långt ifrån anläggningen ($p < 0.0001$, *Sign Median test*). Det genomsnittliga avståndet från en rens kärnområde till vindkraftsparken var 12 km (medel; röda linjen, min 2 km, max 19 km, baserad på zonal statistisk, Figur 4). Medelavståndet för de olika renarna visar också att få kärnområden placerades nära vindparken, utan merparten längre bort än 7.5 km och 10 km (24 områden och 20 områden av 33, Figur 4). Framförallt under vintern 2014/2015 höll renarna ett större genomsnittligt avstånd till vindparken jämfört med de två andra vintrarna (Hemområden: $\chi^2 = 22.0$, $df = 2$, $p < 0.0001$; Kärnområden: $\chi^2 = 22.3$, $df = 2$, $p < 0.0001$, *Kruskal-Wallis test*, Figur 4, Bilaga 3).



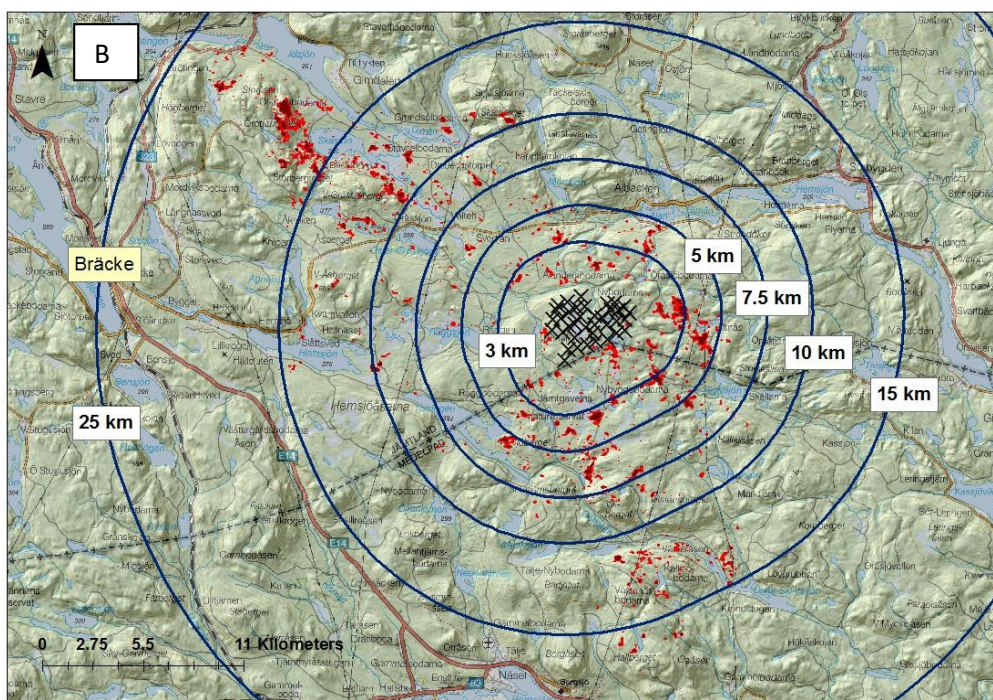
Figur 4. Genomsnittligt avstånd i meter (\pm SD) av renar ($n=31$, 33 områden) i Jovnevaerie sameby till vindkraftsparken "Mörttjärnberget" inom kärnområdet (50 % skattning) i vinterbetesland under tre vintrar (januari-mars 2014 (röd), december 2014-mars 2015 (blå), oktober 2015-april 2016 (gul)).

Tittar vi även på hur användningen fördelas ser vi att renarna använde områden omedelbart vid vindparken och så långt som 24 km bort (Figur 5). Djuren fördelades dock sällan jämt i ett område. Det är därför viktigt att analysera *hur* användning av områden fördelades i landskapet. Här testade vi för en brytpunkt där renarna tydligt ändrade sitt beteende i användningsintensitet i relation till avstånd till vindparken Mörttjärnberget. I nästa steg testade vi om intensitet i områdesanvändning skiljer sig åt mellan områden på var sida av brytpunkten.

På hemområdesnivå ändrade renarna sin användning av områden vid ett avstånd av 8 km till vindparken (8 373 meter), men vi hittade ingen skillnad i hur intensivt områdena inom 8 km meter till vindparken och längre bort användes ($p > 0.05$, Figur 5A). Inte heller ändrade djuren sin användning inom 8 km till parken ($p > 0.05$), utan inom detta avstånd använde renarna alla delar av området lika mycket oberoende hur långt eller nära de var vindparken. Inom sina kärnområden ändrade renarna sitt beteende hur de utnyttjade området vid ett avstånd av 15 km ifrån vindparken (15 464 meter, Figur 5B). Vi fann att renarna använde områden som låg bortanför 15 km ifrån vindparken mer intensivt jämfört med områden som låg närmare ($z = 3.2$, $p = 0.002$, *generalized linear mixed model*); utanför ett avstånd av 15 km ifrån vindparken fanns det en större andel av intensivt utnyttjade områden än inom detta avstånd. Väl inom 15 km ifrån vindparken utnyttjade renarna dock området lika mycket oberoende hur långt de var ifrån vindparken ($p > 0.05$).



Copyright Lantmateriet 2017

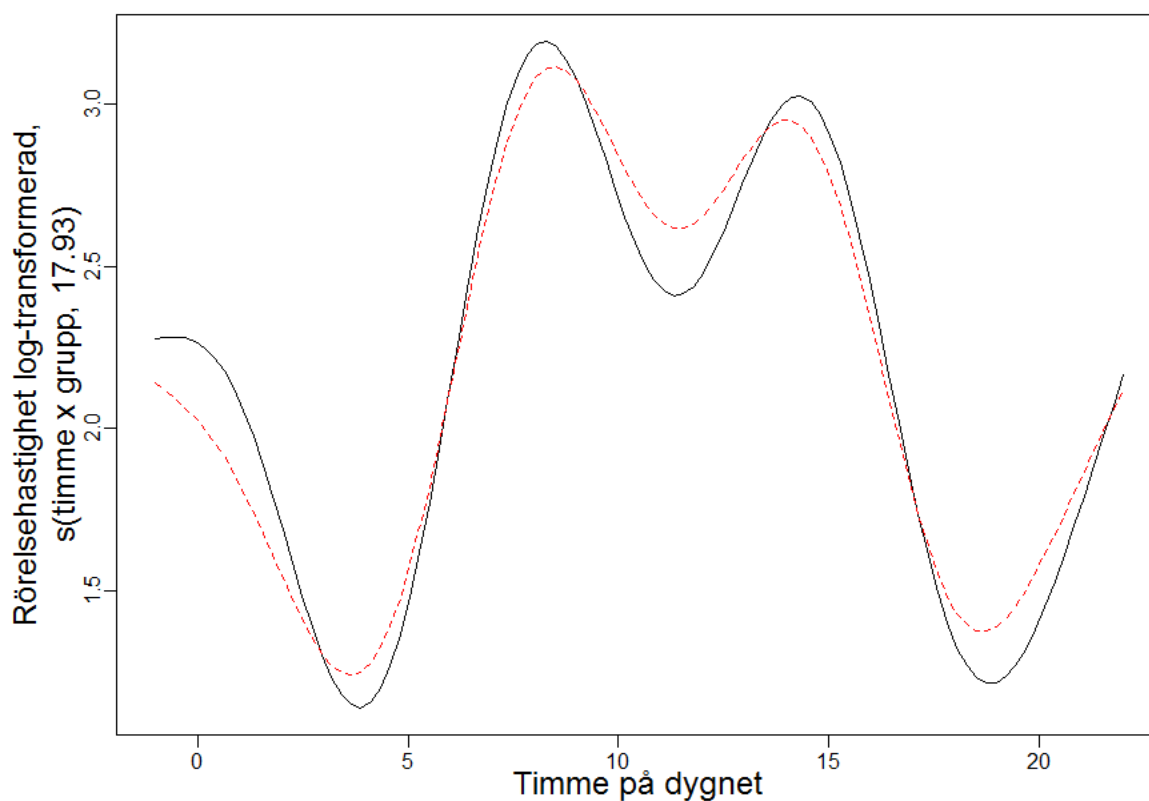


Copyright Lantmateriet 2017

Figur 5. Fördelning av Jovnevaerie samebys renar i vintergruppen vid Mörttjärnberget (grupp #2, 31 renar, 33 områden) i avstånd till vindkraftspark under tre vintrar (januari-mars 2014, december 2014-mars 2015, oktober 2015-april 2016). Blåa linjer markerar olika avstånd till vindparken (3 km – 25 km). A) Fördelning av hemområden (95 % skattning i gul) och kärnområden (50 % skattning, röd). B) Fördelning av enbart kärnområden (50 % skattning).

Rörelseaktivitet

Störningar kan påverka djurens rörelseaktivitet så att djuren blir mer aktiva andra tider än de brukar vara. Vi jämförde därför renars rörelsehastighet [m hr⁻¹] i vinterbetesland mellan grupp #1 (utan vindpark) och grupp #2 (med vindpark) under de tre vintersäsongerna. Jämfört med renarna vid vindparken, så var renarna i grupp #1 (utan vindpark) mer aktiva tidigt på morgon (04:00 och 05:00) och under dagtid (mellan 09:00 och 12:00), medan de rörde sig mindre under nattetid (mellan 00:00 och 01:00; $p < 0.05$, *linear mixed model*; Figur 6).



Figur 6. Rörelsehastighet (meter per timme) av renarna i Jovnevaerie sameby under vintertid. Renar i vintergrupp #1 utan vindpark (röd streckad linje) och vintergrupp #2 vid vindparken Mörttjärnberget (svart linje). *Generalized additive mixed model*.

En landskapsförändring som vindparksetablering kan påverka renarnas betesro i närheten av en vindpark (Skarin m fl. 2016), samt vilken väg djuren väljer att röra sig genom landskapet (Skarin m fl. 2015). För att utvärdera mer detaljerat hur renar reagerar på vindkraftsparken tittade vi på två olika saker; (1) hur mycket rör de sig och hur varierande deras rörelsehastighet var i olika avstånd till vindkraftsparken och (2) hur de rör sig genom landskapet i relation till vindparken.

De GPS-märkta renarna rörde sig i ett avstånd mellan 0 meter och 24 km till vindparken. Vid ett avstånd av 7 km (7 183 meter) till vindparken ändrade renarna sitt rörelsebeteende, men varken rörelsehastighet eller variationen i rörelse skiljde sig åt när renarna rörde sig inom ett avstånd av 7 km till vindparken eller bortanför (rörelsehastighet: $p > 0.05$, *linear mixed model*; variationskoefficient: $p > 0.05$, *Wilcoxon Sign Rank test*). Väl inom 7 km till vindparken kunde vi inte heller se något samband mellan renarnas rörelsehastighet och avståndet till vindparken ($p > 0.05$). Tidigare studier har tittat på djurens respons på en potentiell störningskälla med hjälp av olika avståndsklasser (Skarin och Åhman 2014; Skarin m fl. 2015). Vi delade därför positionerna i sex olika avståndsklasser till vindparken (<3km, >3km och <5km, >5km och <7.5km, >7.5km och <10km, >10km och <15km, >15km). Renarna visade samma rörelsehastighet i alla avståndsklasser, förutom de som rörde sig mer än 15km ifrån vindparken där de där rörde sig något långsammare. Vi hittade ingen skillnad mellan de olika avståndsklasserna i hur mycket rörelsehastigheten varierade (variationskoefficient: $p > 0.05$, *Friedman test*).

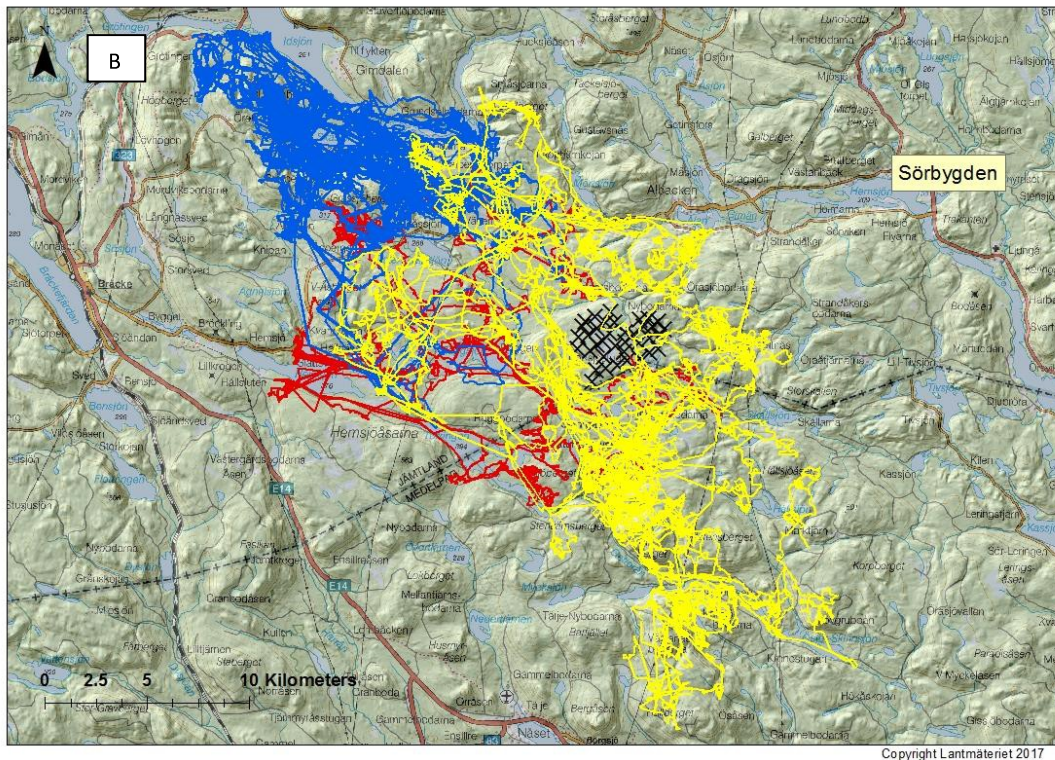
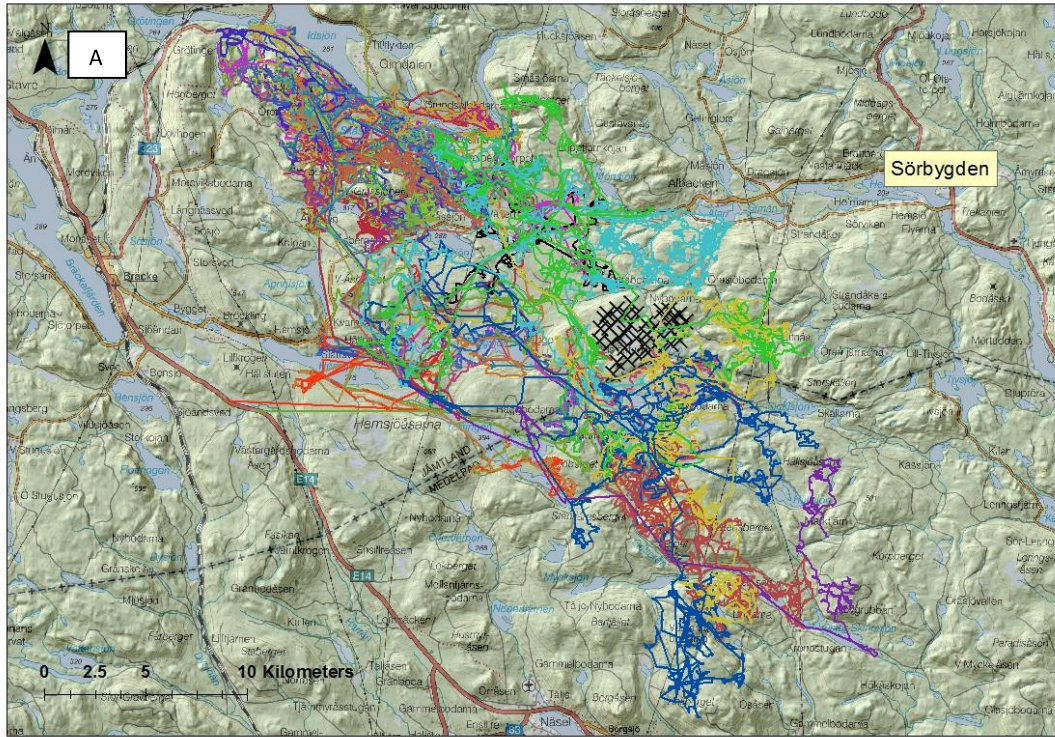
Att sammanlägga djurens positioner i tidsmässig ordning beskriver deras förflyttningar ("rörelsebana") som ger en bättre bild om djurens samverkar med sin omgivning (Figur 7A). Data som har samlats in med korta tidsintervaller är särskilt intressanta eftersom vi då får en bättre uppfattning om var djuren har varit och hur de har kommit dit. Djurets förflyttningar upplyser till exempel om hur snabbt djuret har rört sig, vilka livsmiljöer eller terräng det har passerat, i vilka livsmiljöer det väljer att stanna till, har djuret gått ganska riktat eller har det ofta ändrat riktning?

Under projektets första vinter släpptes en grupp renar tillsammans med de GPS-märkta renarna lite senare än huvudhjorden. Enligt renskötare inom Jovnevaerie sameby anslöt sig denna grupp av renar aldrig till huvudhjorden under vinterperioden. Det ledde troligen i sin tur till att de GPS-märkta renarna under denna vinter inte förflyttade sig i samma omfattning som huvudhjorden som förmodligen följde en sydöstlig riktning mer lik förflyttningar vi kunde se under tredje vintern (Figur 7B). Under tredje vintern delade sig renhjorden på vägen förbi vindparken Mörttjärnberget (Figur 7B). Det betydde att en del av renarna rörde sig på norra sidan av parken medan andra gick söderut längs parkens östra sida (Figur 7B). I vintergrupp #2 vid vindparken Mörttjärnberget var antalet GPS-märkta renar enbart sex stycken, vilket var färre än under de två tidigare vintrarna (2014: 10 renar, 2014/2015: 17 renar). Små stickprov löper alltid risk att ett få antal individer har stort inflytande i resultaten och anses därmed mindre pålitligt. Vi ser att dessa sex renar rörde sig över ett betydligt större område och visar en mer riktad rörelse än renarna under de två tidigare vintrarna (Figur 2, Figur 7B). Under första och tredje vintern släpptes renarna i samma område och vi kan se att renarnas rörelsemönster under dessa vintrar har vissa likheter (Figur 7B). Detta tyder på att förflyttningarna kunde ha varit mer lika om de GPS-märkta renarna under första vintern skulle ha anslutit sig till huvudhjorden. Men eftersom vi saknar motsvarande positionsdata som kan bekräfta detta, kan vi inte uttala oss mer om detta.

Av de sex GPS-märkta renarna under tredje vintern, rörde sig fem förbi vindparken varav fyra gick i sydöstlig riktning medan en ren svängde nordost (Bilaga 4). En visuell observation gör tydligt att renarna ändrade rörelseriktning norr om byn Räggen som ligger cirka 2.5 km väst om vindparken längre ner i terrängen (Bilaga 4). En punktanalys av förändringar i beteende

baserad på rörelsedata (*Behavioural Change Point Analysis*, BCPA) identifierade för alla fem renar brytpunkter i beteende (det vill säga sammanfall av förändring i rörelsehastighet, -variation och hur riktad rörelsen är, Bilaga 4). För några renar överensstämde sådan brytpunkt med den visuella observation, men inte för alla överlappade brytpunkten exakt med den visuella observationen (Bilaga 4). Resultaten från BCPA metoden visar att renarna varierade i sitt beteende (Bilaga 4): några rörde sig väldigt riktad några kilometer söderut förbi parken, delvis med ökade hastighet (tjockare linje, till exempel # 13889, # 13916, #13922), medan några rörde sig mindre riktad och hastigt (till exempel #13887, #13888; Bilaga 4).

Snöförhållanden påverkar hur lätt eller svårt djuren kan förflytta sig genom det omgivande landskapet. Generellt kan vi säga att snödjupet i sig bara ger begränsad information, utan det är fram för allt snökvalitet som kan inverka på djurens rörelse och därmed vilka områden de kan använda. Det är omöjligt att få information om snökvalitet över större skala eftersom förhållandena varierar väldigt lokalt. Lufttemperatur och framförallt snödjupet varierade mellan områden av de två vintergrupperna (Bilaga 5). Eftersom vi saknar information om hur snöförhållandena har varit för en enskild ren en enskild dag, kan vi inte dra någon slutsats i huruvida dessa variationer kan ha påverkat renarnas rörelse i respektive vintergrupp.



Figur 7. Förflyttningar (rörelsebanor) av 31 renar i Jovnevaerie sameby i vintergrupp #2 vid vindparken Mörttjärnberget (svarta kryss) under de tre vintrar. A) 33 olika förflyttningar/rörelsebanor, B) tre olika vintrar 2014 (röd, 10 förflyttningar), 2014/2015 (blå, 17 förflyttningar), 2015/2016 (gul, 6 förflyttningar).

Sammanfattning

För att kunna bättre förstå konsekvenserna av landskapsförändringen som vindkraftsparken Mörttjärnberget medför på renars rörelse och områdesanvändning i Jovnevaerie samebys vinterbetesland, analyserade vi positionsdata av renar på två nivåer; inom vintergruppen med vindparken och mellan olika vintergrupper. Den här studien sträcker sig över tre vintrar (januari-mars 2014, december 2014-mars 2015, oktober 2015-april 2016). Vi analyserade positionsdata från 46 olika GPS-märkta uppdelat i två olika vintergrupper; en vid vindparken Mörttjärnberget och en utan. Antalet GPS-märkta renar varierade per grupp och vinter. I den treåriga studien ställde vi fem frågor: 1) hur fördelade sig och utnyttjade renarna området i relation till vindkraftsparken?, 2) hur mycket rörde sig renarna i relation till vindkraftsparken?, 3) hur förflyttade sig renarna genom landskapet i relation till vindparken?, 4) skiljer sig omfattning av områdesanvändning mellan vintergrupperna? Och 5) skiljer sig renarnas rörelseaktivitet mellan grupperna?

Som förväntat ser vi skillnader mellan olika renar – en del hade jämförelsevis mindre hemområden medan andra rörde sig över en större yta. Vi kan också se att några renar rörde sig nära vindparken, medan andra aldrig var i närheten. För att kunna fånga in helhetsperspektivet är det därför viktigt att ta hänsyn till variationen mellan olika renar och variationen mellan åren, samt att analysera tillräckligt många olika individer och positioner från flera år. I vår analys av hela datasetet och alla tre vintrar samtidigt, ser vi att skillnad mellan renarna och skillnad mellan vintrarna förklarade mycket av variation i vilka delar och över hur stor yta renarna utnyttjar sitt vinterbetesland, medan skillnad mellan grupperna var av mindre betydelse.

Variationen mellan renarna och vintrarna komplicerar. Förutom bortfall av ytan där själva parken står, pekar våra resultat av renarnas områdesutnyttjande på att en större yta kan påverkas. Renarna fördelade sig i områden omedelbart vid vindparken och så långt som 24 km bort, men våra resultat visade att renarna hade ett mer intensivt utnyttjande inom sina kärnområden bortanför 15 km från vindparken jämfört med närmare. Vi ser också att merparten av renarna placerade sina kärnområden i genomsnitt mer än 7.5 km bortifrån vindparken. Men samtidigt är det viktigt att lyfta att mönstret drivs fram av framförallt av områden från andra vinterperioder där renarna släpptes längre norrut vid Skåsjön, söder om Gimdalen, jämfört med de två andra vintrarna där renar släpptes väst om Hällnäset. Det tyder på att exempelvis var renar släpps kan påverka i vilken grad vidare renarna kommer vara i kontakt med vindparken. Det är viktigt att komma ihåg att för en hållbar renskötsel finns det ett behov av att variera sin områdesanvändning. Det krävs för att kunna svara på variation i väderlek och födoförekomst för att säkerställa den mest optimala betestillgången i en given situation och att undvika överutnyttjande av områden. Det betyder att renar måste kunna släppas på olika ställen inom vinterbeteslandet för att kunna anpassa tillgången av renbete för respektive vinter.

Vindparken Mörttjärnberget är centralt i beteslandet för den här vintergruppen. Under tredje vintern visar positionsdata hur renhjorden delade sig norr om byn Räggen (cirka 2.5 km väst om vindparken) för att passera förbi vindparken. Uppdelningen ändrade vinterns förutsättningar för renskötsels kantbevakning. Vi kan se vissa tendenser för en uppdelning också under första vintern. Det är dock svårt att uttala sig om detta rörelsebetende är representativt för kommande vintrar och över hur mycket större yta renarna kommer röra sig över med tanke på det låga antalet GPS-märkta renar under tredje vintern, samt att de GPS-märkta renarna aldrig anslöt sig till huvudhjorden under den första vintern och därmed saknar dokumentation. Analysen om renarnas förflyttningar när de delades upp visade en blandad bild där en del av renarna rörde sig tydligt riktat och snabbare förbi parken medan andra visade motsatt beteende. Det lilla stickprovet gör det svårt att tolka resultaten för att förutse beteende för en större rengrupp.

Renarna i vintergruppen vid vindparken rörde sig över större ytor än renarna i vintergruppen utan vindpark. Dock drevs detta mönster fram för allt av områden från andra och tredje vintern som var betydligt större i grupp #2. Antalet GPS-märkta renar var litet i vintergrupp #1 under andra vintern och i vintergrupp #2 under tredje vintern. Med tanke på variationen mellan individerna betyder det att några få djur kan få stort inflytande på resultat och medför att resultat av dessa vintrar för en given grupp får tolkas med mer försiktighet. I sin tur medför det att skillnad mellan de två grupperna i områdesanvändning kan vara mindre än vad resultaten påvisar, där den relativt låga genomsnittliga hemområdesstorleken för vintergrupp #1 den andra vintern och den relativt stora för vintergrupp #2 den tredje vintern, kan bero mer resultat på de små stickproven än skillnad mellan grupperna.

Våra resultat tyder inte på någon förändring i renarnas rörelseaktivitet eller dess variation i förhållande till vindparken och därmed ser vi inga tecken på att renarnas betesro är påverkad i olika avstånd till parken. Jämfört med vintergrupp #1 (utan vindparken Mörttjärnberget) ser vi att renarna vid Mörttjärnberget var mindre aktiva under dagtid, men var något mer aktiva under natten.

Sammanfattningsvis visar den här studien att den stora variationen mellan renarna och vintrarna komplicerar en enkel slutsats hur vindparken Mörttjärnberget påverkar renarna och samebyns markanvändning. Renarna fanns i områden omedelbart vid vindparken och så långt som 24 km bort, men på kärnområdesnivå ser vi att renarna använde områden närmare parken mindre intensivt. Det betyder att vindparkens effektyta verkar vara större än bortfallet av den fysiska ytan själva parken står på. Våra resultat visar att platsen där renarna släppts inom vinterbeteslandet har betydelse för hur djuren använder området i relation till vindparken och hur mycket de breder ut sig. Våra resultat visar inga tecken på att renarnas betesro är påverkad av vindparken inom områden de har valt. Renskötsel är en näring med väldigt dynamisk markanvändning i tid och rum och skiljer sig därmed mycket från andra näringar. Resultaten av den här studien omfattar djurens respons i anslutning till en vindkraftsetablering och ger ingen information om påverkan på längre tid. Det är också viktigt att notera att vid utvärdering av effekter och konsekvenser av en landskapsförändring, så är det alltid att föredra analyser baserade på så kallad före-efter-kontroll-påverkan design, där vi kan få en uppfattning om djurens beteende innan förändringen har skett.

En viktig anledning till att projektet fungerade bra är direkt kommunikation och ett nära samarbete med Jovnevaerie sameby, SSVAB, Statkraft och skogsbolaget SCA. Författarna ansvar ensamma för innehållet i rapporten.

Referenser

- Dettki H, Ericsson G, Giles T, Norrsken-Ericsson M. 2013. Wireless Remote Animal Monitoring (WRAM) - A new international database e-infrastructure for telemetry sensor data from fish and wildlife. In Proceedings: Convention for Telemetry, Test Instrumentation and Telecontrol. Edited by The European Society of Telemetry. 247-256p
- Gurarie E, Andrews RD, Laidre KL. 2009. A novel method for identifying behavioural changes in animal movement data. *Ecology Letters* 12, 395-408.
- Helldin J-O, Jung J, Neumann W, Olsson M, Skarin A, Widemo F. 2012. Vindkrafts effekter på landlevande däggdjur – en syntes. Vindval, Energimyndighetens projekt 34566-1, p 53.
- Horne JS, Garton EO, Krone SM, Lewis JS. 2007. Analyzing animal movements using Brownian bridges. *Ecology* 88, 2354-2363.
- Johnson CJ, Russel DE. 2014. Long-term distribution responses of a migratory caribou herd to human disturbance. *Biological Conservation* 177, 52-63.
- 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* 28, 847-859
- Pinheiro J, Bates D. 2000. *Mixed-effects models in S and S-PLUS*. Springer, New York, 528pp
- Skarin A, Sandström P, Alam M, Buhot Y, Nellemann C. 2016. Renar och vindkraft II – vindkraft i drift och effekter på renar och renskötsel. Sveriges lantbruksuniversitet, Rapport 294, 74p.
- Skarin A, Nellemann C, Rönnegård L, Sandström P, Lundqvist H. 2015. Wind farm construction impacts reindeer migration and movement corridors. *Landscape Ecology* 30, 1527-1540.
- Skarin A, Åhman B. 2014. Do human activity and infrastructure disturb domesticated reindeer? The need for the reindeer's perspective. *Polar Biology* 1–14.
- Wood S. 2006. *Generalized additive models – an introduction with R*. Chapman and Hall/CRC, USA.

Bilaga 1

OBJECT_ID	Halsband	OBJECT_vinter	Start	Slut	År	Antal	Dagar Data	Grupp
rt_z0_14_001	#13888	rt_z0_14_001_w2014	2014-01-20	2014-03-09	2014	48	med	
rt_z0_14_002	#13892	rt_z0_14_002_w2014	2014-01-17	2014-03-09	2014	52	med	
rt_z0_14_002	#13925	rt_z0_14_002_w2015	2014-12-06	2015-03-18	2015	103	med	
rt_z0_14_003	#13922	rt_z0_14_003_w2014	2014-01-17	2014-03-09	2014	51	med	
rt_z0_14_004	#13891	rt_z0_14_004_w2014	2014-01-17	2014-03-09	2014	52	med	
rt_z0_14_005	#13577	rt_z0_14_005_w2014	2014-01-20	2014-03-09	2014	48	med	
rt_z0_14_006	#13887	rt_z0_14_006_w2014	2014-01-20	2014-03-09	2014	48	med	
rt_z0_14_007	#13916	rt_z0_14_007_w2014	2014-01-17	2014-03-09	2014	52	med	
rt_z0_14_008	#13924	rt_z0_14_008_w2014	2014-01-17	2014-02-18	2014	32	med	
rt_z0_14_009	#13886	rt_z0_14_009_w2014	2014-01-23	2014-02-26	2014	33	med	
rt_z0_14_010	#13913	rt_z0_14_010_w2014	2014-01-17	2014-03-09	2014	52	med	
rt_z0_14_011	#11820	rt_z0_14_011_w2014	2014-01-17	2014-03-09	2014	52	utan	
rt_z0_14_012	#13905	rt_z0_14_012_w2015	2014-12-06	2015-03-18	2015	103	med	
rt_z0_14_013	#12535	rt_z0_14_013_w2014	2014-01-17	2014-03-09	2014	52	utan	
rt_z0_14_014	#13921	rt_z0_14_014_w2015	2014-12-06	2015-03-18	2015	103	med	
rt_z0_14_015	#12897	rt_z0_14_015_w2014	2014-01-17	2014-03-09	2014	52	utan	
rt_z0_14_015	#12897	rt_z0_14_015_w2015	2014-12-06	2015-01-09	2015	34	utan	
rt_z0_14_016	#13912	rt_z0_14_016_w2014	2014-01-17	2014-03-09	2014	52	utan	
rt_z0_14_017	#13893	rt_z0_14_017_w2014	2014-01-17	2014-03-09	2014	52	utan	
rt_z0_14_018	#13927	rt_z0_14_018_w2014	2014-01-17	2014-03-09	2014	52	utan	
rt_z0_14_019	#13926	rt_z0_14_019_w2014	2014-01-17	2014-03-09	2014	52	utan	

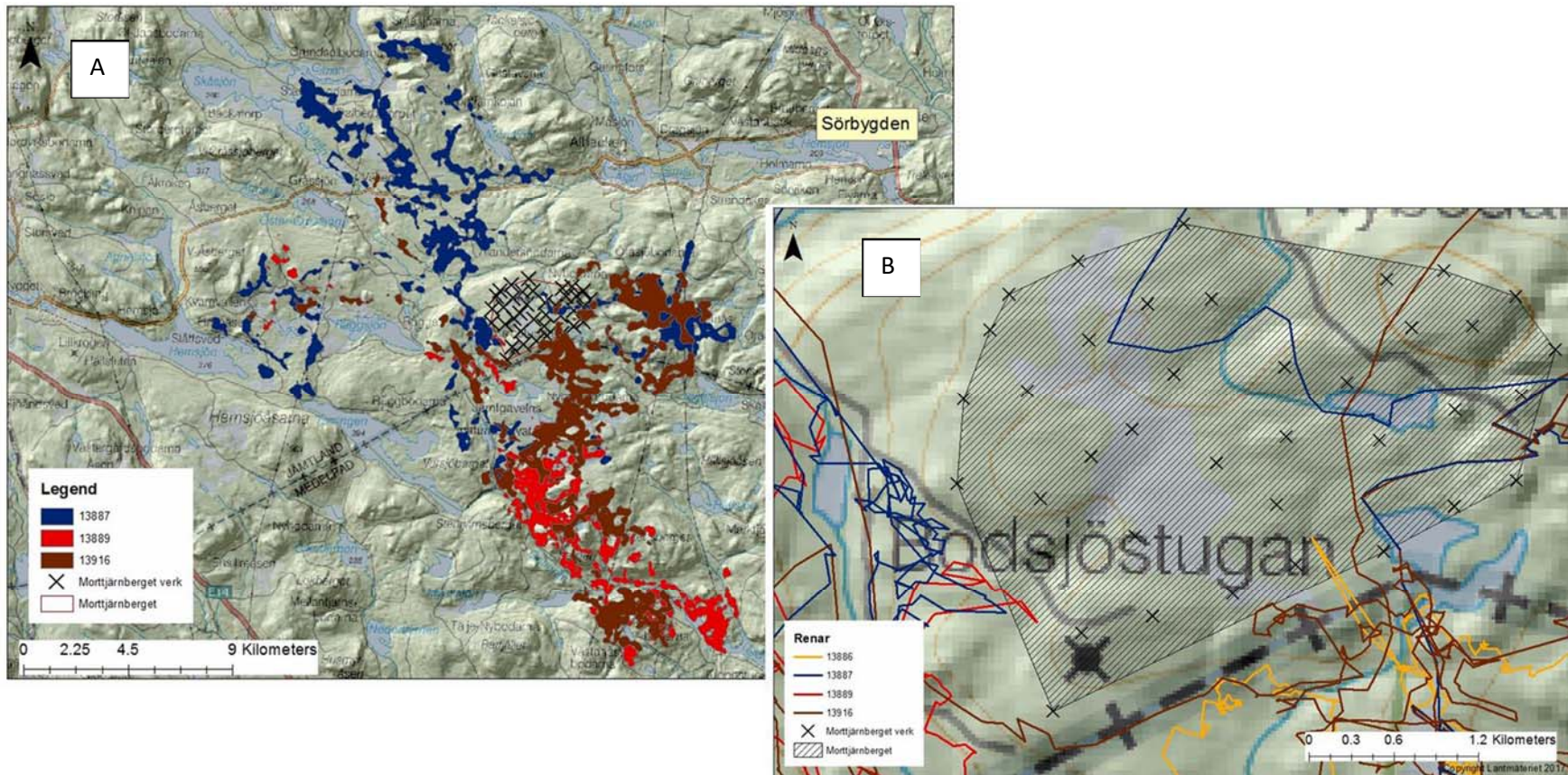
rt_z0_14_019	#13926	rt_z0_14_019_w2015	2014-12-06	2015-03-18	2015	103	utan
rt_z0_14_020	#13914	rt_z0_14_020_w2014	2014-01-17	2014-03-09	2014	52	utan
rt_z0_14_021	#13928	rt_z0_14_021_w2015	2014-12-06	2015-03-18	2015	103	med
rt_z0_14_022	#13885	rt_z0_14_022_w2015	2014-12-06	2015-03-18	2015	103	med
rt_z0_14_022	#13885	rt_z0_14_022_w2016+	2015-11-24	2015-12-12	2016	18	utan
rt_z0_14_023	#13890	rt_z0_14_023_w2015	2014-12-06	2015-03-18	2015	103	med
rt_z0_14_023	#13890	rt_z0_14_023_w2016	2015-11-24	2016-04-15	2016	144	utan
rt_z0_14_024	#13920	rt_z0_14_024_w2015	2014-12-06	2015-03-18	2015	103	med
rt_z0_14_025	#13883	rt_z0_14_025_w2015	2014-12-06	2015-03-18	2015	103	med
rt_z0_14_025	#13883	rt_z0_14_025_w2016	2015-11-24	2016-01-18	2016	55	utan
rt_z0_14_026	#13923	rt_z0_14_026_w2015	2014-12-06	2015-03-18	2015	103	med
rt_z0_14_027	#13884	rt_z0_14_027_w2015	2014-12-06	2015-03-18	2015	103	med
rt_z0_14_028	#13915	rt_z0_14_028_w2015	2014-12-06	2015-03-18	2015	103	med
rt_z0_14_029	#11820	rt_z0_14_029_w2015	2014-12-06	2015-03-18	2015	103	med
rt_z0_14_029	#11820	rt_z0_14_029_w2016	2015-11-24	2015-12-29	2016	35	utan
rt_z0_14_030	#13929	rt_z0_14_030_w2015	2014-12-06	2015-03-18	2015	103	med
rt_z0_14_031	#13892	rt_z0_14_031_w2015	2014-12-06	2015-03-18	2015	103	med
rt_z0_14_032	#13891	rt_z0_14_032_w2015	2014-12-06	2015-03-18	2015	103	med
rt_z0_14_033	#13889	rt_z0_14_033_w2015	2014-12-06	2015-03-18	2015	103	med
rt_z0_14_033	#13889	rt_z0_14_033_w2016	2015-10-19	2016-01-20	2016	93	med
rt_z0_14_034	#13919	rt_z0_14_034_w2015	2014-12-06	2015-03-18	2015	103	med
rt_z0_15_001	#13887	rt_z0_15_001_w2015	2015-02-16	2015-03-18	2015	31	utan
rt_z0_15_001	#13887	rt_z0_15_001_w2016	2015-10-19	2016-04-01	2016	165	med
rt_z0_15_002	#13913	rt_z0_15_002_w2015	2015-02-24	2015-03-18	2015	22	utan
rt_z0_15_003	#13916	rt_z0_15_003_w2015	2015-02-24	2015-03-18	2015	23	utan
rt_z0_15_003	#13916	rt_z0_15_003_w2016	2015-10-19	2016-03-18	2016	151	med
rt_z0_15_004	#12535	rt_z0_15_004_w2015+	2015-02-24	2015-03-08	2015	12	utan
rt_z0_15_005	#13886	rt_z0_15_005_w2016	2016-02-06	2016-04-02	2016	56	med

rt_z0_15_006	#13922	rt_z0_15_006_w2016	2015-10-19	2016-04-02	2016	166 med
rt_z0_15_007	#12535	rt_z0_15_007_w2016*	2015-12-27	2016-02-20	2016	54 utan
rt_z0_15_008	#13888	rt_z0_15_008_w2016	2015-10-19	2016-04-02	2016	166 med
rt_z0_15_009	#13893	rt_z0_15_009_w2016	2015-11-24	2016-04-15	2016	144 utan
rt_z0_15_010	#13914	rt_z0_15_010_w2016	2015-11-24	2016-04-15	2016	144 utan
rt_z0_15_011	#13921	rt_z0_15_011_w2016**	2015-12-26	2016-02-07	2016	43 utan
rt_z0_15_012	#13926	rt_z0_15_012_w2016***	2015-12-07	2016-02-08	2016	63 utan

*data perioden avgränsat pga flera data luckor innan 27:e dec och efter 20:e feb, **data perioden avgränsat pga flera data luckor innan 26:e dec och efter 7:e feb, ***data perioden avgränsat pga flera data luckor innan 7:e dec. renen är efter den 8:e feb i fjällen, +inte med i analyserna pga för få data (<21 dagar data).

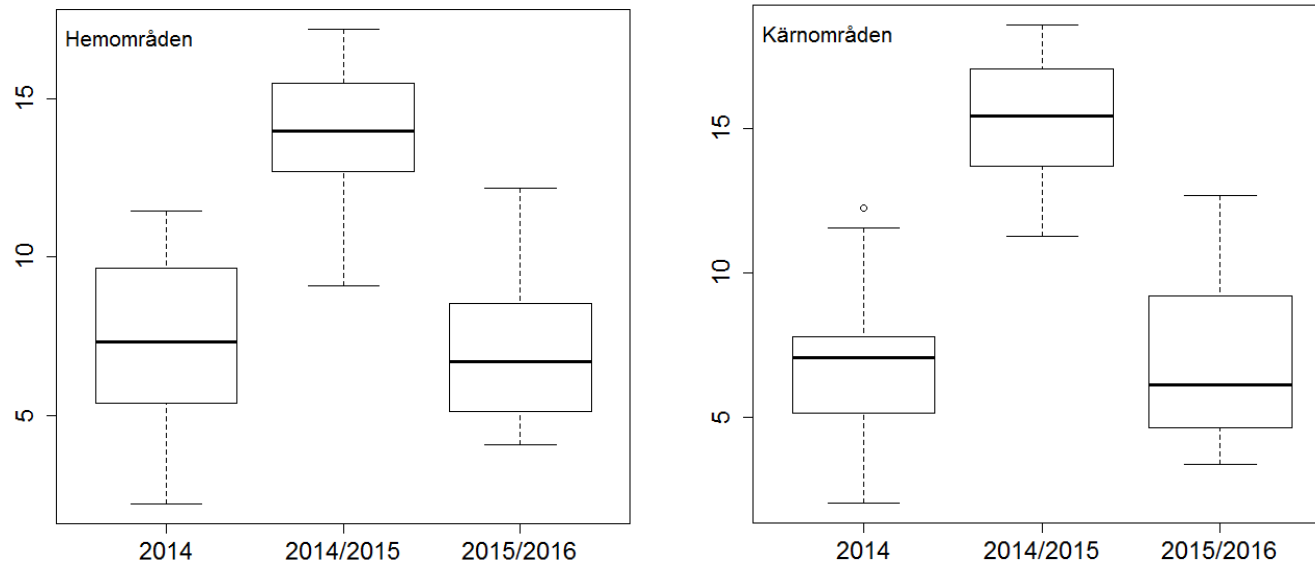
Bilaga 2

A) Hemområdet (95 % skattning) av renarna #13887 (blå), #13889 (röd) och #13916 (brun) som vistades vid enstaka tillfällen inom vindparken Mörttjärnberget (svarta kryss). Samtliga under vintern 2015/2016. B) Rörelsevägarna av renarna #13886 (gul, vinter 2014) och #13889 (röd, vinter 2015/2016) som hade några enskilda positioner i parken, samt av #13887 (blå, vinter 2015/2016) och #13916 (brun, vinter 2015/2016) som gick genom parken vid två tillfällen. Förutom dessa renar har ingen annan GPS-märkt ren vistats inom vindparken under projektets tid.



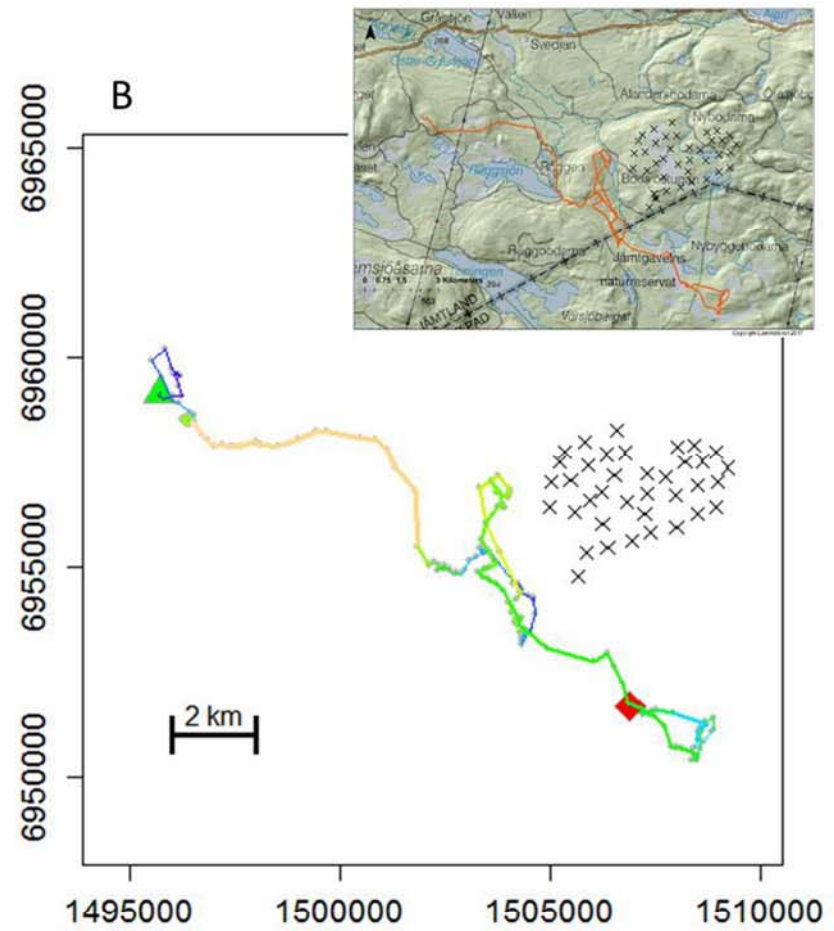
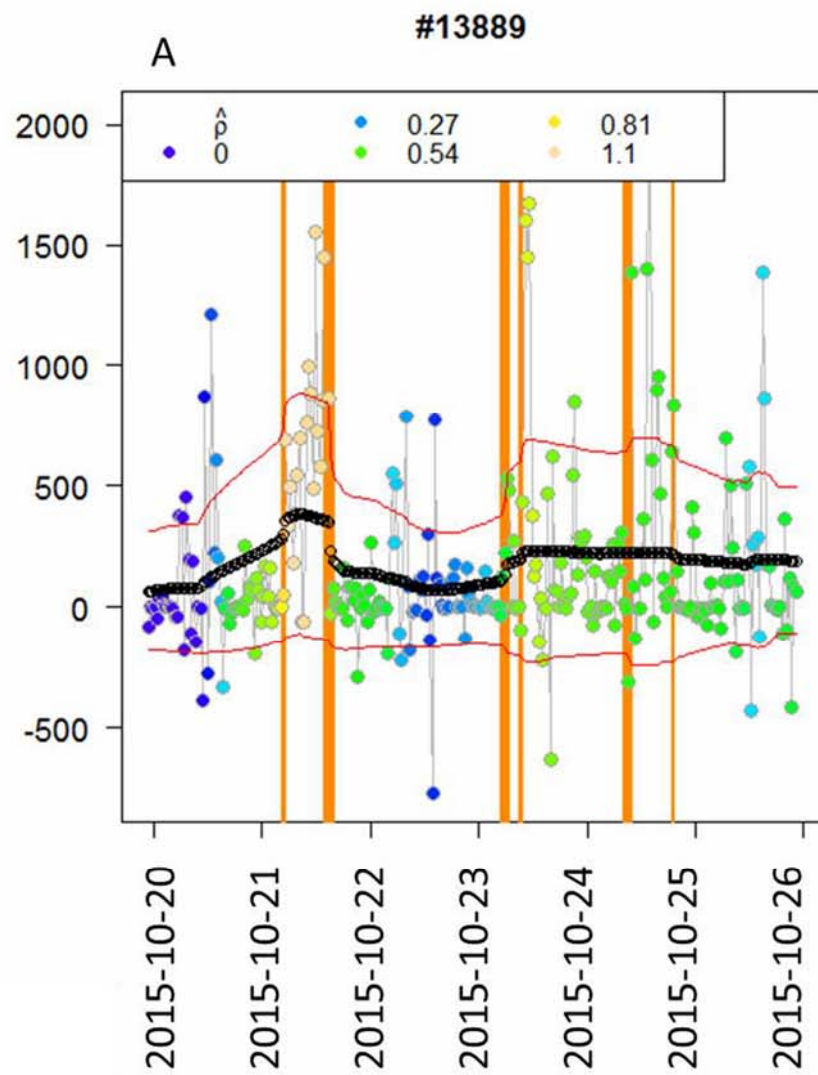
Bilaga 3

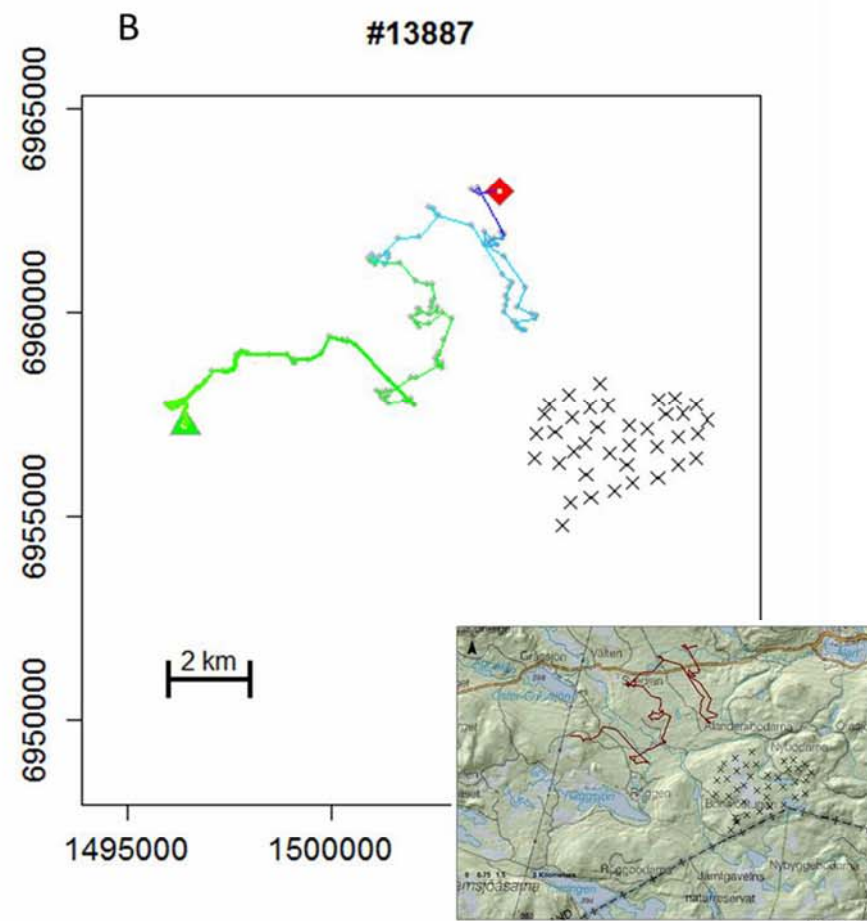
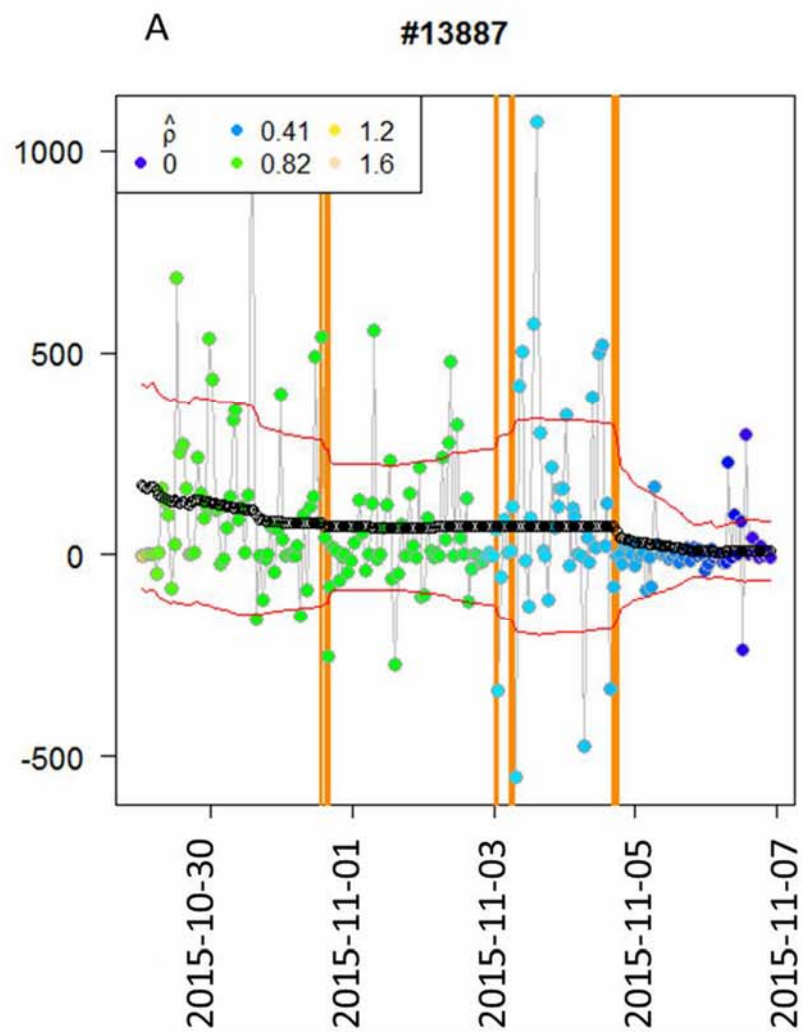
Genomsnittligt avstånd [km] av hem- och kärnområden till vindparken Mörttjärnberget under de tre vintrarna. *Turkey-Posthoc test*, hemområden: 2014 vs 2014/2015 $p=0.0003$, 2014 vs 2015/2016 $p>0.05$, 2014/2015 vs 2015/2016 $p=0.0007$; kärnområden: 2014 vs 2014/2015 $p=0.0002$, 2014 vs 2015/2016 $p>0.05$, 2014/2015 vs 2015/2016 $p=0.001$.

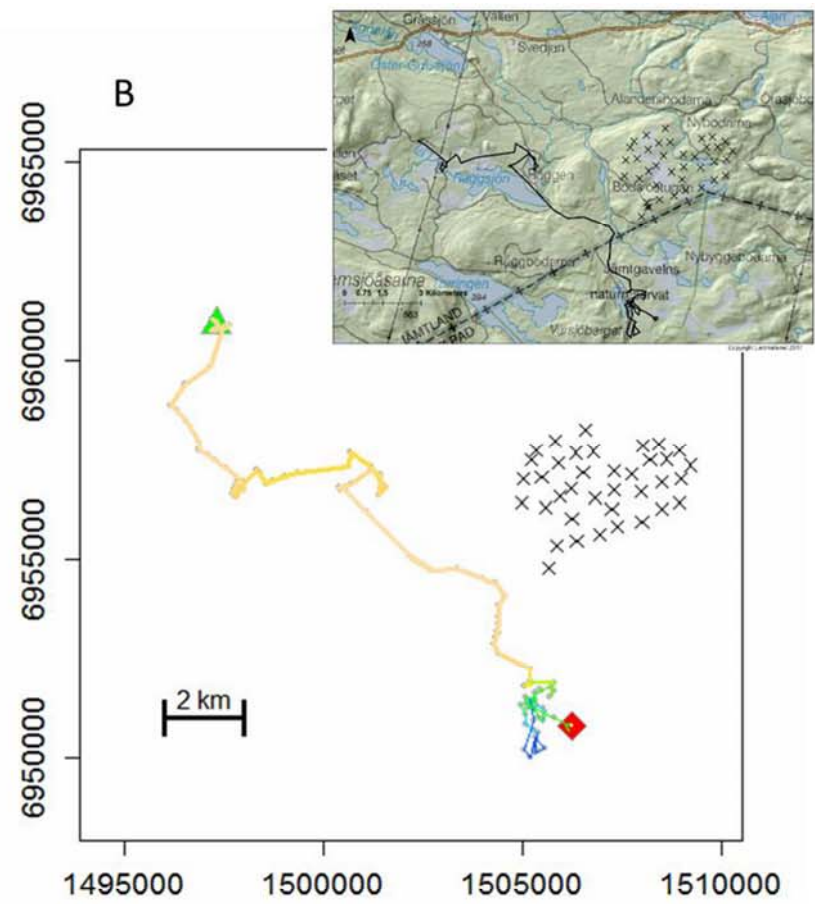
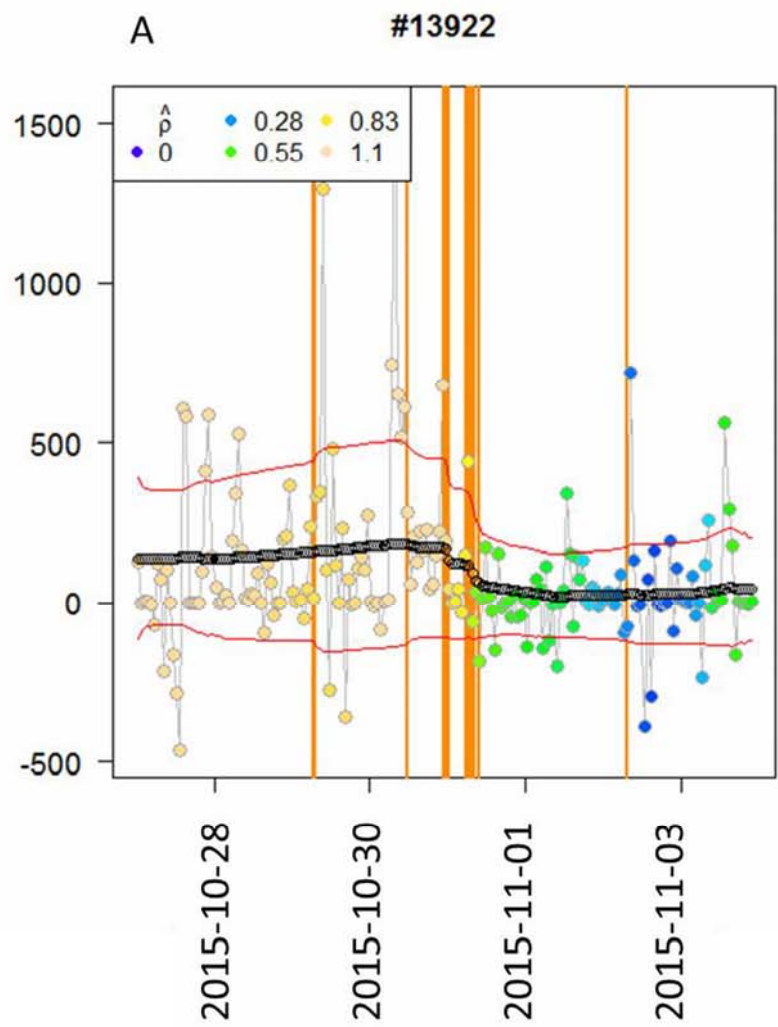


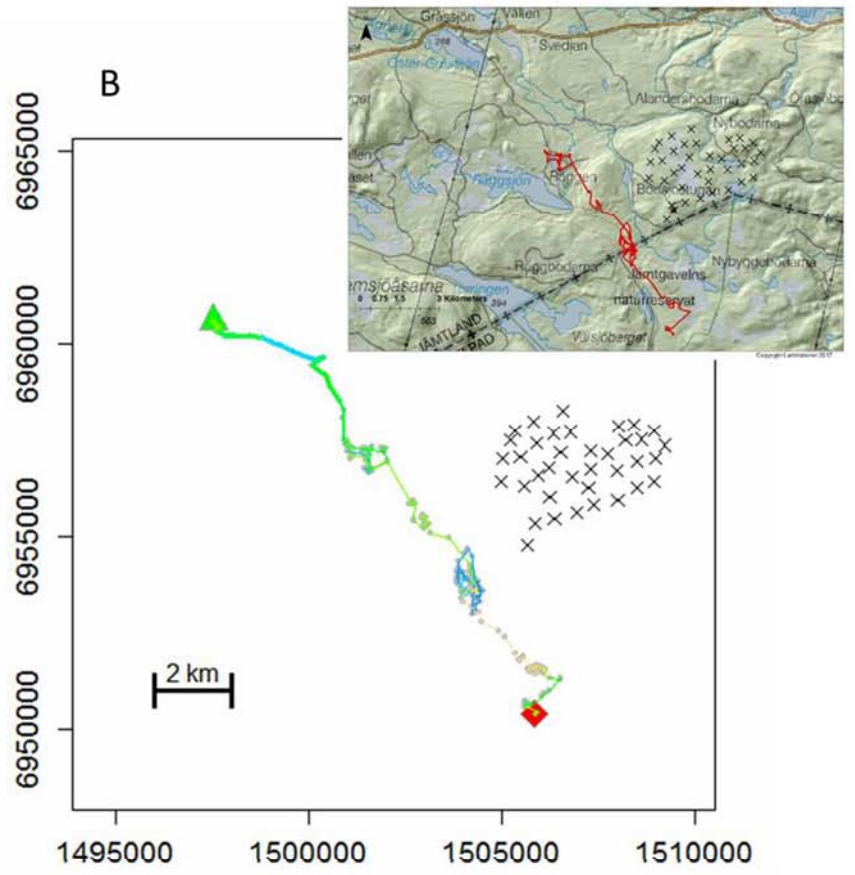
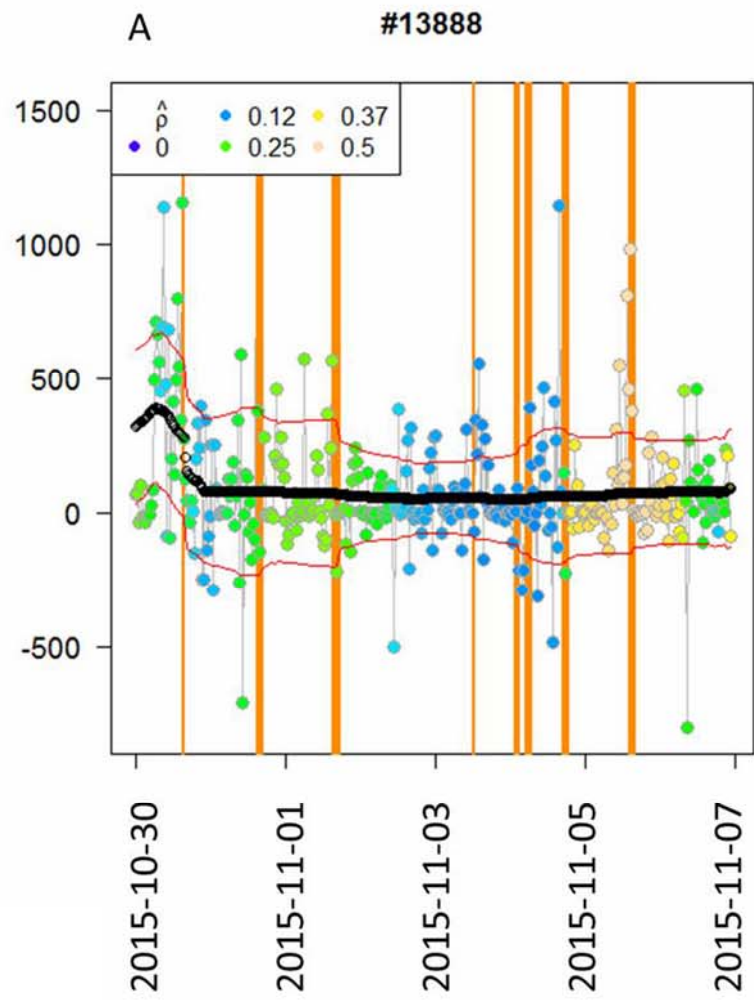
Bilaga 4

Identifikation av förändringar i rörelse med hjälp av en punktanalys om beteendeförändringar (*Behavioral Change Point Analysis (BCPA)*, Gurarie et al. 2009). BCPA metoden beräknar och analyserar djurens rörelsehastighet, variationen i den, samt varaktighet i riktad rörelse. Brytpunkter i rörelse markeras när alla dessa tre komponenter ändrar sig tydligt. A) Varje punkt är en ren position, färgen beskriver de olika perioderna emellan brytpunkter (ρ): X axis visar dagarna, medel hastigheten (μ , svarta punkter) och variansen (σ , röda linjer). Vertikala streck representerar brytpunkter där djurens rörelsebeteende förändrades tydligt. B) Förflyttningar av fem renar (#13889, #13887, #13916, #13922, #13888) när de närmar sig vindparken Mörttjärnberget (svarta kryss), vinter 2015/2016. Olika färger markerar olika rörelseperioder och motsvarar perioderna i figur A). Linjens tjocklek är proportional till djurens genomsnittliga hastighet.





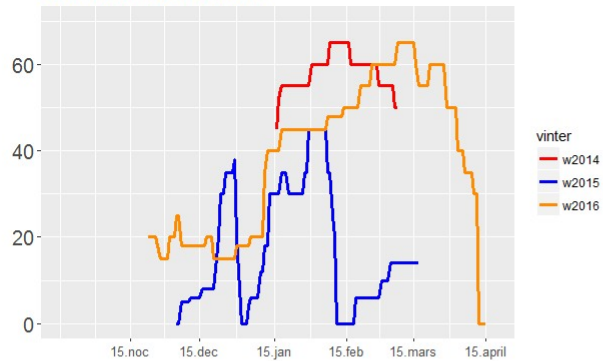




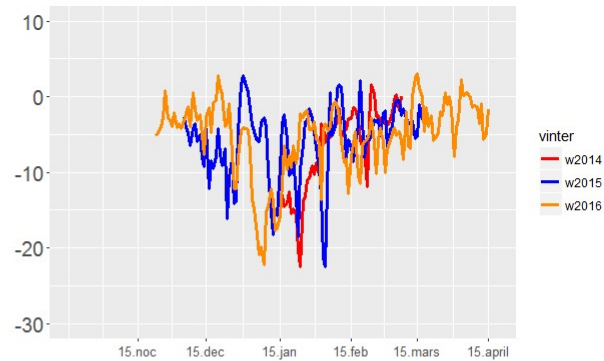
Bilaga 5

Dygnsvärden för snödjup och lufttemperatur från närmaste väderstation av Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut (SMHI) under de tre vintrarna. Data om snödjupet kommer från väderstationerna Olden D (vintergrupp #1) och Ånge-Parteboda (vintergrupp #2) och data om lufttemperatur kommer från väderstationerna Korsvattnet (vintergrupp #1) och Hunge (vintergrupp #2). För en del av dagarna saknas data.

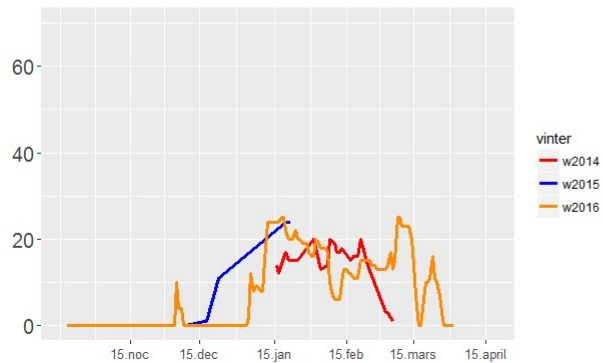
Snödjupet [cm], vintergrupp #1



Lufttemperatur [°C], vintergrupp #1



Snödjupet [cm], vintergrupp #2



Lufttemperatur [°C], vintergrupp #2

