

Eva Fuglei, Siw T. Killengreen, Dorothee Ehrich,
Anna Y. Rodnikova, Aleksandr A. Sokolov og Åshild Ø. Pedersen

Miljøkonsekvenser av ferdsel på fjellrev

Sluttrapport til Svalbards Miljøvernfond





Kortrapportserie/Brief Report Series no. 031



Eva Fuglei, Siw T. Killengreen, Dorothee Ehrich,
Anna Y. Rodnikova, Aleksandr A. Sokolov og Åshild Ø. Pedersen

Miljøkonsekvenser av ferdsel på fjellrev

Sluttrapport til Svalbards Miljøvernfond

Norsk Polarinstitutt er Norges hovedinstitusjon for kartlegging, miljøovervåking og forvaltningsrettet forskning i Arktis og Antarktis. Instituttet er faglig og strategisk rådgiver i miljøvernsaker i disse områdene og har forvaltningsmyndighet i norsk del av Antarktis. Instituttet er et direktorat under Klima- og miljødepartementet.

The Norwegian Polar Institute is Norway's central governmental institution for management-related research, mapping and environmental monitoring in the Arctic and the Antarctic. The Institute advises Norwegian authorities on matters concerning polar environmental management and is the official environmental management body for Norway's Antarctic territorial claims.

The Institute is a Directorate within the Ministry of Climate and Environment.

Norsk Polarinstitut
Framsenteret, 9296 Tromsø

Forfattere

Eva Fuglei og Åshild Ø. Pedersen
Norsk Polarinstitut
Framsenteret
9296 Tromsø, Norge
E-post: eva.fuglei@npolar.no
E-post: aashild.pedersen@npolar.no

Siw T. Killengreen og Dorothee Ehrich
Institut for Arktisk og Marin Biologi,
UiT, Norges Arktiske Universitet, Norge
E-post: siw.killengreen@uit.no
E-post: dorothee.ehrich@uit.no

Anna Y. Rodnikova
Faculty of Biology, Department of Vertebrate Zoology,
Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia.
E-post: annarik@yandex.ru

Aleksandr A. Sokolov
Arctic Research Station, Institute of Plant and Animal Ecology,
Ural Branch of Russian Academy of Sciences, Labytnangi, Russia,
and
Science Centre for Arctic Studies,
State Organization of Yamal-Nenets Autonomous District, Salekhard, Russia.
E-post: sokhol@yandex.ru

Sluttrapport 11/77 og 12/144 til Svalbards Miljøvernfond.

© Norsk Polarinstitut 2015
Norsk Polarinstitut, Framsenteret, 9296 Tromsø
www.npolar.no, post@npolar.no

Teknisk redaktør: Gunn Sissel Jaklin, Norsk Polarinstitut
Grafisk design: Jan Roald, Norsk Polarinstitut
Foto forside: Eva Fuglei. Fjellrev på åte (Reconyx fotoboks)
Kart: Bernt Bye, Norsk Polarinstitut
ISBN: 978-82-7666-315-0
ISSN: 1504-3215

Forord

Prosjektet har sin bakgrunn i et ubesvart spørsmål om fjellrevens døgnaktivitet og snøskuterferdsel på Svalbard – et spørsmål som dukket opp som følge av resultater fra et internasjonalt samarbeidsprosjekt under det Internasjonale Polaråret i perioden 2007-2010. Dette prosjektet ga resultater som var vanskelige å forklare på noen annen måte enn at motorisert ferdsel (snøskutertrafikk) kunne være årsaken til at fjellrev endret sin døgnaktivitet.

Norsk Polarinstitutt (NP) søkte og mottok tilskudd fra Svalbards Miljøvernfond gjennom to tildelinger (høsten 2011 og høsten 2012) for å undersøke om menneskelig ferdsel med snøskuter kan endre døgnaktiviteten til fjellrev på Svalbard. Slik kunnskap har betydning for forvaltningen av motorisert ferdsel og for forvaltningen av fjellrev på Svalbard.

Vi ønsker å takke Svalbards Miljøvernfond for økonomisk støtte til prosjektet. En stor takk til Tommy Sandal som deltok på feltarbeidet under utsettingen av kamerastasjoner i studieområdene og var ansvarlig for arbeidet med å kontrollere, fylle på åter og hente inn kamerastasjoner i kontrollområdet. Takk også til Einar Johansen og Rupert Krapp (NP) for hjelp med kontroll og påfylling av åter i eksperimentområde, Hanna Kauko som var med på å hente inn kamerastasjonene i eksperimentområde og hjalp til med datainnlegging fra bildene, Bjarte Benberg (Sysselmannen på Svalbard) og Øystein Overrein (NP) for kvalitetssikring av rapporten. Takk også til Norsk Polarinstitutt og Universitetet i Tromsø som har støttet prosjektet, Jan Roald (NP) for grafisk formgivning og Bernt Bye (NP) for utarbeidelse av kart.

Tromsø 17.03.2015

Eva Fuglei

Eva Fuglei,

Prosjektleder



Innhold

Norsk sammendrag	7
English summary	8
1 Innledning	9
1.1 Bakgrunn	9
1.2 Fjellrevbiologi	9
1.3 Snøskutertrafikk på Svalbard	10
1.4 Effekter av forstyrrelse fra snøskuter på Svalbards dyreliv	10
2 Metoder	11
2.1 Studieområde	11
2.2 Studiedesign og feltprotokoll	13
2.3 Organisering og bearbeiding av data	13
2.3.1 Bilder fra kamerastasjonene	13
2.3.2 Kvantifisering av snøskutertrafikk	14
2.3.3 Sammenlikning mellom arktiske regioner	14
2.4 Dataanalyser	14
2.4.1 Variabler	14
2.4.2 Statistiske analyser for delmål 1	14
2.4.3 Statistiske analyser for delmål 2	15
2.4.4 Statistiske analyser for delmål 3	15
3 Resultater	15
3.1 Sammenlikning av Kontroll- og Eksperimentområde i 2013	15
3.2 Sammenlikning av døgnaktivitet på Svalbard over tre år	16
3.3 Sammenlikning av døgnaktivitet i områder med lite snøskutertrafikk på Svalbard og i Russland	16
4 Diskusjon	17
4.1 Hovedfunnene	17
4.2 Effekter av snøskuterferdsel	17
4.3 Konklusjon	20
5 Litteratur	21
Vedlegg 1	23
Vedlegg 2	25

Norsk sammendrag

Behovet for å styrke kunnskapen om hvordan menneskelig ferdsel påvirker dyrelivet på Svalbard er forankret i lovverk og flere offentlige dokumenter. I Svalbardmiljølovens § 73, 2. ledd, er det lovfestet at: «*All ferdsel på Svalbard skal foregå på en måte som ikke skader, forøpler eller på annen måte forringer naturmiljøet eller kulturminner eller fører til unødige forstyrrelse av mennesker eller dyreliv*». I Stortingsmelding 22 (2008-2009) er behovet for styrket kunnskap om effekter av ferdsel spesielt framhevet og dette er videre forankret i «Miljøforvaltningens kunnskapsmatrise».

Prosjektet har som mål å undersøke om menneskelig ferdsel med snøskuter kan endre døgnaktiviteten til fjellrev på Svalbard. Slik kunnskap har betydning for forvaltningen av motorisert ferdsel knyttet til turisme, forskere og fastboende, samt forvaltningen av fjellrev på Svalbard.

Vi gjennomførte prosjektet i to områder på Nordenskiöld Land, ett kontrollområde med liten snøskutertrafikk og ett eksperimentområde med stor trafikk. I hvert område monterte vi ti fotobokser (kamerastasjoner) på reinsdyråte som automatisk tok ett bilde hvert 5. minutt. Vi brukte andel bilder med fjellrev på åttet gjennom døgnet for å sammenligne fjellrevens døgnaktivitet mellom områdene med ulik snøskutertrafikk. For å sammenligne fjellrevens døgnaktivitet på Svalbard med andre områder i Arktis, benyttet vi data fra et tilsvarende prosjekt i to regioner i russisk Arktis med svært liten menneskelig aktivitet.

1 De viktigste resultatene

Resultatene fra undersøkelsen viste at snøskutertrafikk endret døgnaktiviteten til fjellrev på Nordenskiöld Land, Svalbard. Vi fant at fjellrev i området med stor snøskutertrafikk benyttet åtene i større grad om natten sammenlignet med området med liten skutertrafikk. Videre fant vi også forskjell i fjellrevens bruk av åtene gjennom døgnet i kontrollområdet (liten snøskutertrafikk) sammenliknet med regionene Yamal og Nenetsky i russisk Arktis som også har liten snøskutertrafikk. Det var ingen åpenbare mønster i døgnbruken i de russiske regionene, noe som vi fant hos fjellrev på Svalbard. Dette tyder på at snøskutertrafikken på Nordenskiöld Land kan ha endret døgnatferden til fjellrev i dette området.

For å vurdere om snøskuterferdselen på Svalbard påvirker fjellrevbestanden negativt, dvs. om ferdselen påvirker fjellrevens reproduksjon og overlevelse, har vi tatt i bruk Norsk Polarinstituttets bestandsovervåkingsdata av fjellrev på Svalbard som dekker hele eksperimentområdet med stor snøskutertrafikk. Denne overvåkingen viser så langt ingen nedgang i bestandsstørrelse.

Vi konkluderer derfor med at selv om snøskutertrafikken endrer døgnatferden til fjellrev på Svalbard, påvirker ikke dagens nivå av snøskutertrafikk fjellrevens bestandsstørrelse.

2 Miljøgevinst

Prosjektet har fremskaffet ny kunnskap om effekter av snøskuterferdsel på fjellrevens atferd gjennom døgnet på Svalbard. Slik kunnskap har betydning for forvaltningen av motorisert ferdsel og av fjellrev på Svalbard. Resultatene fra prosjektet kan brukes direkte i kartleggingen av dagens miljøtilstand og effektene av menneskeskapt påvirkning på naturmiljøet på Svalbard. Denne type kunnskap vil på sikt være med på å sikre at Svalbards særegne villmarksnatur bevares som grunnlag for opplevelse, kunnskap og verdiskapning. Resultatene fra prosjektet er et viktig supplement til overvåkingsarbeidet som har som mål å sikre en kunnskapsbasert og økologisk forsvarlig forvaltning av fjellrev på Svalbard.

3 Forslag til tiltak

Prosjektet gir ikke direkte grunnlag for konkrete tiltak.

4 Hva er viktig for miljøforvaltningen

Resultatene fra prosjektet kan direkte anvendes av forvaltningsmyndighetene i arbeidet med å evaluere miljøkonsekvensene av motorisert ferdsel for dyrelivet generelt og for fjellrev spesielt på Svalbard. Prosjektet har gitt ny kunnskap som er et betydelig bidrag til forvaltningen av fjellrev på Svalbard.

5 Oppfølging

Resultatene i dette prosjektet har vist at det med dagens snøskutertrafikk ikke kan påvises effekter på fjellrevens bestandsstørrelse, dvs. at vi ikke kan påvise noen regionale effekter av snøskutertrafikk på fjellrevens reproduksjon og overlevelse. Undersøkelsen sier ingenting om kumulative effekter dvs. hvordan nåværende og fremtidige effekter av menneskelig snøskuterferdsel kan virke sammen med andre påvirkningsfaktorer som fangst, miljøgiftbelastning og et endret klima. Klimaet vil endre seg raskere i Arktis enn andre steder på kloden og de fremtidige effektene på arter og økosystemer er vanskelige å forutse. Prosjektet har understreket viktigheten av at fjellrevbestanden, både dens reproduksjon og overlevelse, følges nøye i framtida. Slike data er nødvendig for å kunne fange opp effekter av de samlede påvirkningsfaktorer på fjellrevbestanden på Svalbard.

English summary

The need to strengthen the knowledge about how human traffic affects the wildlife in Svalbard is anchored in legal framework and several official documents. The Svalbard Environmental Protection Act, section 73, states: «All access and passage in Svalbard shall take place in a way that does not harm, pollute or in any other way damage the natural environment or cultural heritage or result in unnecessary disturbance to humans or animals». The need to increase knowledge about traffic is specifically highlighted in the White paper 22 (2008-2009) and is further emphasized in “miljøforvaltningens kunnskapsmatrise”.

In this project we aimed to investigate if snow mobile traffic could change the 24 hourly activity of the arctic fox in Svalbard. Such knowledge is of importance for the management of human traffic as well as the management of the arctic fox in Svalbard.

We conducted the project in two areas at Nordenskiöld Land, one control area with low snow mobile traffic and one experimental area with high snow mobile traffic. In each area ten digital cameras (camera stations) with reindeer carcasses as a bait were positioned with a time trigger allowing pictures to be taken every 5 minutes. We used the frequencies of pictures with foxes to compare the 24 hourly activity between the two areas with different level of snow mobile traffic. To compare the arctic fox activity in Svalbard with arctic foxes in other Arctic areas, we used data from a similar project in two regions in the Russian Arctic with very low human snow-mobile traffic.

1. The most important results

Our results showed that snow mobile traffic changed the 24 hourly activity of the arctic fox on Nordenskiöld Land, Svalbard. We found that arctic foxes living in the area with high snow mobile traffic used the reindeer carcasses more frequent during the night compared to the area with lower snow mobile traffic. When we compared the Svalbard data from the low traffic area with the two regions, Yamal and Nenetsky with low traffic levels, we also found differences in the 24 hourly use of the baits between Svalbard and Russia. In the two Russian regions there were no obvious patterns in the arctic fox activity, but in arctic foxes in Svalbard we found a distinct pattern. This indicates that the snow mobile traffic in Nordenskiöld Land are at such level that it can change the 24 hourly activity of the arctic fox.

To evaluate if the snow mobile traffic in Svalbard has a negative impact on the population level of the arctic fox, i.e. if the traffic has impacts on reproduction and survival, we used the Norwegian Polar Institute's annual arctic fox population monitoring data which covers the entire area with high snowmobile traffic. So far the monitoring data do not show any negative trends in the arctic fox population. Therefore we conclude, despite the fact that the snow mobile traffic impacts the 24 hourly activity of the arctic fox in Svalbard, that the disturbance is currently not at a level that influence the population size.

2. Environmental benefits

The project has produced new knowledge about the impact of snow mobile traffic on the 24 hourly activity of the arctic fox in Svalbard. Such knowledge is of importance for the management of human traffic as well as the management of the arctic fox in Svalbard. The results from the project can be used directly to evaluate the present state of the environment and effects of human activity on wildlife and the natural environment in Svalbard. This type of knowledge will help to preserve Svalbard's distinctive natural environment as a basis for outdoor experiences, knowledge and value creation. The project results contribute to the environmental management with new knowledge to improve sound ecological management of the arctic fox in Svalbard.

3. Recommended actions

Results from the project do not translate into direct, specific management actions.

4. Environmental management implications

The results from the project can be used by management authorities related to e.g. evaluation of environmental consequences and impacts of human traffic on wildlife in general and more specifically for the arctic fox in Svalbard. The project has provided new knowledge of importance for the management of the arctic fox in Svalbard.

5. Follow-up

The results from the project did not prove that the present level of snow mobile traffic in Svalbard had a negative impact on the population level of the arctic fox in Svalbard, i.e. we cannot confirm any regional effects of the snow mobile traffic on the reproduction and survival of the arctic fox. However, our study does not say anything about the cumulative effects, i.e. how present and future effects of snow mobile traffic can act together with other stressors such as harvesting, (ecotoxicology) pollutant level and climate change. The changes in climate are happening faster in Arctic regions than at any other place on earth, and future impacts on species and ecosystems are difficult to predict. This project has also emphasized the importance of continuing population monitoring of the arctic fox because such long-term monitoring data is essential for the management to discover cumulative effects of stressors on the arctic fox population in Svalbard.

Innledning

1.1 Bakgrunn

Prosjektet har sin bakgrunn i et ubesvart spørsmål om fjellrevens døgnaktivitet og motorisert ferdsel – et spørsmål som dukket opp som følge av resultater fra et internasjonalt samarbeidsprosjekt (Ehrich mfl. 2011) under det Internasjonale Polaråret (IPY, i perioden 2007-2010). Dette prosjektet ga resultater som var vanskelige å forklare på noen annen måte enn at motorisert ferdsel (snøskutertrafikk) kunne være årsaken til at fjellrev endret sin døgnaktivitet. Ett av målene med IPY-prosjektet var å studere rovdyr-samfunnene i ulike klimagrader fra russisk Arktis (Yamal og Nenetsky) til norsk Arktis (Varanger og Svalbard) ut i fra bilder fra kamerastasjoner montert på utlagte åter i mars-april i 2008 og 2009. Hensikten var å fange opp hvilke rovdyr som fantes i økosystemet og når på døgnet åtene ble benyttet. Resultatene viste ganske overraskende at fjellrev på Svalbard ikke benyttet åtene på samme tid av døgnet som fjellrev i russisk Arktis (Yamal og Nenetsky). I russisk Arktis benyttet fjellrev åtene like mye gjennom hele døgnet, mens fjellrev på Svalbard benyttet åtene på samme tid av døgnet som fjellrev på fastlandet i Varanger og aktiviteten begrenset seg hovedsakelig til natten og noe morgen og kveld. Områdenes lysregime gjennom døgnet, samt rovdyr-samfunnenes sammensetning i mars-april er relativt likt for både Svalbard og russisk Arktis (Rodnikova mfl. 2010, Ehrich mfl. 2011). I Varanger kunne bruken av åtene forklares med at fjellrev har mange flere fiender (for eksempel kongeørn) som konkurrerer ut fjellrev. Dette førte dermed til at fjellrev skvises ut og må benytte åtene hovedsakelig i ly av mørke og skumring (Killengreen mfl. 2012). Fjellrev på Svalbard har ingen slike naturlige fiender, og vi hadde forventet at døgnbruken på åtene skulle tilsvare den som er dokumentert hos fjellrev i russisk Arktis.

Norsk Polarinstitutt fikk i 2011 og 2012 tildelt midler fra Svalbards Miljøvernfond (SMF) for å undersøke miljøkonsekvenser av snøskuterferdsel på fjellrev. Miljøkravene for Svalbard er høye og ett av hovedmålene for norsk svalbardpolitikk er å bevare Svalbards særegne villmarksnatur (Meld. St. 22). I følge Svalbardmiljøloven § 1. er det et mål at flora, fauna og verneverdige kulturminner skal bevares tilnærmet uberørt på Svalbard. Dette betyr at akseptable påvirkningsnivåer når det gjelder slitasje og forstyrrelse må være lave. I Miljøvernforvaltningens kunnskapsbehov på Svalbard er behovet for «Effektstudier av ferdsel og inngrep på dyreliv» satt som høyeste prioritet under temaet «Ferdselektivitet». Motivasjonen for økt kunnskap er «som grunnlag for bedre håndtering av meldinger/tillatelser».

Vår hypotese er at fjellrev på Svalbard unngår å benytte utlagte åter på kamerastasjoner på dagtid pga. forstyrrelse fra menneskelig ferdsel med snøskuter i mars-april. I prosjektet ønsket vi å teste hypotesen gjennom et observasjonsekperiment hvor vi gjentok undersøkelsen med kamerastasjoner på åte i samme område som vi benyttet i IPY prosjektet fra 2008 og 2009 på Svalbard, og hvor vi i tillegg inkluderte et kontrollområde med liten snøskutertrafikk. Dersom døgnbruken til fjellrev i området med liten snøskutertrafikk (Kontrollområde) er forskjellig fra døgnbruken til fjellrev i området med stor trafikk (Eksperimentområde), vil dette være en sterk indikasjon på at menneskelig ferdsel med snøskutertrafikk påvirker døgnaktiviteten til fjellrev.

Prosjektet har følgende hovedmål og delmål:

Hovedmål

Å undersøke om ferdsel med snøskuter kan endre døgnaktiviteten til fjellrev på Svalbard.

Delmål

1. Å undersøke om det er forskjell i aktivitet hos fjellrev i to utvalgte områder, ett med stor snøskutertrafikk (Eksperimentområde) og ett med lite snøskutertrafikk (Kontrollområde).
2. Å undersøke om det er årsspesifikk forskjell i aktivitet hos fjellrev i området med stor snøskutertrafikk (Eksperimentområde), ved å sammenligne dataene fra 2008, 2009 (fra IPY prosjektet) og 2013 (dette prosjektet).
3. Å undersøke om det er forskjell i aktivitet hos fjellrev i området med liten snøskutertrafikk (Kontrollområde) ved å sammenligne dataene fra Svalbard (dette prosjektet) og russisk Arktis (2008-2009, mindre ferdsel enn i kontrollområde på Svalbard).

1.2 Fjellrevbiologi

Fjellrev lever i alle typer arktiske tundraområder fra lav-arktisk fjelltundra til arktiske kontinenter og arktiske og sub-arktiske øyer. To økotypen fjellrev finnes avhengig av hvilke økosystem de lever i; *lemenrev* (lever i tundraområder med lemen) og *kystrev* (lever i områder uten lemen; Braestrup 1941). Fjellrev på Svalbard tilhører kystøkotypen og er i matveien en generalist og opportunist, og en toppredator og åtseleter som høster av både den landbaserte og marine næringskjede (Prestrud 1993, Frafjord 1993, Eide mfl. 2005).

Fjellrev på Svalbard overvåkes årlig i to avgrensede områder med stor variasjon i ynglefrekvens mellom år (Ims mfl. 2014, MOSJ). Tilgang av reinkadaver på tundraen som følge av nedisete beiter på senvinter og vår forklarer en stor del av den årlige variasjonen i fjellrevbestanden (Fuglei mfl. 2003, Eide mfl. 2012, Hansen mfl. 2013). Store kolonier av sjøfugl er viktige byttedyr om sommeren og kan virke stabiliserende på fjellrevbestanden. De sterkt økende gåsebestandene på Svalbard kan også ha positiv innflytelse på fjellrevbestanden (Eide mfl. 2012, Ims mfl. 2013, Ims mfl. 2014). En annen viktig næringskilde for fjellrev er byttedyr fra det marine økosystemet (Eide mfl. 2012, Ims mfl. 2013) og kadaver av sel og selunger om våren kan også være bestemmende for om fjellreven får unger.

Fjellrev finnes over det meste av Svalbardøygruppen og bestanden i områdene som overvåkes holder seg over tid relativt stabil (Ims mfl. 2014, MOSJ). Flere faktorer kan påvirke bestandsutviklingen i tillegg til mattilgang. Det har vært fangstet fjellrev på Svalbard gjennom mange hundre år. Selv om vi har vist at fangst påvirker bestandens alders- og kjønnsfordeling, så er det per i dag ingen indikasjon på nedgang i bestanden. Grunnen til dette er trolig at den lokale bestandens vekstpotensial er tilstrekkelig stort til å hindre nedgang i bestanden selv om den demografiske strukturen er påvirket, eller at lokal bestandsstørrelse opprettholdes gjennom innvandring (Fuglei mfl. 2013). Fjellrev på Svalbard er bærer av dyreoverførte sykdommer til mennesker, såkalte zoonoser. Utbrudd av viruset

rabies har skjedd to ganger på Svalbard som vi kjenner til (1980 og 2011; Mørk mfl. 2011) og kan forårsake dødelighet i bestanden. Parasitten fjellrevens lille dvergbandelorm (*Echinococcus multilocularis*) er ikke farlig for fjellrev (men for mennesker) mens en annen parasitt, toxoplasmose er funnet som dødsårsak hos både unge og eldre fjellrev (Prestrud mfl. 2007). Fjellrev er også sårbar for tungt nedbrytbare miljøgifter grunnet deres marine diett. Nivåene av miljøgifter i fjellrev er så høye at de kan ha negativ effekt på fjellrevens helse (Aas mfl. 2014, Andersen mfl. 2015).

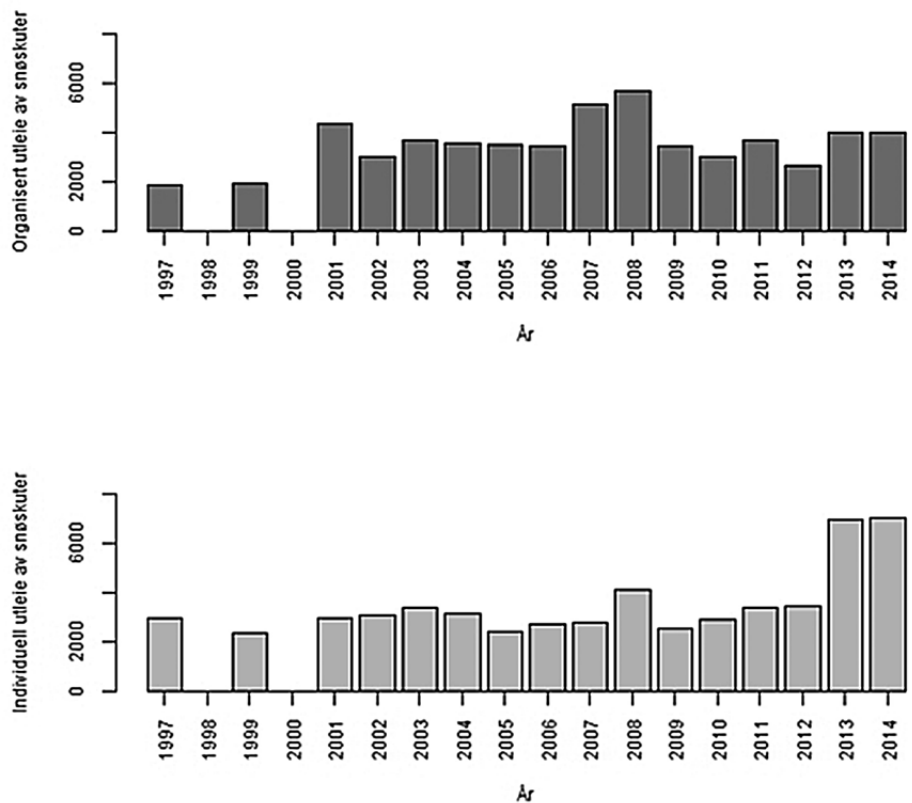
1.3 Snøskutertrafikk på Svalbard

Stortinget utpekte på begynnelsen av 1990-tallet «Reiselivet» som ett av tre satsingsområder innen næringsutviklingen på Svalbard (Meld. st. 50, Reiselivsstatistikk for Svalbard 2013). Etter at det ble en større satsing på reiselivet på Svalbard har antall gjestedøgn øket fra over 23.000 i 1993 til over 100.000 i 2013 (Reiselivsstatistikk for Svalbard 2013). I takt med aktivitetssøkningen på Svalbard har også den samlede ferdselen øket og veksten har vært størst innenfor reiseliv og forskning. I følge Stortingsmelding 22 vil utfordringene være å styre ferdselen på en måte som ivaretar de høye miljømålene for Svalbard. Den sier videre at «*Selv om situasjonen for det biologiske mangfoldet og villmarksnaturen i dag er god, kan nye utviklingstrekk komme til å stille miljøvernet på Svalbard overfor store utfordringer. Dette gjelder særlig klimaendringene, men også økende ferdsel og endringer i aktivitetsbildet på og omkring Svalbard.*».

I Reiselivsstatistikken for Svalbard (2013) deles statistikken for snøskuterutleie inn i «*individuell utleie av snøskuter*» og «*organiserte guidede snøskuterturer*». De organiserte guidede snøskuterturene er en av de mest populære aktivitetene for tilreisende på Svalbard om vinteren og størstedelen av ferdselen skjer i april. Turene går hovedsakelig til Barentsburg, Tuna-/von Postbreen i Tempelfjorden og til Elveneset, samt til østkysten og Pyramiden. For individuelle reisende har antall utleiedøgn for snøskuter ligget stabilt på 2000-3000 utleiedøgn siden 1997, med unntak av 2008 og 2013 som utmerket seg med en synlig økning som skyldtes at flyselskapet Norwegian hadde én sesongs drift i 2008 og som kom tilbake på Svalbardmarkedet i 2013 (Figur 1). For guidede turer har det vært en økning i ferdselen med snøskuter fra under 2000 feltdøgn i 1997-1999 til rundt 3000-4000 skuterfeltdøgn etter 2001 (Figur 1). Skuterferdsel blant de fastboende på Svalbard finnes det ikke oversikt over, og den kommer i tillegg til tilreisendes snøskuterbruk.

1.4 Effekter av forstyrrelse fra snøskuter på Svalbards dyreliv

For fjellrev finnes kun en upublisert pilotundersøkelse som har studert effekter av forstyrrelse fra snøskuter. Studien viste



Figur 1 Organisert ferdsel med snøskuter som antall feltdøgn (antall personer på tur x antall timer på tur/24 timer (øvre figur) og individuell ferdsel med snøskuter som antall feltdøgn (antall døgn snøskuter har vært leid ut) med individuell utleie av snøskuter (nedre figur) for 1997 til 2014. Det mangler data fra årene 1998 og 2000. (Data fra Svalbard reiseliv, Reiselivsstatistikk for Svalbard, 2013).

at forstyrrelse fra snøskuter kan ha en lokal effekt på fjellrev i Adventdalen og Sassendalen. De studerte hvordan 5 fjellrev utstyrt med radiosendere responderte på snøskuter som ble kjørt rett imot revene (Eid mfl. 2002). Resultatene viste stor forskjell i reaksjonsmønster på provokasjonen med snøskuter, noe som var avhengig av om fjellreven befant seg i åpent eller bratt terreng. Fjellrev som befant seg i ur eller bratt terreng hadde en fluktavstand til snøskuter på ca. 200 m, mens fjellrev i åpent slakt terreng flyktet på 500 m (Eid mfl. 2002). Det finnes også et fåtalls studier som omfatter effekter av snøskuterferdsel på andre arter på Svalbard. En av studiene hadde som mål å undersøke effekten av snøskutertrafikk på isbjørn (Andersen og Aars 2008). Binner med unger og single mellomstore bjørner viste en sterkere respons på snøskuter enn voksne hanner og single voksne binner. Studien konkluderte med at binner med små unger hadde spesielt stor risiko for å bli forstyrret. Dataene sett under ett viste at isbjørnene oppdaget snøskuteren på over en km avstand, i snitt på 1164 m (range 141-4930 m). Det var stor variasjon på avstanden fra snøskuteren når bjørnene begynte å løpe unna. Fluktavstand til snøskuteren var i gjennomsnitt på 843 m. Studien konkluderte med at langtidskonsekvenser på isbjørnens bestandsdynamikk fortsatt er ukjent. Tilsvarende provokasjonsstudier av svalbardreinen har funnet svært begrenset respons og stor grad av tilvenning til forstyrrelser fra snøskuter (Tyler 1991). Det finnes således svært begrenset forskning på forstyrrelse fra snøskuter på fjellrev spesielt og dyrelivet generelt. Se Overrein (2002) og Vistad mfl. (2008) for en oppsummering av effekter på dyrelivet på Svalbard fra ulike typer menneskelig ferdsel.

Behovet av å styrke kunnskapen om hvordan ferdselen påvirker miljøet på Svalbard er forankret i flere offentlige

dokumenter, bl.a. Svalbardmiljølovens § 73, 2. ledd, som sier: «All ferdsel på Svalbard skal foregå på en måte som ikke skader, forsøpler eller på annen måte forringer naturmiljøet eller kulturminner eller fører til unødig forstyrrelse av mennesker eller dyreliv». I Stortingsmelding 22 (2008-2009) er behovet for styrket kunnskap om effekter av ferdsel spesielt framhevet (se side 60 under «Tiltak») og behovet for forskning på effekter av motorferdsel på dyreliv er videre forankret i Miljøforvaltningens kunnskapsmatrise som første gang ble lansert i 2011.

2 Metoder

2.1 Studieområde

Vi gjennomførte et observasjonsekspériment for å undersøke om menneskelig ferdsel med snøskuter kan forårsake at fjellrev endrer sin døgnatferd. Vi valgte ut to områder med stor kontrast i snøskutertrafikk på Nordenskiöld Land, Spitsbergen. Området med stor snøskutertrafikk, kalt Eksperimentområde (78.1948 °N; 16.7354°E), var det samme området som vi benyttet under IPY-prosjektet i 2008 og 2009. Eksperimentområde inkluderte Adventdalen, De Geerdalen, Eskerdalen og Sassendalen (Figur 2A). Hovedtraseene for snøskutertrafikk ut av Longyearbyen går gjennom disse områdene og de guidede skuterturene fra Longyearbyen går hovedsakelig til Tuna-/ von Postbreen i Tempelfjorden, Elveneset, samt til østkysten og Pyramiden (Reiselivsstatistikk for Svalbard 2013, Figur 2A). Eksperimentområde var således lokalisert i kjerneområdet for hovedskutertraseene ut av Longyearbyen. Området med liten snøskutertrafikk, kalt Kontrollområde (77.8107°N, 14.7272°E), var et område med betydelig mindre snøskutertrafikk sammenlignet med eksperimentområde. Kontrollområde dekket området fra Vassdalen, Berzeliusdalen og Fridtjovhamna (Figur 2A).

Kamerastasjonene skulle etter planen utplasseres i eksperiment- og kontrollområdene i mars 2012. Planen var å ta i bruk naturlige åter av svalbardrein som vi skulle lete opp gjennom vinteren før oppstart. Grunnet lite døde reinsdyr vinteren 2011-2012 og dermed få reinsdyrkadaver, søkte vi om å utsette hele observasjonsekspérimentet til vinteren 2013. Vi benyttet derfor resten av vinteren til å samle inn reinsdyrkadaver og fra mars-april 2012 og frem til mai 2012 satte vi inn en stor egeninnsats og benyttet enhver anledning også gjennom andre feltprosjekter til å lete opp og



Figur 2A. Kartet viser studieområdene og geografisk plassering av kamerastasjoner i eksperimentområde (mørkblå) og kontrollområde (lysblå). De mest brukte snøskutertraseene er tegnet inn med blå linje (fra kartblad: Nordenskiöld Land, 2008). Nyttetraseen fra Longyearbyen gjennom Bolterdalen til Svea er ikke tegnet inn.



Figur 2B. Kartet viser studieregionene Svalbard (Nordenskiöld Land) og russisk Arktis (Nenetsky og Yamal). Høy-arktiske områder er vist i lysegrønn og Lav-arktiske i mørkere grønn farge.

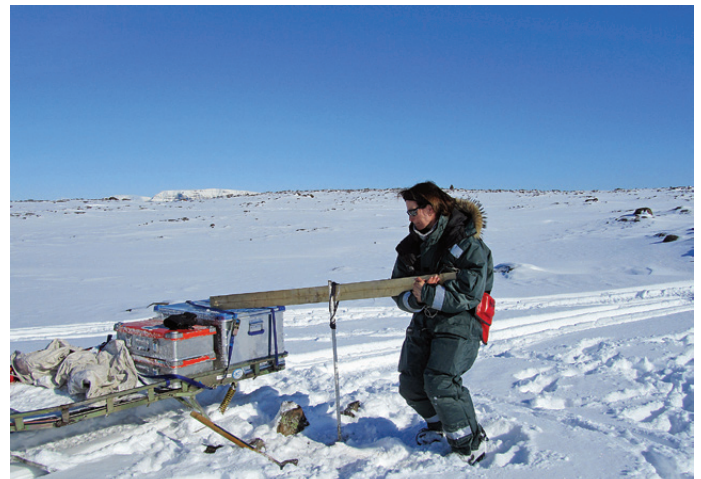
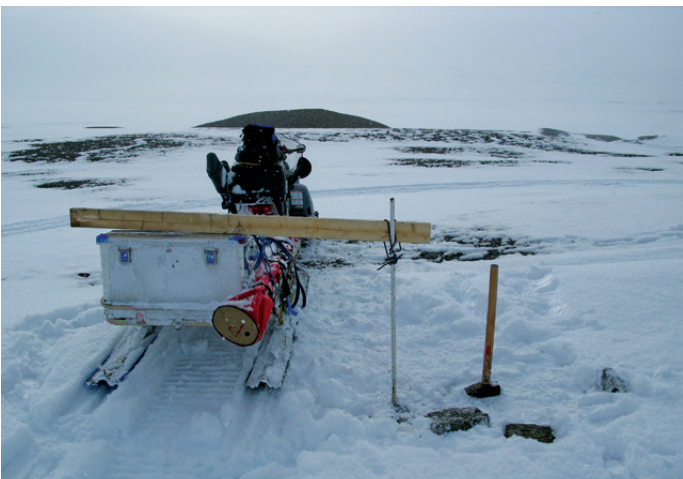
samle inn reinsdyrkadaver til prosjektet. Vi fikk også melding fra Sysselmannen på Svalbard når reinkadaver ble funnet og hentet disse inn i løpet av senvinteren 2012. Reinsdyrkadaverne ble lagret i fryserer på Norsk Polarinstittutt i Longyearbyen for oppbevaring til oppstart av observasjonsekspérimentet i mars 2013.



Figur 3
Oppmontert kamerastasjon på reinsdyråter (nedsteinet åte markert med rød ring) i mars 2013.



Figur 4
A) Sjekking av kamerastasjoner og batterier, bytte av minnebrikker. Foto: Hanna Kauko. B) Sjekking og påfylling av nytt åte. Foto: Reconyx fotoboks.



Figur 5
Ekstraksjon av monteringsstenger og nedmontering av kamera. Foto: Hanna Kauko.

2.2 Studiedesign og feltprotokoll

Vi benyttet de samme lokalitetene for kamerastasjoner i eksperimentområde som vi benyttet i det nevnte IPY-prosjektet (2008-2009, Tabell 1) med unntak av en stasjon. Denne stasjonen lå på Revneset og ble flyttet fordi den lå for nær hyttene i området og reinsdyråtene kunne tiltrekke seg isbjørn. Eksperimentområde utgjorde et område på om lag 480 km² og kamerastasjonene var montert med en avstand på 6 km i gjennomsnitt. Lokalitetene for kamerastasjonene i kontrollområde ble bestemt mens vi plasserte ut åtene fordi de måtte tilpasses lokale forhold og snømengder (Tabell 1). Kontrollområde utgjorde i areal 130 km² og avstanden mellom kamerastasjonene var omlag 3 km. Avstanden mellom studieområdene var om lag 65 km. Vi monterte 10 kamerastasjoner med åter i hvert av studieområdene (til sammen 20 kamerastasjoner) i begynnelsen av mars 2013 (Figur 2A, Tabell 1).

Automatiske kamerastasjoner montert med eller uten åte er en metode som benyttes i økende grad internasjonalt for å undersøke bl. a. effekter av forstyrrelse og menneskelig ferdsel på dyrelivet (Erb mfl. 2012, Barrueto mfl. 2014). Metoden er objektiv og sikker med liten mulighet for feilkilder. Et kamera som tar bilder med fast tidsintervall samler data på en uhildet måte, og lar seg ikke kontrollere av utenforliggende faktorer. Metoden og utviklingen av kameraboksene har gått raskt, er nå av god kvalitet, er testet ut i ekstreme omgivelser, viser seg å fungere godt og er pålitelige (Killengreen mfl. 2012, Hamel mfl. 2013).

Kamerastasjonene ble fortrinnsvis plassert på avblåste høydedrag på blokkmark eller morenemark. På hver stasjon monterte vi en digital infrarød fotoboks av typen Reconyx (PC800 HyperFire Professional Semi-Covert IR- Reconyx Inc, Wisconsin, USA). Hver kamerastasjon ble montert på hvitmalt armeringsstål i knehøyde over bakken (se Figur 3). For å få et stabilt festepunkt for armeringsstålet i frossen tundra benyttet vi en batteridreven bergboremaskin (Hilti, drill bor med 20 mm bor) til å drille et hull i tundraen der armeringsstålet ble slått ned med en slegge. Hver kamerastasjon ble drevet av et eksternt montert Haze batteri (Haze Batterier, HZS12V-7,5Ah). Kamerastasjonen ble satt i en "time-laps" modus med et bildeintervall på 5 min. Foran hver kamerastasjon la vi et reinsdyrkadaver (10-20 kg) som vi dekket til med store steiner. Vi besøkte alle kamerastasjonene i begge studieområdene om lag hver 14. dag i løpet av mars og april 2013. Under besøket sjekket vi om det var nok reinsdyråte og fylte på hvis de var spist opp, at batterier og kameraer fungerte, og byttet minnebrikker i kameraene (Figur 4A og B).

Vi ned monterte og fjernet samtlige kamerastasjoner i eksperimentområdet 27. og 29. april 2013 og i kontrollområde 8.-9. mai 2013 (Figur 5).

2.3 Organisering og bearbeiding av data

2.3.1 Bilder fra kamerastasjonene

På hver kamerastasjon ble det tatt om lag 16.000 bilder. Til sammen utgjorde dette om lag 160.000 bilder i hvert område (totalt om lag 320.000 bilder for begge områdene). Hvert bilde hadde informasjon om geografisk lokalitet, år, dato, og tid på døgnet (klokkeslett). For å systematisere dataene ble alle bildene fra hvert kamera lastet inn i et program (RECONYX -

Tabell 1

Oversikt over geografisk plassering av kamerastasjoner i eksperiment- og kontrollområdet. Koordinatene er angitt i WGS 84. Lokalitet, området, posisjon, og dato og år for montering av kamerastasjoner i eksperimentområde og kontrollområde.

Lokalitet	Området	UTM Ø	UTM N	Dato/år
Janssonhaugen	Eksperiment	530349	8678558	1/3-13
Kreklingpasset	Eksperiment	531879	8684268	2/3-13
DeGeerdalen	Eksperiment	529752	8695872	1/3-13
Hatten	Eksperiment	524125	8698308	1/3-13
Arctowski	Eksperiment	533599	8680980	2/3-13
Eskerdalen	Eksperiment	541911	8681044	1/3-13
Flatkollen	Eksperiment	556263	8690116	1/3-13
Gjelhallet	Eksperiment	548017	8693402	1/3-13
Fjordnibba	Eksperiment	545398	8699036	1/3-13
Deltadalen	Eksperiment	542650	8691218	1/3-13
Rypefjellet	Kontroll	502926	8641222	3/3-13
Svartodden	Kontroll	501361	8637906	3/3-13
Kapp Schöllin	Kontroll	489609	8631962	4/3-13
Fridtjovhamna	Kontroll	491088	8634468	4/3-13
Sefstrømkammen	Kontroll	491855	8638076	4/3-13
Jöns Jakobfjellet	Kontroll	495403	8643894	4/3-13
Gleditschfonna	Kontroll	494107	8647747	4/3-13
Snøkammen	Kontroll	496468	8646528	4/3-13
Foltmarfjellet	Kontroll	495805	8640084	4/3-13
Kolfjellet	Kontroll	495988	8637470	4/3-13



Figur 6

A) Snøskutertrafikk i Sassendalen. Lys fra snøskuter i rød sirkel.
B) Snøskutertrafikk i De Geerdalen. Begge i eksperimentområdet.

MapView Professional) hvor vi, ved hjelp av nøkkelord som vi på forhånd hadde lagt inn, manuelt registrerte all informasjon vi så på hvert bilde.

Vi benyttet følgende nøkkelord for registrering av data:

Åte: 1=åte til stede, 0=åte fjernet

Fjernet åte=hva som tok åtet

Bildekvalitet: 1=kan se åtet og 0=kan ikke se åtet (50% av bildet tildekket)

Snøskuter=antall snøskuter på bildet

Fjellrev=antall fjellrev på bildet

Isbjørn=antall isbjørn på bildet

Polarmåke=antall polarmåker på bildet

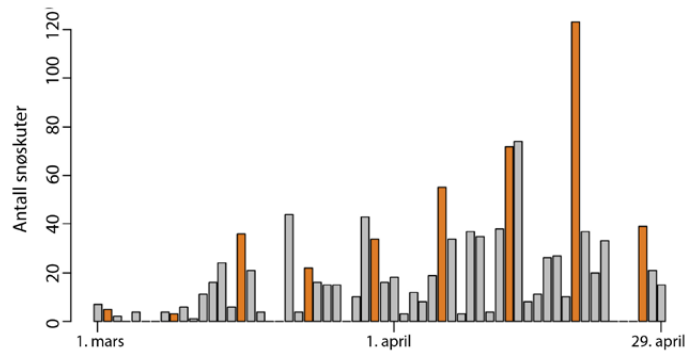
Type=antall ryper på bildet

Informasjonen ble deretter lagret og dataene fra alle kamerastasjonene i eksperiment- og kontrollområdet ble satt sammen til en hovedfil som vi benyttet videre til statistiske analyser. Se Vedlegg 1 for andre arter fotografert på kamerastasjonene.

2.3.2 Kvantifisering av snøskutertrafikk

Snøskutertrafikk ble i begge områdene fanget opp på noen av kamerastasjonene hvor fotoboksen stod vendt mot dalen. Bildene under (Figur 6 A og B) viser noen eksempler fra kamerastasjonene. Antall snøskutere ble talt opp og registrert.

Det var ikke mulig å plassere alle kameraene på en slik måte at de fanget opp all snøskutertrafikk. Derfor ble det i analysene kun brukt kontrasten mellom området med mye skutertrafikk (eksperimentområde) og området med lite skutertrafikk (kontrollområde). Kamerastasjonen ved Janssonhaugen i eksperimentområde (Tabell 1) var plassert slik at den fanget opp skutertrafikken ut av Longyearbyen og viste at det var en økning i trafikken utover i sesongen fra mars til april, og mer trafikk i helgene (Figur 7).



Figur 7
Antall snøskutere som ble registrert på kamerastasjonen ved Janssonhaugen i eksperimentområde hvert 5. minutt fra 1. mars til 29. april 2013. De oransje søylene viser lørdager. Kamerastasjonen fanget ikke opp all snøskutertrafikken.

2.3.3 Sammenlikning mellom arktiske regioner

I tillegg til kamerastasjonene på Svalbard, har vi i prosjektet inkludert data fra tilsvarende observasjoner utført i to studieområder i russisk Arktis, Yamal og Nenetsky i 2008 og 2009 (Figur 2 B). I hvert område ble 10 åtestasjoner utstyrt med kameraer og plassert i en gradient fra kysten til innlandet. Disse kameraene tok ett bilde hver 10 min. På Svalbard ble det brukt reinkadaver som åte. På Yamal ble slakteavfall fra tamrein brukt, og i Nenetsky en blanding av slakteavfall fra tamrein og fisk. På Svalbard ble observasjonene utført mellom 10. mars og 8. april i 2008 og mellom 2. mars og 26. april i 2009. På grunn av tekniske problemer med åte og kameraer i Nenetsky ble veldig lite data samlet i 2009. Derfor benyttet vi bare data fra

2008 til denne storskala sammenlikningen. I 2008 ble observasjonene utført mellom 15. mars og 20. april i Nenetsky (68°2N, 53°18E) og mellom 1. mars og 30. april på Yamal (68°13N, 69°09E).

Informasjonen fra bildene i 2008 og 2009 ble registrert på samme måte som beskrevet ovenfor for 2013, og lagret i en datafil.

2.4 Dataanalyser

2.4.1 Variabler

I de statistiske analysene brukte vi andel bilder med fjellrev på per døgnperiode som responsvariabel (se 2.4.2-2.4.4 for detaljer).

Vi benyttet følgende uavhengige forklaringsvariabler i analysene:

-Region: Svalbard (Norge), Nenetsky og Yamal (Russland).

-Område: Eksperimentområde og Kontrollområde, Nordenskiöld Land, Svalbard.

-Åtestasjon: Kamerastasjon (fotoboks) med reinsdyr åte innenfor hvert område

-Årstall: 2008, 2009, og/eller 2013

-Døgnperioder: Dato og klokkeslett ble automatisk registrert på hvert bilde og vi delte døgnet inn i fire perioder. **1)** fra kl. 01 til 07, **2)** fra kl. 07 til 13, **3)** fra kl. 13 til 19 og **4)** fra kl. 19 til 01.

-Juliansk dato: Juliansk dato er et kontinuerlig dagnummer som starter 1. januar (dag 1) og går fortløpende ut året (dag 365). For eksempel så er 4. mars dag 63 osv.

-Avstand til nærmeste skuterløype: Avstand fra åtestasjon til nærmeste snøskuterløype i km.

2.4.2 Statistiske analyser for delmål 1

Det første delmålet var å undersøke om det er forskjell i aktivitet hos fjellrev i ett område med stor snøskutertrafikk (eksperimentområde) og ett med liten snøskutertrafikk (kontrollområde). For å undersøke dette så vi på andelen av bilder med fjellrev i de fire døgnperiodene og plottet den gjennomsnittlige andelen i prosent av bilder med fjellrev for eksperiment- og kontrollområde. Konfidensintervaller (måte å angi feilmargin av en måling på) ble estimert fra en antatt binomial fordeling. Deretter testet vi om fordelingen av andelen (frekvensen) av bilder med fjellrev var forskjellig mellom de to områdene. Denne testen gjorde vi med en Generalisert Lineær Mixed Modell (GLMM) med en binomial feilfordeling som vi tilpasset ved bruk av pakken lme4 i statistikkprogrammet R (R Development Core Team 2010). Uavhengige variabler i modellen var område, dvs. kontroll- eller eksperimentområde, de fire døgnperiodene og dato. Dato ble inkludert, fordi det er grunn til å anta at fjellrevs aktivitet på åte kan forandre seg over en periode på 2 måneder på sen vinter og tidlig vår som for eksempel i forbindelse med brunst og paring. Vi sammenliknet modeller med forskjellige kombinasjoner av disse variablene ved hjelp av «likelihood ratio» test (sannsynlighetstest) for å bestemme hvilken modell som best passet til dataene. Vi valgte mellom modeller som inkluderte flere additive kombinasjoner av de forskjellige variablene og en interaksjon mellom område og døgnperiode, og mellom område og dato (se Vedlegg 2, Tabell 1). Åtestasjonene og dag ble inkludert i alle modellene som en random effekt, fordi det er grunn til å anta at lokale forhold som for eksempel nærheten til fjellrevhi

og værforhold som forandrer seg fra dag til dag og kan ha betydning for andelen bilder med fjellrev.

2.4.3 Statistiske analyser for delmål 2

Det andre delmålet var å undersøke om det er forskjell i aktivitet i løpet av døgnet hos fjellrev på Svalbard i området med stor snøskutertrafikk (eksperimentområde) over flere år, ved å sammenligne dataene fra 2008, 2009 (fra IPY prosjektet) og 2013 (dette prosjektet). For å undersøke om det var endringer i aktivitetsbruk mellom de tre forskjellige årene i eksperimentområde, brukte vi frekvens av fjellrev på kamerastasjonene i de fire døgnerperiodene som responsvariabel, og den samme analysen som i delmål 1 (Generalisert Lineær Mixed Modell (GLMM) med en binomial feilfordeling som vi tilpasset ved bruk av pakken lme4 i statistikkprogrammet R (R Development Core Team 2010)).

Uavhenige forklaringsvariabler var her år (2008, 2009, 2013), de fire døgnerperiodene (1) 01-07, 2) 07-13, 3) 13-19 og 4) 19-01 og dato. I tillegg hadde vi med avstand fra skuterløypen til kamerastasjonene for å se om dette hadde betydning for hvor ofte og når fjellreven ble avbildet. Modellseleksjonen ble gjort på samme måte om i delmål 1 (se Vedlegg 2, Tabell 2). Åtestasjonene og dag ble inkludert i alle modellene som en random effekt.

2.4.4 Statistiske analyser for delmål 3

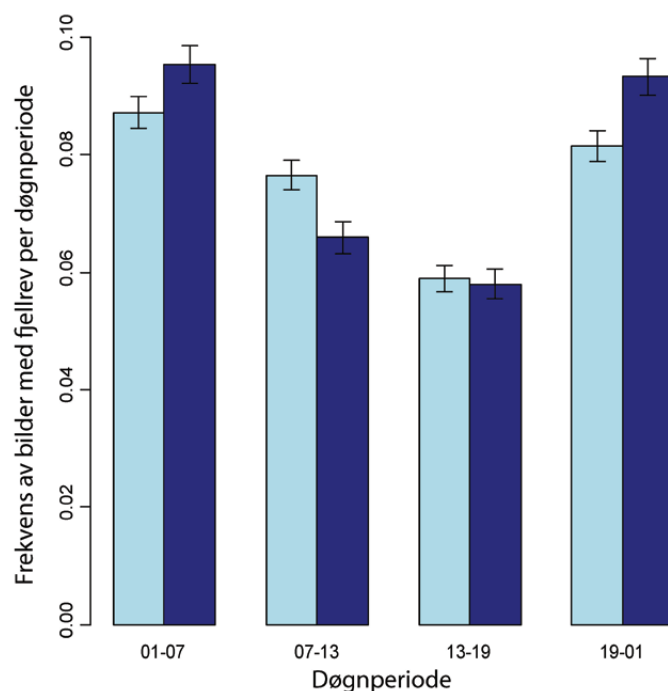
Det tredje delmålet var å undersøke om det var forskjell i døgnavaktivitet hos fjellrev mellom regioner, dvs. mellom området med liten snøskutertrafikk (kontrollområde) på Svalbard og i Russisk Arktis hvor det også er lav snøskutertrafikk (sannsynligvis mindre enn i kontrollområde på Svalbard). Her sammenliknet vi data fra kontrollområde på Svalbard med data fra Nenetsky og Yamal. Siden vi kun har ett år med data fra Svalbard til denne sammenlikningen, brukte vi året med mest fjellrevbilder fra de russiske regionene (2008). Dette gir et bedre grunnlag for våre konklusjoner og gjør områdene mer sammenlignbare, da det var mange fjellrev i kontrollområde i 2013.

Vi brukte de samme analysene som ovenfor for andelen av bilder med fjellrev per døgnerperiode (Generalisert Lineær Mixed Modell (GLMM) med en binomial feilfordeling som vi tilpasset ved bruk av pakken lme4 i statistikkprogrammet R (R Development Core Team 2010)). Uavhenige forklaringsvariabler var region (Yamal, Nenetsky og Svalbard) døgnerperiode og dato, mens åtestasjon og dag var inkludert som random effekter. Modellvalg ble gjort som forklart ovenfor (se Vedlegg 2, Tabell 3 for kandidatmodeller).

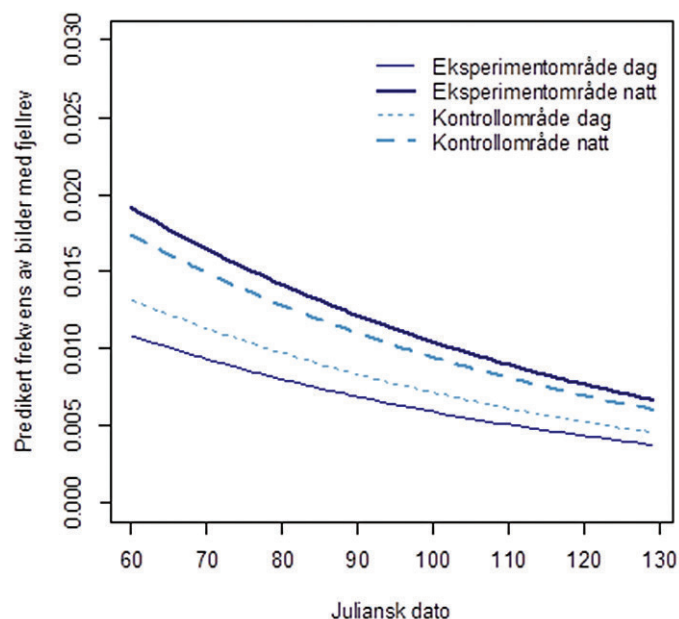
3 Resultater

3.1 Sammenlikning av Kontroll- og Eksperimentområde i 2013

Det ble tatt totalt 170958 bilder av god bildekvalitet i kontrollområde og 133452 i eksperimentområde. Av disse var det 13003 bilder med fjellrev i kontrollområde (7.6 %) og 10423 bilder med fjellrev i eksperimentområde (7.8 %). Ved å dele



Figur 8. Gjennomsnittlig andel av bilder (frekvens) med fjellrev fordelt på de fire døgnerperiodene døgnet var delt inn i. Eksperimentområde (mørkeblå) og kontrollområde (lyseblå). 95% konfidensintervall for frekvensene estimert fra en binomial fordeling er vist.



Figur 9. Forventede frekvenser av bilder, basert på valgte statistiske modell, for fjellrevens bruk at åte utover i sesongen, i eksperimentområde (mørkeblå) og kontrollområde (lyseblå) for dag (periode 07-13 og 13-19) og natt (19-01 og 01-07) i relasjon til dato (Juliansk dato).

døgnet inn i fire perioder (som forklart i 2.4) fikk vi andel av bilder med fjellrev per døgnerperiode, som i gjennomsnitt lå på 7.6 %, men var også helt oppe i 100 % for to enkelte døgnerperioder. Det ble ikke registrert fjellrev i 2753 døgnerperioder av totalt 4368 i studieperioden. Begge områdene hadde flere bilder med fjellrev om natten dvs. fra kl. 19 til 01 og kl. 01 til 07 enn på dagtid, men forskjellen mellom natt og dag var større i eksperimentområde enn i kontrollområde (Figur 8).

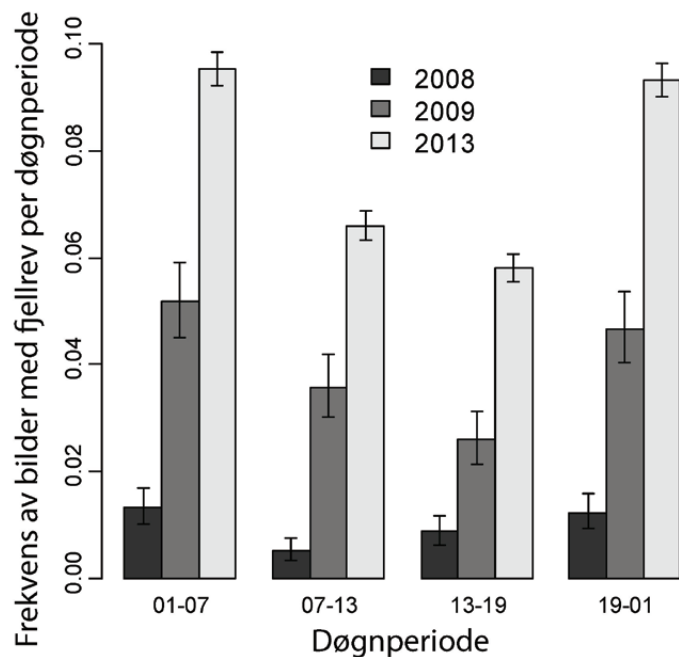
Forskjellene mellom områdene ble ytterligere bekreftet i de statistiske analysene (GLMM analysen). Modellen som ble

valgt har forklaringsvariablene; område, døgnperiode, dato, og en interaksjon mellom døgnperiode med område (Vedlegg 2, Tabell 1). Modellen viste at det var flest bilder med fjellrev om natten i perioden 01-07 i begge områdene. Denne frekvensen var mindre i alle de tre andre døgnperiodene i kontrollområde, men forskjellen var større mellom natt og dag i eksperimentområde sammenlignet med kontrollområde, dvs. at andelen bilder med fjellrev var lavere på dagtid i eksperimentområde noe som kan indikere at fjellrevs bruk av åte endres der det er stor snøskutertrafikk. Videre avtok andel bilder med fjellrev utover våren i begge områdene. Figur 9 viser andelen av bilder, forventet fra modellen basert på flere effekter, med fjellrev i de to områdene og for hver døgnperiode, her slått sammen til dag [07-13 og 13-19] og natt [19-01 og 01-07], i relasjon til dato. Forskjellene er statistisk signifikante.

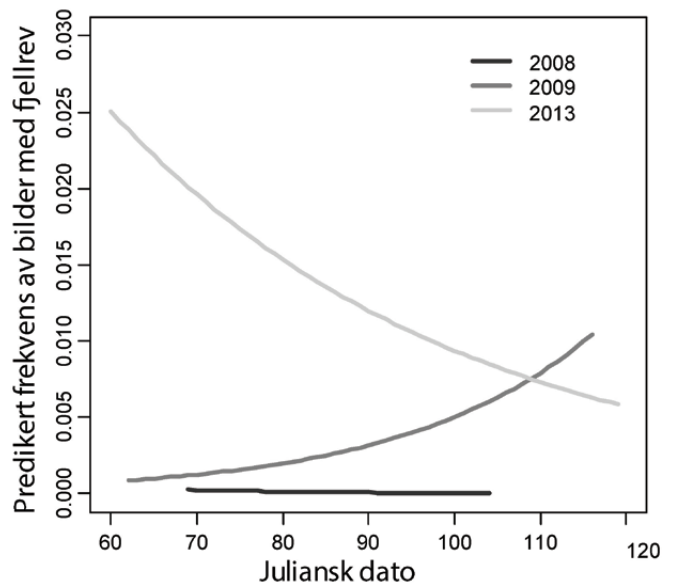
3.2 Sammenlikning av døgnaktivitet på Svalbard over tre år

For årene 2008 og 2009 ble det tatt en god del færre bilder med god bildekvalitet (19316 bilder i 2008 og 16234 bilder i 2009) fordi kameraene tok et bilde hvert 10. min istedenfor hvert 5. min som i 2013, og kameraene var av en eldre modell som ikke virket like bra. Det var totalt 189 bilder med fjellrev i 2008 og 643 i 2009, noe som tyder på mindre fjellrevaktivitet enn i 2013, hvor det var 10423 bilder med fjellrev av totalt 133452 i eksperimentområde. Figur 10 viser andel bilder med fjellrev på åte per døgnperiode i eksperimentområde i årene 2008, 2009 og 2013. Det er tydelig å se at den relative fordelingen mellom fjellrevs åtebruk i døgnperiodene var ganske lik over årene.

Figur 10 viser at det var store forskjeller mellom årene i hvor mange bilder med fjellrev det ble tatt. Det var minst rev til stede i 2008, litt mer i 2009 og flest rev i 2013. Til tross for disse klare forskjellene, var fordelingen av bilder med rev i døgnnet ganske likt mellom årene. Dette ble bekreftet av statistiske analyser (GLMM) som viste at den beste modellen inneholder



Figur 10 Gjennomsnittlig frekvens av bilder med fjellrev i de 4 døgnperiodene over 3 år i eksperimentområde på Svalbard. 95% konfidensintervaller for frekvensene estimert fra en binomial fordeling er vist.

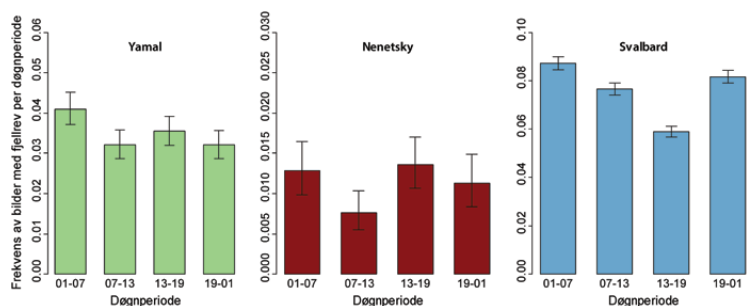


Figur 11 Forventede frekvenser av bilder, basert på flere effekter i valgte statistiske modell, for fjellrevs bruk av åter i årene 2008, 2009 og 2013 i relasjon til dato (Juliansk dato) i eksperimentområde på Svalbard.

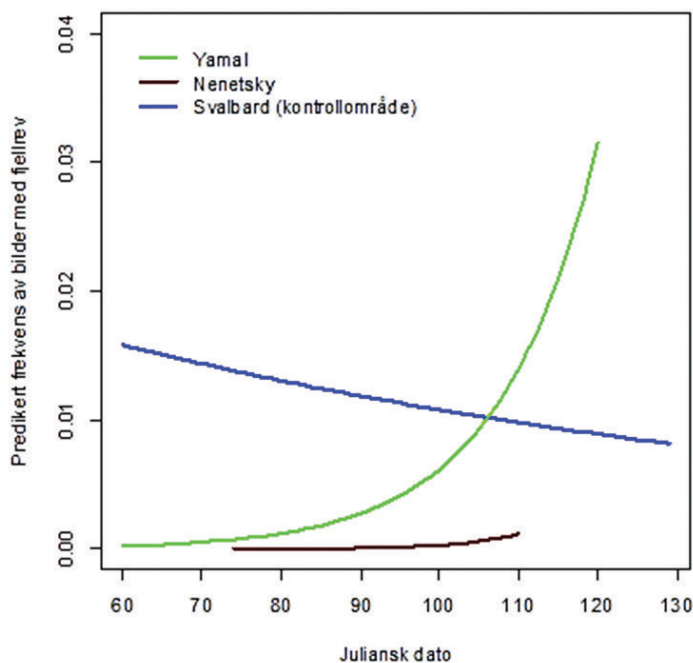
en interaksjon mellom år og dato (Figur 11) og mellom år og døgnperiode (Vedlegg 2, Tabell 2). Interaksjonen mellom år og døgnperiode viste at det i 2008 var større nedgang i frekvens av fjellrev på bildene mellom 01-07 og 07-13 enn i 2013, men i alle tre år observerte vi det samme mønsteret som vi så i 2013 med lavere aktivitet på dagen enn på natten. Interaksjonen mellom dato og år viser at i 2009 har vi i stedet for en avtagende aktivitet utover i sesongen en økning i bruk av åtene. Dette er motsatt til mønsteret observert i 2013 og til dels i 2008, men da var det mye lavere frekvens av bilder med fjellrev. Den beste modellen inneholdt ikke avstand fra skuterløypene som en av forklaringsvariablene (Vedlegg 2, Tabell 2). Dette betyr at kamerastasjonens avstand (0.3 til 2.9 km) fra en skuterløype ikke hadde betydning for frekvensen av fjellrev på kamera-stasjonene.

3.3 Sammenlikning av døgnaktivitet med lav snøskutertrafikk på Svalbard og i Russland

I Nenetsky ble det tatt 20140 bilder med god kvalitet i 2008 og 6488 bilder i 2009. Det var fjellrev på 228 av bildene tatt i 2008, men bare på 15 i 2009, som var et år hvor det var problemer med åte i dette område. I Yamal ble det tatt 40035 bilder i 2008



Figur 12 Gjennomsnittlig frekvens av døgnperioder der fjellrev ble registrert i de to regionene i Russland, Yamal (grønn) og Nenetsky (rød) i 2008, og i kontrollområde på Svalbard i 2013 (blå). 95% konfidensintervaller for frekvensene estimert fra en binomial fordeling er vist.



Figur 13
Forventet sammenheng mellom juliansk dato og den forventede frekvensen av bilder med fjellrev i regionene i Russland, Yamal (grønn) og Nenetsky (rød) i 2008, og i kontrollområde på Svalbard i 2013.

og 40292 i 2009, med henholdsvis 1403 og 567 bilder med fjellrev. Fjellrev var det hyppigst observerte dyret på kamerastasjonene i begge områdene. Dataene fra Russland ble delt i de samme fire døgnerperioder for sammenlikning med Svalbard. Det var ingen åpenbare mønster i døgnerbruken i de to russiske regionene (Figur 12).

Den beste modellen for å undersøke om aktivitetsbruken var den samme mellom de tre regionene inkluderte forklaringsvariablene døgnerperiode og dato samt en interaksjon mellom disse to variablene og region (Vedlegg 2, Tabell 3). Modellen viser at det er en forskjell mellom regionene i hvordan fjellreven bruker åtene i løpet av døgnet. Både på Yamal og Nenetsky blir åtene brukt mindre i perioden 01-07 og mer i perioden 13-19 sammenlignet med Svalbard. Videre er det en klar forskjell i bruken av åtene i løpet av perioden hvor det både på Yamal og Nenetsky er en økning i frekvensen av fjellrev på kamerastasjonene fra mars til april, mens frekvensen gikk ned på Svalbard i 2013 (Figur 13).

4 Diskusjon

4.1 Hovedfunnene

Resultatene fra undersøkelsen viste at fjellrev i området med stor snøskutertrafikk benyttet åtene i større grad om natten sammenlignet med området med liten skutertrafikk på Svalbard. Vi fant forskjell i fjellrevens bruk av åtene gjennom døgnet mellom kontrollområde på Svalbard og regionene Yamal og Nenetsky i russisk Arktis med lav snøskutertrafikk. I motsetning til på Svalbard, var det ingen åpenbare mønster i døgnerbruken i de to russiske regionene. Dette tyder på at snøskutertrafikken på Svalbard kan ha endret døgnerbruken til fjellrev i dette området.

4.2 Effekter av snøskuterferdsel

Det første delmålet var å undersøke om det er forskjell i aktivitet hos fjellrev i ett område med stor snøskutertrafikk (eksperimentområde) og ett med liten snøskutertrafikk (kontrollområde). Undersøkelsen viste at fjellrev i området med stor snøskutertrafikk benyttet åtene i større grad om natten sammenlignet med området med liten skutertrafikk. Dette resultatet indikerer at snøskutertrafikken kan påvirke aktiviteten til fjellrev og besvarer dermed det uløste spørsmålet fra det internasjonale Polaråret (IPY) i 2008 og 2009. Vår nye undersøkelse understøtter de tidligere resultatene og viste at snøskutertrafikk har en effekt på fjellrevens døgnrytme.

For å kontrollere for at det ikke var andre faktorer som virket inn på døgnerbruken til fjellrev undersøkte vi også om fjellrev i eksperimentområde benyttet åtene på samme måte over de tre årene med data (2008, 2009 og 2013), dvs. om bruken av åtene var konstant over år i området med høy skutertrafikk, men med potensielt forskjellige års spesifikke miljøbetingelser (f.eks. tilgang på kadaver i terrenget, værforhold mm.). Denne sammenligningen viste at fjellrev benyttet åtene relativt likt gjennom døgnet over alle de tre årene, noe som understøtter våre resultater om at snøskutertrafikken har påvirket aktiviteten til fjellrev. Effekten var også konstant over år med forskjell i total tilstedeværelse av fjellrev. Dette betyr at den tidsmessige fordelingen av bruken av åtene i døgnet ikke kunne relateres til stor eller liten revebestand, eller med andre ord, større eller mindre konkurranse om åtene.

Effekter av menneskelig forstyrrelse kan deles inn i kategoriene regional, lokal eller kumulative effekter (Cocklin mfl. 1992, UNEP 2001). Med regionale effekter menes påvirkning på hele bestandene, mens lokale effekter er påvirkning på enkeltindiver, for eksempel hvordan et dyr responderer på en snøskuter som kjøres rett mot dyret. Dyrs reaksjon på snøskuter er hovedsakelig knyttet til motorlyden av snøskuteren (Reimers 1991) som har et lydnivå fra 70 til 80 dBA (målt på ca. 15 m avstand på to-takter snøskuter). Til sammenligning er lydnivået i et bibliotek på om lag 40 dBA og smerteterskelen hos mennesker ligger på om lag 120 dBA; Reimers 1991). Et guidet skuterfølge består ofte av flere snøskutere som kjører etter hverandre på en rekke (med maksimalt 25 snøskutere) og hvordan et lydbilde fra et slikt skuterfølge arter seg er ikke kjent. Statistikken over snøskuterutleie (Figur 1) viser at for årene 2008 og 2009 var antall utleiedøgn på om lag 4000 for individuell utleie og på noe over 5000 utleiedøgn for organisert utleie, mens for 2013 er tallene hhv. 7000 og 4000 (Figur 1). Om denne belastningen er «stor» eller «liten» er vanskelig å vurdere, men det finnes eksempel fra andre områder utenfor Svalbard der belastningen har vært større. Et eksempel er studier av sammenhengen mellom stresshormon og snøskuteraktivitet hos kronhiort og ulv i Yellowstone nasjonalpark, USA, der antallet snøskutere varierte mellom 15000 og 25000 snøskutere per vintersesong (Creel mfl. 2002). For Svalbard finnes det kun informasjon om snøskutertrafikk gjennom utleiefirmaene og det mangler en oversikt over det totale antall snøskutere i terrenget per døgn. Det er derfor vanskelig å anslå størrelsen på belastningen og dermed også å kunne sammenligne med andre relevante studier. Resultatene fra vår undersøkelse fanget opp snøskutertrafikken på flere kamerastasjoner. For eksempel kamerastasjonen på Janssonhaugen viste at det var stor variasjon mellom ukedagene og gjennom sesongen med økende skutertrafikk fra mars til april (Figur 7). Selv om denne kamerastasjonen ikke fanget opp all trafikk ut



Noen eksempler på bilder av fjellrev fotografert på reinsdyrøter, bilder tatt om dagen.



Det største antall fjellrev fotografert på samme bilde var fire stykker, bilder tatt om natten.

og inn av Adventdalen, og heller ikke den samlede totale snøskuterbelastningen, gir resultatene innblikk i hvordan ferdselen varierer med tid på døgnet og dag i sesongen og værforhold. Mønsteret for hvordan fjellrev benyttet åtene gjennom døgnet reflekterte også dognbruken av skutertrafikken. Fjellrev brukte åtene minst på dagtid dvs. i de to dognperiodene kl. 07-13 og kl. 13-19, og bruken var lavest i den siste. Dette mønsteret fant vi i begge områdene, men forskjellen mellom dag og natt var som nevnt størst i eksperimentområdet med stor snøskutertrafikk.

For å undersøke om dognbruken til fjellrev i området med lav snøskutertrafikk på Nordenskiöld Land tilsvarte dognbruken til fjellrev i andre Arktiske regioner med liten snøskutertrafikk, tok vi i bruk tilsvarende data fra Nenetsky og Yamal i russisk arktis. Døgnaktiviteten til fjellrev på Svalbard var forskjellig fra begge de to russiske regionene hvor fjellrev ikke viste noen åpenbare dognmønstre i bruk av åtene. Den kanskje mest iøynefallende forskjellen var for dognperioden kl. 13-19 som var perioden med lavest aktivitet på Svalbard, men som var perioden med høyest aktivitet i de to russiske regionene (Figur 12). Det er lite som tilsier at det skal være forskjell i den naturlige dognaktiviteten hos fjellrev på Svalbard og på Nenetsky og Yamal. En forklaring på forskjellen i dognaktivitet kan være at hele fjellrevbestanden på Nordenskiöld Land er påvirket av den generelle snøskuterbelastningen. Den lokale forskjellen mellom områdene med høy og lav snøskuterbelastning (se Figur 8) kan være forårsaket av at fjellrev som lever i eksperimentområde (høy belastning) i større grad er påvirket fordi de lever i et område som rommer hovedskutertraseene. Fjellrev kan vandre over store områder vinterstid og studier fra Canada har vist at fjellrev kan bevege seg opptil 4000 km i løpet av månedene februar til juli (Tarrow mfl. 2010). Det er derfor grunn til å anta at fjellrev i våre studieområder kan forflytte seg over hele Nordenskiöld Land på relativt kort tid. Avstanden mellom eksperiment- og kontrollområde er om lag 65 km i luftlinje og fjellrev fra begge områdene kan med stor sannsynlighet støte på og bli påvirket av snøskutertrafikken. På Svalbard er derimot kunnskap om fjellrevers områdebruk om vinteren foreløpig ukjent, men gjennom prosjektet «Arctic fox spatial ecology related to harvest», finansiert av Svalbards Miljøvernfond, er vi i ferd med å innhente kunnskap om vandringsmønstre hos fjellrev på Svalbard ved bruk av satellitt telemetri. Foreløpige resultater viser at det er stor individuell og sesongmessig variasjon og den lengste forflytningen har vært på om lag 270 km (pers. kom. Fuglei og Tarrow).

I det tredje delmålet undersøkte vi om fjellrev i områder med lav snøskutertrafikk på Svalbard og i Russland (Yamal og Nenetsky) brukte åtene til samme tid av døgnet. Resultater fra 2013 viste at fjellrev på Svalbard benyttet åtene i mindre grad utover i sesongen i både kontroll- og eksperimentområdene, mens fjellrev i Yamal og Nenetsky benyttet åtene i økende grad utover i sesongen. For å sjekke om det var sammenfall mellom den økende skutertrafikken fra mars til april (Figur 7) på Svalbard og bruken av åtene, sammenlignet vi sesongmessig bruk av åtene for årene 2008, 2009 og 2013. Vi fant at i 2008 og 2013 brukte fjellrev åtene i minkende grad utover sesongen, mens i 2009 ble åtene benyttet i økende grad. Dette kan forklares med varierende tilgang på naturlig forekommende reinsdyrkadaver på tundraen mellom år. I 2008 var kadavertallet ekstremt høyt (206 kadaver), mens det var lavt i 2009 og 2013 (hhv. 17 og 26). Svalbardreinens dødelighet påvirkes i stor grad av såkalte «regn-på-snø» hendelser om vinteren som kapsler inn vegetasjonen og blokkerer mattilgangen. Dette

fører til at reinsdyr sulter i hjel og blir liggende som kadaver tilgjengelig for fjellrev og andre åtseletere (Fuglei mfl. 2003, Eide mfl. 2012, Hansen mfl. 2013). Dette kan trolig forklare hvorfor kamerastasjonene ble benyttet i ulik grad utover sesongen mellom år på Svalbard.

Et stort antall publiserte studier har undersøkt effekter av menneskelig forstyrrelse på dyrelivet. Disse inkluderer atferdsmessige og fysiologiske studier på bl. a. hjortedyr (Eckstein mfl. 1979, MacArthur mfl. 1979, Freddy mfl. 1986, Creel mfl. 2002), marine pattedyr (Born mfl. 1999), sjøfugl (Gabrielsen og Smith 1995), og rovdyr (Amstrup 1993, Creel mfl. 2002, Andersen og Aars 2008, Gese mfl. 2013). Det er også en god del studier som helt spesifikt har undersøkt effekter av snøskuter på dyrelivet og det er funnet både positive og negative sammenhenger, alt ettersom hvilken art man har studert, sammensetning av økosystemet som ble studert, samt snøens egenskaper dvs. hvor lett det er for dyrene å bevege seg på snøen uten å trække gjennom (Neumann og Merriam 1972, Creel mfl. 2002, Eid mfl. 2002, Andersen og Aars 2008, Gese mfl. 2013, Salek mfl. 2015). Effekter som endring av dognbruk ved menneskelig forstyrrelse er også funnet hos andre rovdyr. En type nordamerikansk gaupe, rødgaupe, endret sin aktivitet fra å være aktive om dagen til å bli mer aktive om natten som følge av menneskelig aktivitet (George og Crooks 2006). Det er også gjort studier som kan underbygge hvorfor dyr kan endre sin dognaktivitet i områder med snøskuterferdsel. En undersøkelse studerte sammenhengen mellom stresshormoner og snøskuteraktivitet hos kronhjort og ulv i Yellowstone, USA (Creel mfl. 2002). For begge artene, ulv og kronhjort, fant de høyere nivåer av stresshormon i områder med høy snøskutertrafikk og på tidspunkter med høy skutertrafikk. De fant allikevel ingen indikasjon på at snøskutertrafikk på nåværende nivå, påvirket bestandsdynamikken for noen av artene.

4.3 Konklusjon

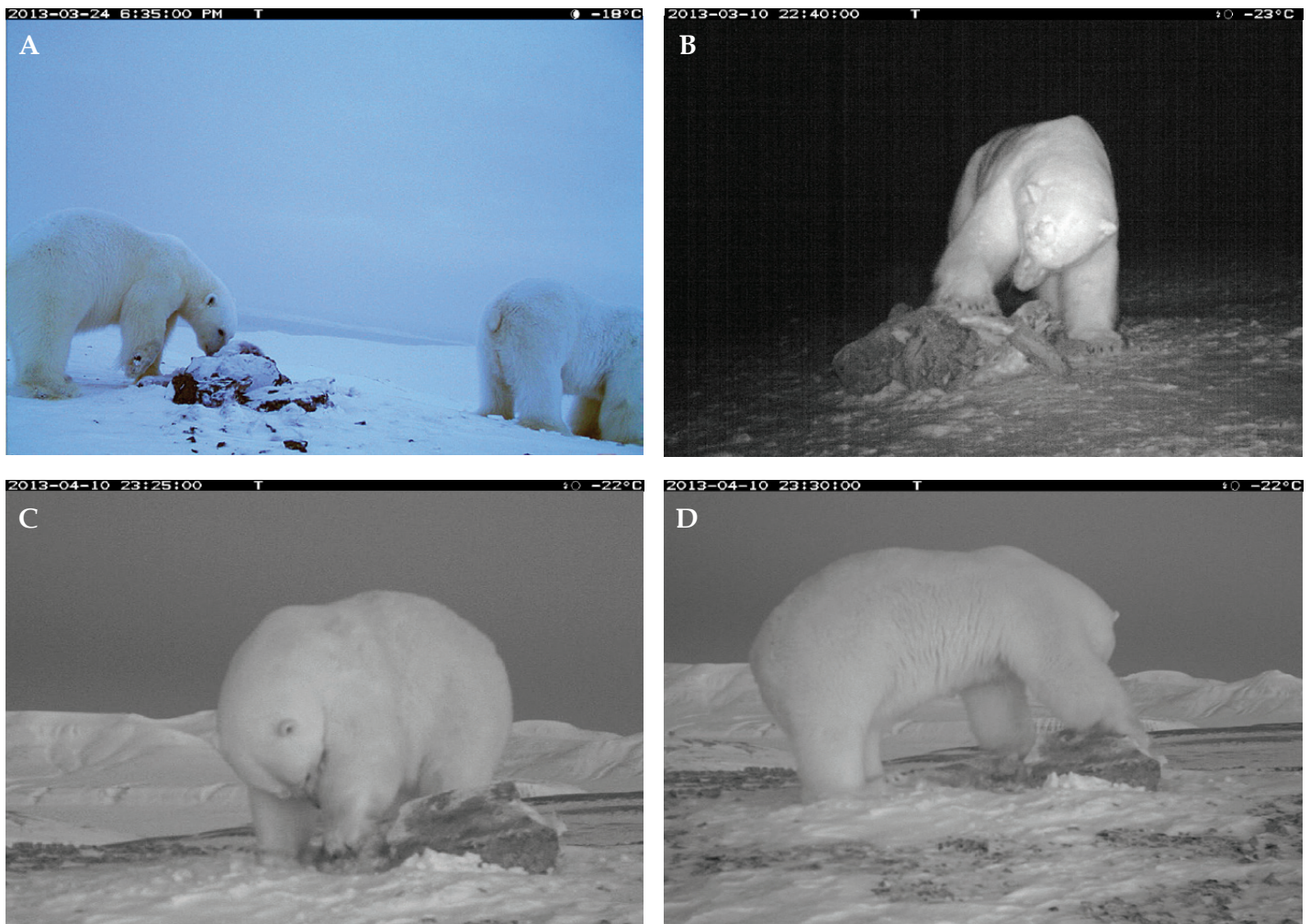
I denne undersøkelsen har vi vist at snøskutertrafikk på Svalbard endrer fjellrevens dognbruk til å være mer aktive om natten enn om dagen. For å vurdere om snøskuterferdsel påvirker fjellrevbestanden på Svalbard negativt, dvs. om ferdselen påvirker fjellrevens reproduksjon og overlevelse, kan vi bruke data fra den årlige overvåkingen av fjellrev på Svalbard som dekker hele eksperimentområdet med stor snøskutertrafikk. Overvåkingen av fjellrev i dette området (1997-2014) viser så langt ingen nedgang i bestanden (Eide mfl. 2012, Ims mfl. 2014, MOSJ). Selv om snøskutertrafikken endrer dognatferden til fjellrev på Svalbard, påvirker ikke dagens nivå av snøskutertrafikk fjellrevens bestandsstørrelse. Dette prosjektet har ikke undersøkt de kumulative effektene dvs. hvordan nåværende og fremtidige effekter av menneskelig snøskuterferdsel kan virke sammen med andre påvirkningsfaktorer som høsting, miljøgiftbelastning og klimaendringene. Klimaet vil endre seg raskt i Arktis og de fremtidige effektene på arter og økosystemer er vanskelige å forutse. Det er derfor viktig at fjellrevbestanden, både dens reproduksjon og overlevelse, følges nøye i framtida. Denne type langtids overvåkingsdata er nødvendig for å fange opp effekter av de samlede påvirkningsfaktorene på fjellrevbestanden på Svalbard.

6 Litteratur

- Aas CB, Fuglei E, Herzke D, Yoccoz N, Routti H. 2014. Effect of body condition on tissue distribution of perfluoroalkylated substances (PFASs) in Arctic fox (*Vulpes lagopus*). *Environmental Science & Technology*. 48: 11654-11661.
- Amstrup SC. 1993. Human disturbance of denning polar bears in Alaska. *Arctic*. 46: 246-250.
- Andersen M, Aars J. 2008. Short-term behavioural response of polar bears (*Ursus maritimus*) to snowmobile disturbance. *Polar Biology*. 31: 501-507.
- Andersen M, Fuglei E, König M, Lipasti I, Pedersen ÅØ, Polder A, Yoccoz NG, Routti H. 2015. Levels and temporal trends of persistent organic pollutants (POPs) in Arctic foxes (*Vulpes lagopus*) from Svalbard in relation to dietary habits and food availability. *Science of the Total Environment*. 511: 112-122.
- Barrueto M, Ford AT, Clevenger AP. 2014. Anthropogenic effects on activity patterns of wildlife at crossing structures. *Ecosphere*. 5(3): 1-19.
- Born EW, Riget FF, Dietz R, Andriashek D. 1999. Escape responses of hauled out ringed seals (*Phoca hispida*) to aircraft disturbance. *Polar Biology*. 21: 171-178.
- Braestrup FW. 1941. A study of the arctic fox in Greenland. *Meddelelser om Grønland*. 131: 1-101.
- Creel S, Fox JE, Hardy A, Sands J, Garrott B, Peterson RO. 2002. Snowmobile activity and glucocorticoid stress responses in wolves and elk. *Conservation Biology*. 16(3): 809-814.
- Cocklin C, Parker S, Hay J. 1992. Notes on cumulative environmental change I: Concepts and issues. *Journal of Environmental Management*. 35: 31-49.
- Eckstein RG, O'Brien TF, Rognstad OJ, Bollinger JG. 1979. Snowmobile effects on movements of White-tailed Deer: a case study. *Environmental Conservation*. 6(1): 45-51.
- Ehrich D, Lecomte N, Fuglei E, Ims RA, Yoccoz NG. 2011. Arktiske Rovdyr som Klimaindikatorer. I: Polaråret 2007-2008. Det norske bidraget. Norges Forskningsråd. Red. O. Orheim og K. Ulstein. S. 116-119.
- Eid PM, Eide NE, Prestrud P, Sandal T. 2002. Effekter av forstyrrelse fra menneskelig ferdsel på fjellrev på Svalbard – et pilotstudie gjennomført vinteren 2001. Upublisert rapport
- Eide NE, Eid PM, Prestrud P, Swenson JE. 2005. Dietary responses of arctic foxes *Alopex lagopus* to changing prey availability across an Arctic landscape. *Wildlife Biology*. 11(2): 109-121.
- Eide NE, Stien A, Prestrud P, Yoccoz NG, Fuglei E. 2012. Reproductive responses to spatial and temporal prey availability in a coastal arctic fox population. *Journal of Animal Ecology*. 81: 640-648.
- Erb PL, McShea WJ, Guralnick RP. 2012. Anthropogenic influences on macro-level mammal occupancy in the Appalachian trail corridor. *PLoS ONE*. 7(8): 1-10.
- Frafjord, K., 1993. Food habits of arctic foxes (*Alopex lagopus*) on the western coast of Svalbard. *Arctic*. 46 (1):49-54.
- Freddy DJ, Bronaugh WM, Fowler MC. 1986. Responses of mule deer to disturbance by persons afoot and snowmobiles. *Wildlife Society Bulletin*. 14: 63-68.
- Fuglei E, Meldrum EA, Ehrich D. 2013. Effekt av fangst – fjellrev på Svalbard. Sluttrapport til Svalbards Miljøvernfond, 30 s.
- Fuglei E, Øritsland NA, Prestrud P. 2003. Local variation in arctic fox abundance on Svalbard, Norway. *Polar Biology*. 26: 93-98.
- Gabrielsen GW, Smith EN. 1995. Physiological responses of wildlife to disturbance. In: Knight RL, Gutzwiller KJ (eds). *Wildlife and recreationists. Coexistence through management and research*. Island, Washington, DC 95-107.
- Gese EM, Dowd JLB, Aubry LM. 2013. The influence of snowmobile trails on coyote movements during winter in high-elevation landscapes. *PLoS ONE*. 8(12): 1-10.
- George SL, Crooks KR. 2006. Recreation and large mammal activity in an urban nature reserve. *Biological Conservation*. 133: 107-117.
- Hansen BB, Grøtan V, Aanes R, Sæther B-E, Stien A, Fuglei E, Ims RA, Yoccoz NG, Pedersen ÅØ. 2013. Climate Events Synchronize the Dynamics of a Resident Vertebrate Community in the High Arctic. *Science*. 339: 313-315.
- Hamel S, Killengreen ST, Henden J-A, Eide NE, Roed-Eriksen L, Ims RA, Yoccoz NG. 2013. Towards good practice guidance in using camera-traps in ecology: influence of sampling design on validity of ecological inferences. *Methods in Ecology and Evolution*. 4(2): 105-113.
- Ims RA, Jepsen JU, Stien A, Yoccoz NG. 2013. Science Plan for COAT: Climate-ecological Observatory for Arctic Tundra Fram Centre Report Series No. 1. Tromsø: Fram Centre. 177 s.
- Ims RA, Alsos IG, Fuglei E, Pedersen ÅØ, Yoccoz NG. 2014. An assessment of MOSJ – The state of the terrestrial environment in Svalbard. Report Series no. 144, 42 s.
- Killengreen ST, Strømseng E, Yoccoz NG, Ims RA. 2012. How ecological neighborhoods influence the structure of the scavenger guild in low arctic tundra. *Diversity and Distributions*. 18: 563-574.
- Mac Arthur RA, Johnston RH, Geist V. 1979. Factors influencing heart rate in free-ranging big horn sheep: a physiological approach to the study of wildlife harassment. *Canadian Journal of Zoology*. 57: 2010-2021.
- Meld. St. 22 (1994-1995). Om miljøvern på Svalbard. Miljøvern-departementet. https://www.stortinget.no/no/Saker-og-publikasjoner/Stortingsforhandlinger/Lesevisning/?p=1994-95&paid=3&wid=b&psid=DIVL618&pgid=b_0508
- Meld. St. 50 (1990-1991). Næringstiltak på Svalbard. Nærings-departementet. https://www.stortinget.no/no/Saker-og-publikasjoner/Stortingsforhandlinger/Lesevisning/?p=1994-95&paid=3&wid=b&psid=DIVL618&pgid=b_0508.
- MOSJ. Miljøovervåking på Svalbard og Jan Mayen. <http://mosj.npolar.no/no/>

- Mørk T, Bohlin J, Fuglei E, Åsbakk K, Breines EM, Tryland M. 2011. Rabies in the arctic fox population in Svalbard, Norway. *Journal of Wildlife Diseases*. 47(4): 945-957.
- Neumann PW, Merriam HG. 1972. Ecological effects of snowmobiles. *The Canadian Field-Naturalist*. 86: 207-212.
- Nordenskiöld Land, 2008. Turkart, Svalbard, målestokk: 1:200 000, Norsk Polarinstitutt, Tromsø.
- Overrein Ø. 2002. Virkninger av motorferdsel på fauna og vegetasjon. Rapportserie 119. Norsk Polarinstitutt. 28 s.
- Prestrud P. 1993. Food habits and observations of the hunting behaviour of arctic foxes (*Alopex lagopus*) in Svalbard. *The Canadian Field-Naturalist*. 106 (2): 225-236.
- Prestrud KW, Åsbakk K, Fuglei E, Mørk T, Stien A, Ropstad E, Tryland M, Gabrielsen GW, Lydersen K, Kovacs K, Loonen M, Sagerup K, Oksanen A. 2007. Serosurvey for *Toxoplasma gondii* in arctic fox and its source species of infection in the high Arctic of Svalbard. *Veterinary Parasitology*. 150: 6-12.
- R Development Core Team 2010. R: a language and environment for statistical computing. - In: R Foundation for Statistical Computing (<http://www.R-project.org>).
- Reimers E. 1991. Økologiske konsekvenser av snøskutertrafikken litteraturstudie. *Fauna*. 44: 255-268.
- Reiselivsstatistikk for Svalbard. 2013. http://www.sysselmannen.no/Documents/Sysselmannen_dok/Informasjon/REISELIVSSTATISTIKK%20FOR%20SVAlBARD%202013.pdf
- Rodnikova A, Fuglei E, Ims RA, Killengren S, Sokolov A, Goltsman M. 2010. Predator guild structure in different tundra ecosystems in winter. Poster presentert under IPY Oslo Sci. Conf. 8-12 June, 2010.
- Salek M, Drahnikova L, Tkadlec E. 2014. Changes in home range sizes and population densities of carnivore species along the natural to urban habitat gradient. *Mammal Review*. 45: 1-14.
- Tarroux A, Berteaux D, Bety J. 2010. Northern nomads: ability for extensive movements in adult arctic foxes. *Polar Biology*. 33: 1021-1026.
- Tyler NJC. 1991. Short-term behavioral-responses of svalbard reindeer rangifer-tarandus-platyrhynchus to direct provocation by a snowmobile. *Biological Conservation*. 56(2): 179-194.
- UNEP (United Nations Environmental Programme). 2001. GLOBIO - Global methodology for mapping human impacts on the biosphere. In: Nellemann C, Kullerud L, Vistnes I, Forbes BC, Kofinas GP, Kaltenborn BP (red) Report UNEP/DEWA/TR 25, United Nations Environmental Programme, Nairobi, Kenya.
- Vistad OI, Eide NE, Hagen D, Erikstad L, Landa A. 2008. Miljøeffekter av ferdsel og turisme i Arktis. NINA rapport 316. 124 s.

Vedlegg 1



Figur 16

Vi hadde besøk av fire isbjørner på kamerastasjonene. To isbjørner (A) spiste opp reinsdyrålet og kuttet ledningene til de eksterne batteriene på kamerastasjonen ved Fridtjovhamna i kontrollområdet 24. mars 2013. En annen isbjørn (B) fjernet reinsdyrålet i eksperimentområdet inne ved Flatkollen i Sassendalen 10. mars 2013, og den siste isbjørnen (C og D) fjernet reinsdyrålet i eksperimentområdet oppe på Fjordnibba 10. april 2013.



Figur 17
Av andre arter fotografert på kamerastasjonene var polarmåker (A), svalbardrein (B) og svalbarddryper (C).

Vedlegg 2

Tabell 1

Parameter estimater for en GLMM som forklarer frekvensen av bilder med fjellrev per døgnperiode. For hver variabel eller interaksjon vises estimert verdi på logit skala, standard feil (SE) og p verdi. De fire døgnperiodene er forkortet med per1: 01-07, per2: 07-13, per3: 13-19, per4: 10-01, eksperiment viser til eksperimentområde. Referansenivåene er per1 for døgnperiode og kontroll for område. Estimatenes vises som kontraster til referansenivå.

modell	Df	LogLik	Chisq	df	p
dato	4	-15178			
dato + periode	7	-14739	878.03	3	< 0.001
dato + periode + område	8	-14739	0.01	1	0.94
dato + periode x område	11	-14684	110.26	3	< 0.001
(dato + periode) x område	12	-14683	1.98	1	< 0.159

Parameter estimater for en GLMM som forklarer frekvensen av bilder med fjellrev per døgnperiode. For hver variabel eller interaksjon vises estimert verdi på logit skala, standard feil (SE) og p verdi. De fire døgnperiodene er forkortet med per1: 01-07, per2: 07-13, per3: 13-19, per4: 10-01, eksperiment viser til eksperimentområde. Referansenivåene er per1 for døgnperiode og kontroll for område. Estimatenes vises som kontraster til referansenivå.

variable	Parameter estimat	SE	p
intercept	-4.499	0.310	< 0.001
dato	-0.286	0.009	0.002
per2	-0.165	0.028	< 0.001
per3	-0.501	0.030	< 0.001
per4	-0.073	0.028	0.009
eksperiment	0.025	0.445	0.95
eksperiment x per2	-0.362	0.044	< 0.001
eksperiment x per3	-0.202	0.045	< 0.001
eksperiment x per4	0.054	0.042	0.192

Random variabel: åtestasjon: var = 0.350, SD = 0.591 dag/åtestasjon:
var = 7.48, SD = 2.74

Tabell 2

Kandidatmodeller som forklarer frekvensen av bilder med fjellrev per døgnperiode (døgnet delt i fire: 01-07, 07-13, 13-19, 19-01) i eksperimentområde over 3 år. Fire mulige forklaringsvariabler ble brukt: år, døgnperiode (periode), juliansk dato og avstand til skuterløype. «+» referer til additive effekter og «x» til en interaksjon. Modeller med økende kompleksitet ble sammenliknet med likelihood ratio tester. Åtestasjon og dag ble inkludert i alle modeller som random effekter. Den valgte modellen er fremhevet.

modell	Df	LogLik	Chisq	df	p
periode	6	-7473.9			
periode + år	8	-7402.5	142.74	2	< 0.001
periode x år	14	-7395.5	13.91	6	0.031
periode x år + dato	15	-7394.2	2.78	1	0.095
(periode + dato) x år	17	-7387.6	13.02	2	0.001
(periode + dato) x år + avstand	18	-7387.0	1.39	1	0.239

Parameter estimater for en GLMM som forklarer frekvensen av bilder med fjellrev per døgnperiode i eksperimentområde på Svalbard i årene 2008, 2009 og 2013. For hver variabel eller interaksjon vises estimert verdi på logit skala, standard feil (SE) og p verdi. De fire døgnperiodene er forkortet med per1: 01-07, per2: 07-13, per3: 13-19, per4: 10-01, avstand står for avstand til skuterløype. Referansenivåene er per1 for døgnperiode og 2013 for år. Estimatenes vises som kontraster til referansenivå.

variable	Parameter estimat	SE	p
intercept			<
	-4.316	0.461	0.001
per2			<
	-0.525	0.034	0.001
per3			<
	-0.699	0.035	0.001
per4			0.618
dato			0.005
år2008			<
	-4.983	0.505	0.001
år2009			<
	-1.546	0.403	0.001
per2 x år2008			0.038
	-0.531	0.255	
per3 x år2008			0.221
	0.266	0.218	
per4 x år2008			0.351
	0.192	0.206	
per2 x år2009			0.132
	0.194	0.129	
per3 x år2009			0.398
	0.115	0.136	
per4 x år2009			0.807
	0.030	0.121	
dato x år2008			0.568
	-0.399	0.698	
dato x år2009			<
	1.158	0.324	0.001

Random variabel: åtestasjon: var = 2.00, SD = 1.41 dag/åtestasjon:
var = 8.01, SD = 2.83

Tabell 3

Kandidatmodeller som forklarer frekvensen av bilder med fjellrev per døgnperiode (døgnet delt i fire: 01-07, 07-13, 13-19, 19-01) i kontrollområde på Svalbard (2013) og i to regioner med lite snøskutertrafikk i Russland (Nenetsky og Yamal). Tre mulige forklaringsvariabler ble brukt: døgnperiode (periode), juliansk dato, og region (Svalbard, Nenetsky eller Yamal). «+» referer til additive effekter og «x» til en interaksjon. Modeller med økende kompleksitet ble sammenliknet med likelihood ratio tester. Den valgte modellen er fremhevet. Åtestasjon og dag ble inkludert i alle modeller som random effekter.

modell	Df	LogLik	Chisq	df	p
konstant	3	-9805.3			
region	5	-9787.4	35.9	2	< 0.001
periode + region	8	-9645.7	283.3	3	< 0.001
periode x region	14	-9607.8	75.8	6	< 0.001
periode x region + dato	15	-9604.2	7.3	1	0.007
(periode + dato) x region	17	-9576.2	55.9	2	< 0.001

Parameter estimater for en GLMM som forklarer frekvensen av bilder med fjellrev per døgnperiode. For hver variabel eller interaksjon vises estimert verdi på logit skala, standard feil (SE) og p verdi. De fire døgnperiodene er forkortet med per1: 01-07, per2: 07-13, per3: 13-19, per4: 10-01. Referansenivåene er per1 for døgnperiode og Svalbard for region. Estimatenes vises som kontraster til referansenivå.

variable	Parameter estimat	SE	p
intercept	-4.573	0.316	< 0.001
per2	-0.150	0.028	< 0.001
per3	-0.489	0.030	< 0.001
per4	-0.056	0.028	0.046
dato	-0.161	0.117	0.167
Nenetsky	-4.590	0.694	< 0.001
Yamal	-1.016	0.483	0.035
per2 x Nenetsky	-0.460	0.224	0.040
per3 x Nenetsky	0.754	0.200	< 0.001
per4 x Nenetsky	0.493	0.224	0.028
per2 x Yamal	-0.065	0.091	0.478
per3 x Yamal	0.434	0.089	< 0.001
per4 x Yamal	-0.123	0.090	0.169
dato x Nenetsky	2.753	0.943	0.003
dato x Yamal	1.658	0.237	< 0.001

Random variable: åtestasjon: var = 7.53, SD = 2.74 dag/åtestasjon:
var = 0.81, SD = 0.90

