

Fjellrev i Finnmark: Årsrapport 2011

<http://www.fjellrev-finnmark.uit.no>



Oppdragsgiver: Direktoratet for Naturforvaltning

Faglig prosjektansvarlig: Universitet i Tromsø (UiT) v/ Rolf A. Ims

Ansvarlig for tiltak: SNO v/ Kjartan Knutsen

Prosjektkoordinator: Siw T. Killengreen (UiT)

Prosjektmedarbeidere: I. Jensvoll (UiT), N. G. Yoccoz (UiT), J.A. Henden (UiT)

S. Hamel (UiT), T. Mørk (Vet. Inst., Tromsø),

A. P. Sarre (SNO), A. Ørjebu (SNO), Å. Bye (SNO).

Innholdsfortegnelse

1	Innledning.....	3
2	Økosystemrelasjoner.....	3
2.1	Regional smågnagerdynamikk i tiltaks - og referanseområdene.....	3
2.2	Spesifikk overvåkning av lemen.....	5
2.3	Bestandsutvikling for rype og hare.....	6
2.4	Resultater fra overvåkningen av smågnageravhengige predatorer.....	8
2.5	Fjellrev: Ynglebestand og valpekull	8
2.6	Fotoboksstudiet.....	10
2.6.1	Besøksfrekvensen av pattedyr på fotoboksene.....	11
2.6.2	Metodeevaluering av fotoboksstudiet.....	12
3	Evaluering av rødrevtiltaket.....	14
3.1	Parasitter hos rødrev.....	15
4	Nye aktiviteter i prosjektet.....	17
5	Referanser.....	17

1. Innledning

Prosjektet ”Fjellrev i Finnmark” har pågått siden sommeren 2004. Målsetningene for prosjektet er følgende:

- Å belyse hvilke økosystembetingelser som setter grensene for fjellrevens nåværende forekomst i Øst-Finnmark
- Å redusere populasjonstettheten av rødrev på Varangerhalvøya for å evaluere hvilken effekt tiltaket har på fjellrev men også andre arter i økosystemet
- Å få ny kunnskap om rødrevens biologi (ernæring, demografi og interaksjon med andre arter) i en gradient fra kyst til høyfjell ved å analysere materialet av felt rødrev i samarbeid med Veterinærinstituttet i Tromsø

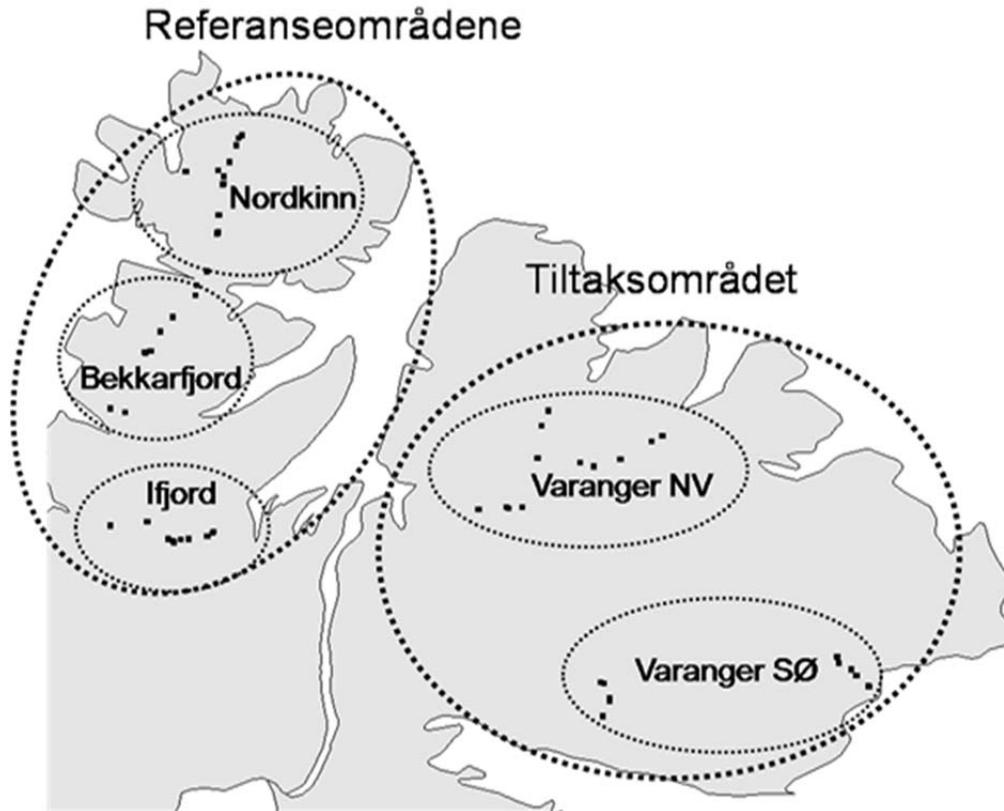
I denne årsrapporten oppsummeres de mest sentrale resultater for 2011 i forhold til prosjektets hovedmålsettinger. Til neste år vil vi gjøre en ny oppsummering av all årene fra 2004 til og med 2012.

2. Økosystemrelasjoner

2.1 Regional smågnagerdynamikk i tiltaks - og referanseområdene

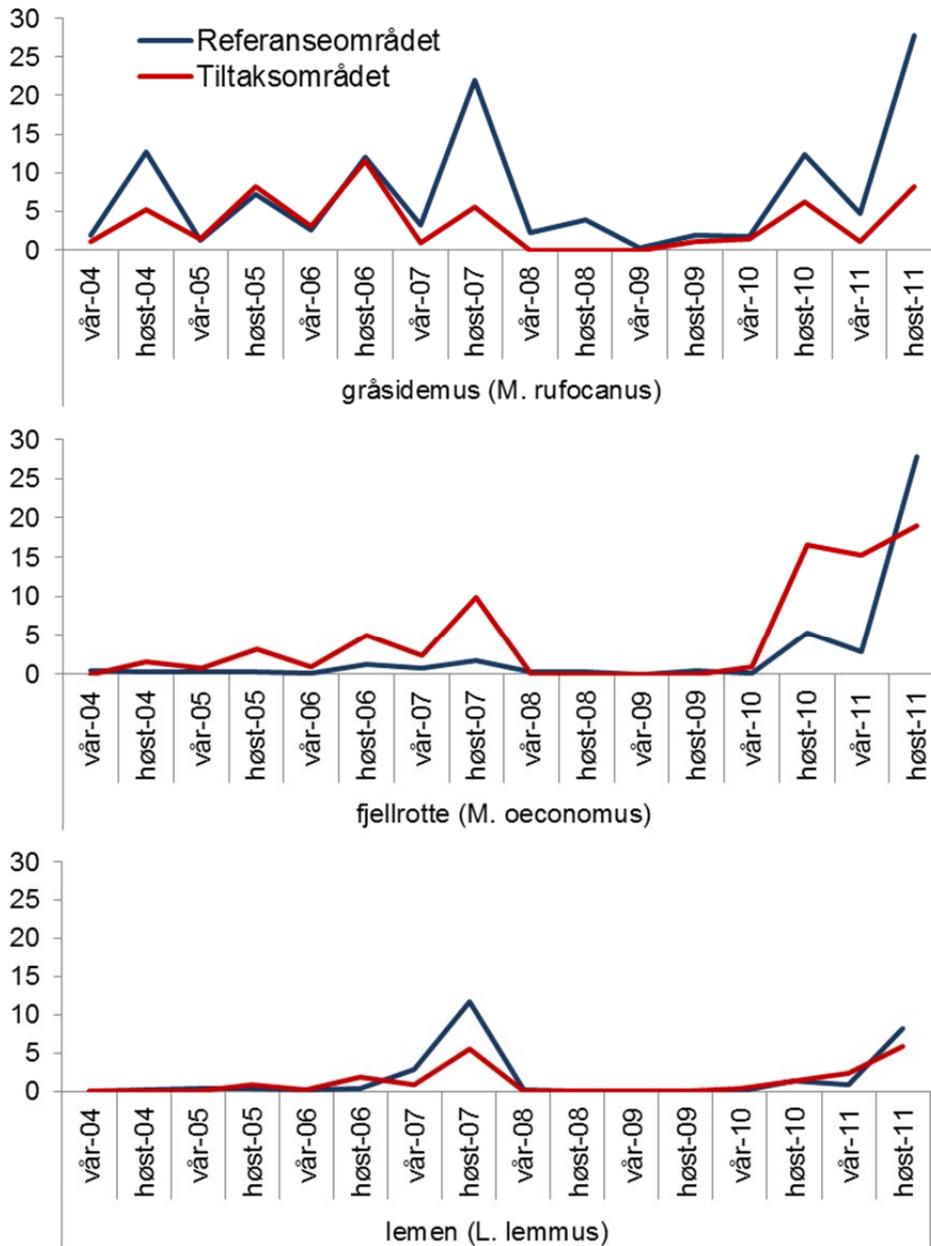
Smågnagere er nøkkelarter i norsk fjellnatur; både høyfjellet over store deler av landet samt på den norske kystnære tundraen i det nordøstlige Finnmark. Bestandstettheten av disse, og i særdeleshet lemen, er avgjørende for hvor mange og hvor stor andel av de smågnageravhengige predatorene som reproduserer, inklusiv fjellrev. I nordområdene fluktuierer ofte smågnagerbestandene i en 4 til 5 år syklus med varierende bestandstettheter i toppårene (Ims et al. 2011). Tidligere var disse smågnagersyklusene svært stabile, men synes nå å være gjenstand for store endringer (Ims and Fuglei 2005, Ims et al. 2008). Det er derfor nødvendig at alle vurderinger av predatorbestandene skjer på bakgrunn av en robust og kontinuerlig informasjon om smågnagerdynamikken.

Vi har etablert faste fangststasjoner (småkvadrater) for smågnagere i alle referanse- og tiltaksregionene i prosjektet. Disse fangstene, som skjer med klappfeller nær vei på fjellovergangene, gjøres hver vår og hver høst. Vi har også et mer intensivt fangstopplegg (se sluttrapport for perioden 2004-2007) som ikke vil bli omtalt i den herværende rapporten.



Figur 1. Fangststasjonene (små firkanter) i den ekstensive designen for overvåkning av smånagerpopulasjonene i tiltaks- og referanseområdene.

Fangstresultatene fra ekstensivfangsten (Figur 2) viser utviklingen i smånagerbestandene for alle artene slått sammen i fjellområdene i prosjektområdet. Grafen viser en 4 til 5 års syklus med toppår i 2007 og 2011. Det som er forskjellen mellom de to toppårene er det siste toppåret hadde meget høye tettheter av fjellrotte i hele prosjektområdet. Gråsidemus og fjellrotte har svingt med gjennomsnittlig 5 år mellom hver topp mens lemen opptrer med mer sporadiske toppår (Oksanen et al. 2008). Siden vi fikk vi høye tettheter allerede i 2011 fire år etter forrige topp, kan det føre til at også neste år vil det være høye smånagertettheter i regionen. Det avhenger av om vinteren blir uten for mange mildværsperioder som minsker vinteroverlevelsen til smånagerne (Korslund and Steen 2006, Kausrud et al. 2008, Ims et al. 2011).

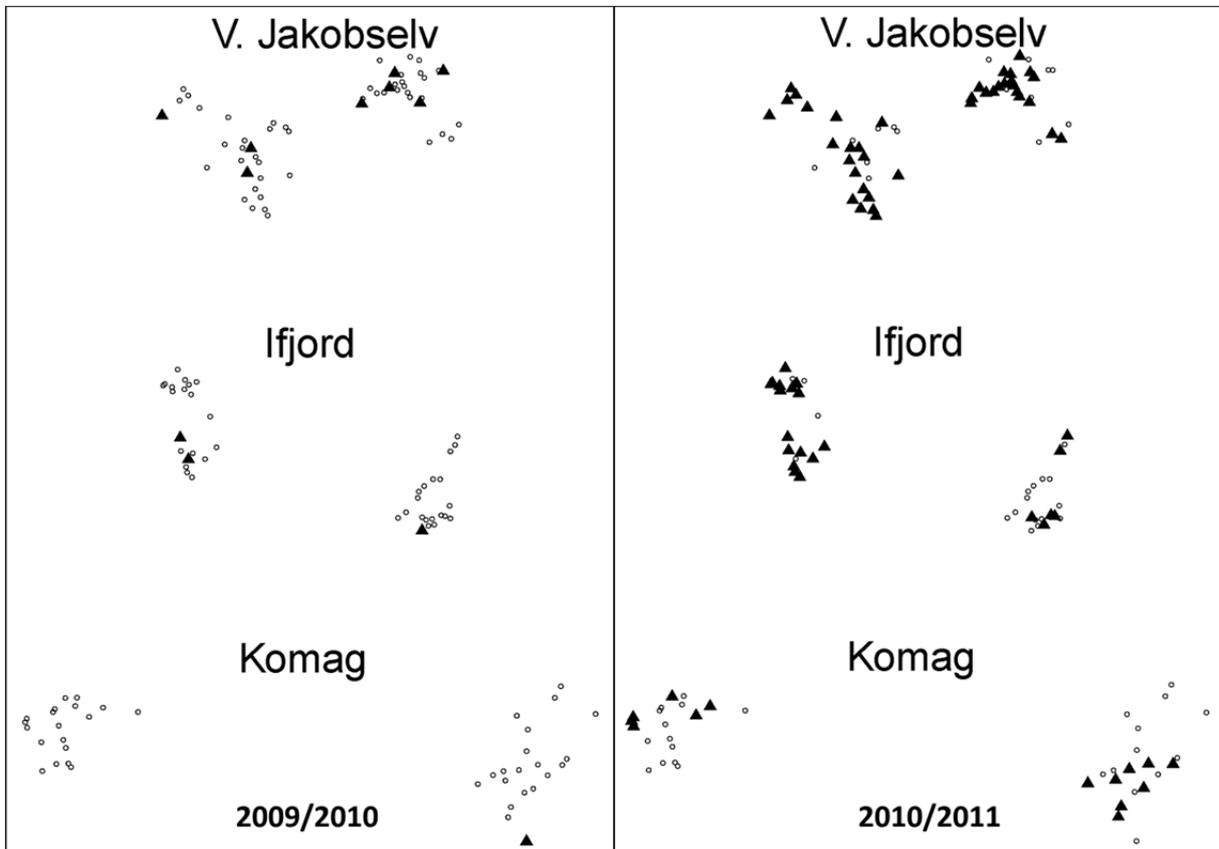


Figur 2. Smågnagerdynamikken per art i referanse- og tiltaksområdet.

2.2 Spesifikk overvåking av lemen

Lemen synes å være den viktigste byttedyrarten for fjellrev (Elmhagen et al. 2002). Det er spesielt vårtettheten av lemen som er viktig for at det skal skje vellykkede fjellrevynglinger. Hittil har vi estimert lemenbestanden ved hjelp av klappfellefangst etter småkvadratmetoden (Myllymäki et al. 1971). Det er en metode som fanger opp aktiviteten i toppårene men gir meget lave fangsttall i mellom toppene, noe som også er vist i andre fangstserier fra Finnmark (Oksanen et al. 2008). Lemen er sårbar overfor milde vinter med ising (Kausrud et al. 2008, Ims et al. 2011), og vi ønsket derfor å utvikle en ny metode for å muliggjøre overvåking av vinteraktiviteten til lemen. Dette gjøres nå ved å legge ut faste skitkvadrat i snøleier i forskjellige høydesoner og områder innenfor prosjektområdet. Disse områdene besøkes en

gang i løpet av sommeren hvor det registres bruk av alle herbivorer samt forandringer i mosedekke. Metoden er beskrevet i detalj i Årsrapporten for 2009. Etter to år virker det som om metoden fungerer godt og den blir nå også brukt i NINAs overvåking av lemen i andre fjellområder. I prosjektområdene ser vi at lemenaktiviteten over vinteren har en klar økning fra vinteren 2009/2010 til 2010/2011 (Figur 3).

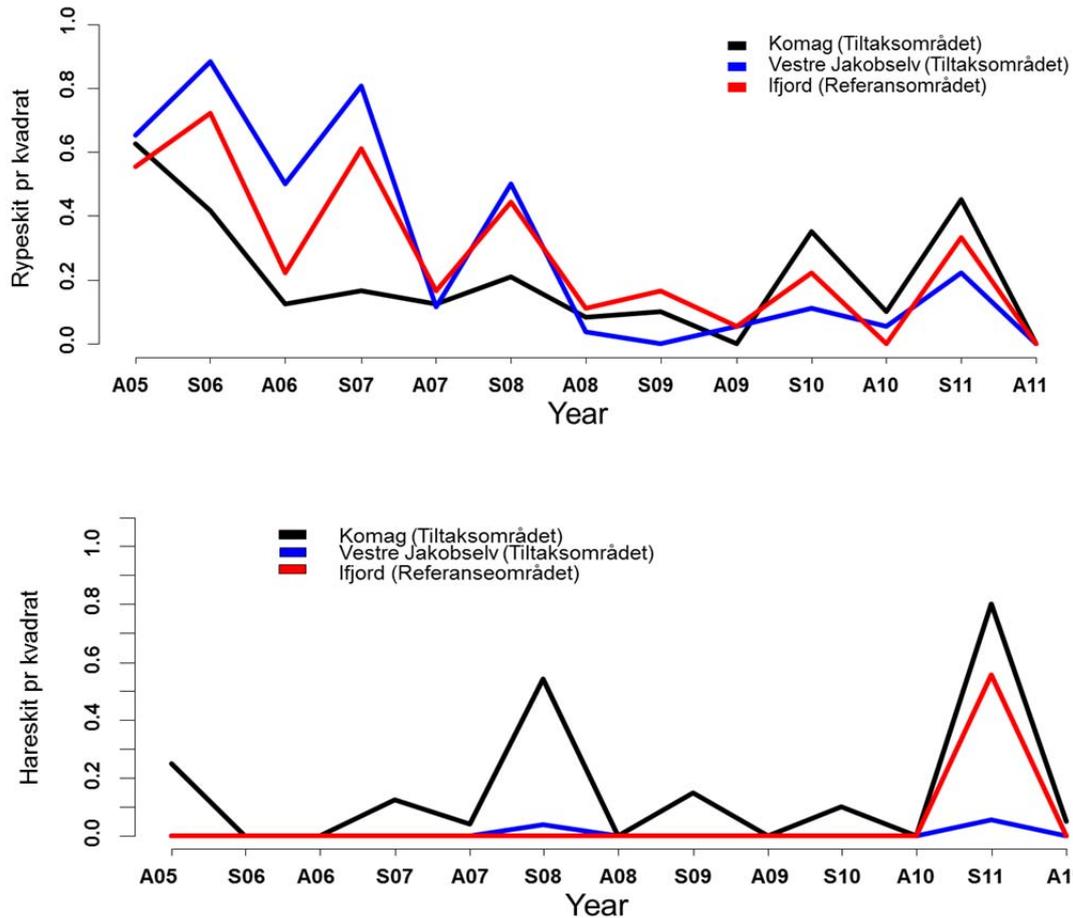


Figur 3. Utviklingen i lemenaktiviteten over vinteren i tre områder i Øst-Finnmark. Trekantene er snøleier med mer en 15 pellets av lemen i skittkvadratene. Andelen snøleier med mer enn 15 pellets økte mellom de to vintrene

2.3 Bestandsutvikling for rype og hare

Hver vår og høst undersøker vi hvordan hare- og rypebestanden utvikler seg. Tidligere undersøkelser som er gjort i løpet av prosjektperioden viser at rype foretrekker de områdene med relativt stor og sammenhengene vierkratt (Henden et al. 2011). Slike kratt finnes kun i to daler i tiltaksområdet (Vestre Jakobselv og Komagdalen) i et av referanseområdene (Ifjordfjellet). Det vi ønsker å finne ut med den langsiktige overvåkingen av disse områdene er både bestandsutviklingen til de to artene samt sammenligne områdene med og uten rødrevdesimering. Erfaringer fra Sverige på 1980-tallet viste en oppgang i blant annet jerpe-, orrfugl- og harebestandene etter at rødrevene ble kraftig redusert pga. skabb (Lindström et al. 1994), også andre studier har vist økning i harebestanden når man reduserer rødrevtetteheten (Panek et al. 2006). Estimeringen av hare- og rypebestanden gjøres ved hjelp av faste skittkvadrater som er plassert i kanten av vierkratt og i heivegetasjon. Figur 4 viser utviklingen i de to bestandene både i tiltaks- og referanseområdet samt hvordan aktiviteten varierer

mellom sesongene. Områdene er mest brukt fra høst til sommer og tyder på at det er vinteraktiviteten vi fanger opp ved hjelp av skittellingene. Tellingene av skit viser først en jevn nedgang i rypebestanden fra 2005 til 2009 og deretter en liten økning i 2010 og 2011. Det er interessant at Ifjord (referanseområdet) har den samme utviklingen for rype så langt som tiltaksområdene.



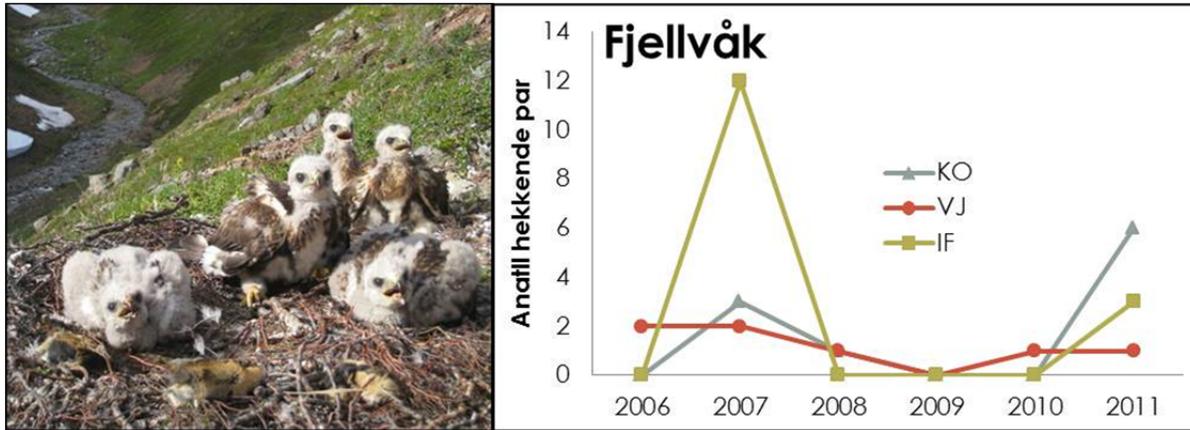
Figur 4. Utviklingen i rype- og harebestanden fra høsten 2005 og frem til i dag. A står for høst og S for vår.

Harebestandene har en ulik utvikling i de forskjellige områdene. I Komagdalen ser vi at harebestanden hadde en topp over vinteren 2007/2008 som sammenfalt med toppen i smågnagerbestanden og ren ny topp i vinteren 2010/2011 i sammenheng med den pågående smågnagertoppen. Dette stemmer med alternativ byttedyr hypotesen hvor alternative byttedyr som hare har mer predasjon av rødrev i krasjår på smågnagersyklusen (Kjellander and Nordström 2003). En forklaring på at vi ikke ser det samme i Vestre Jakobselv kan være at her er fremdeles harebestanden svært lav, men også her sammenfaller de små toppene med smågnagertoppene. På Ifjord ble ikke hare registret før vinteren 2010/2011. Bare fortsatt overvåkning kan demonstrere om harebestandene viser statistiske sammenhenger med smågnagersyklus og om områdeforskjellene vedlikeholdes over tid.

2.4 Resultater fra overvåkningen av smånageravhengige predatorer

Fjellvåk

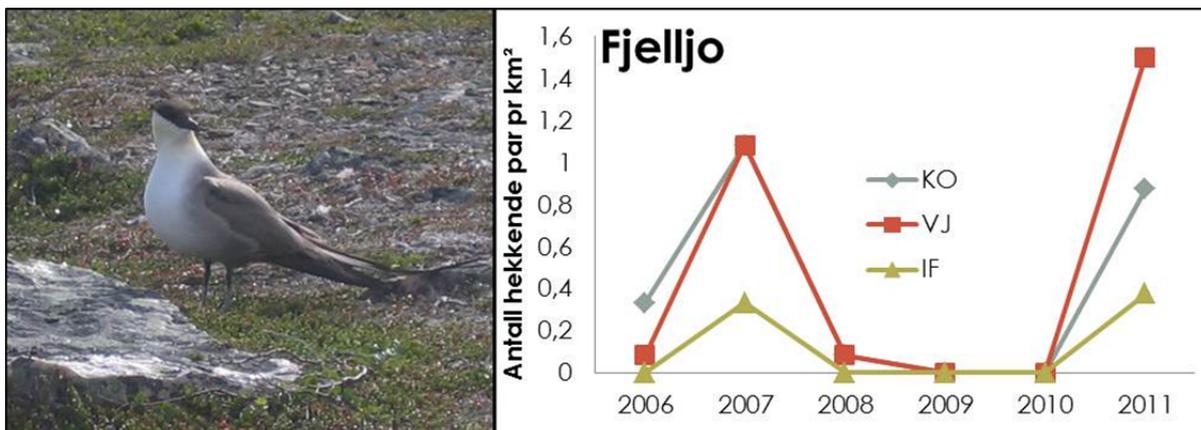
Potensielle fjellvåkreirplasser i Komagdalen, Vestre Jakobselv og Ifjordfjellet ble undersøkt som i tidligere år av prosjektet. Et hekkende par ble registrert i Vestre Jakobselv, seks reir ble registrert i Komagdalen, mens det var hekking i fire fjellvåkreir på Ifjordfjellet (Figur 5).



Figur 5. Antall hekkende par fjellvåk i perioden 2006 til 2011 i studieområdene.

Fjelljo

Tettheten av hekkende fjelljo estimeres med linjetransekt-metodikk i Komagdalen og Vestre Jakobselv på Varangerhalvøya og på Ifjordfjellet. Det ble i år registret 1.5 hekkende par pr km² i Vestre Jakobselv som er den høyest tettheten som er registrert for denne arten. Komagdalen og Ifjordfjellet hadde tettheter nært det som ble registrert ved forrige smågangertopp i 2007 (Figur 6).



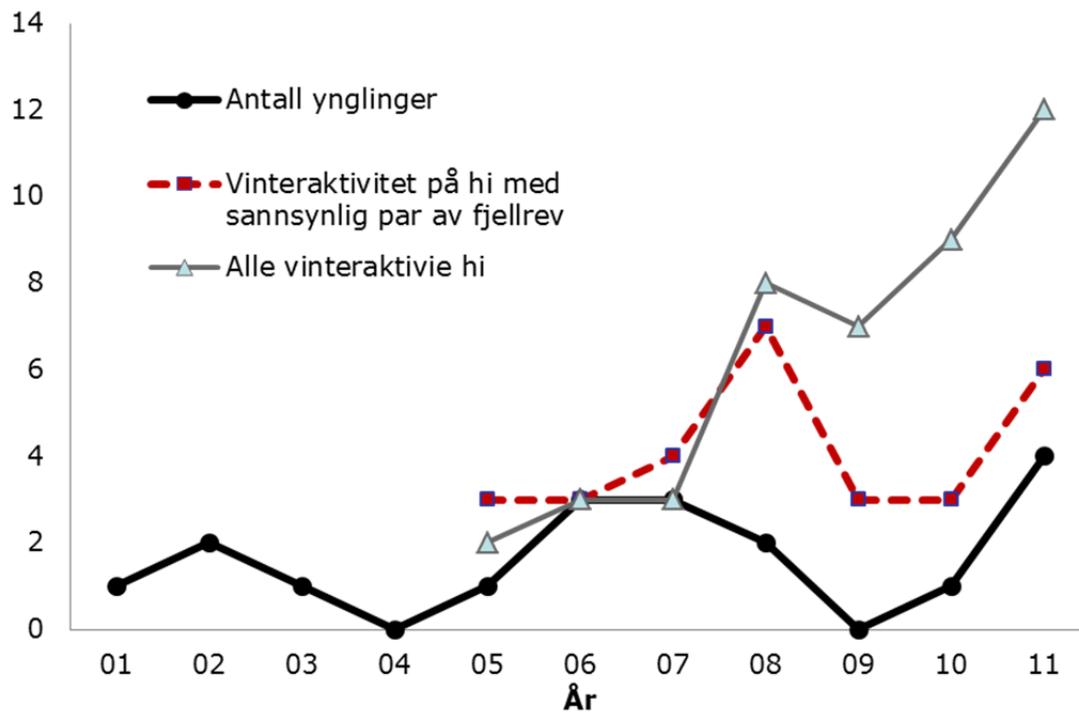
Figur 6. Antall hekkende par fjelljo pr km² i de tre studieområdene fra 2006 til 2011.

2.5 Fjellrev: Ynglebestand og valpekull

Data på frekvens av ynglende fjellrev i tiltaks – og referanseområdene er tilgjengelige gjennom det nasjonale overvåkingsprogrammet på fjellrev som NINA er ansvarlig for. I tillegg får "Fjellrev i Finnmark" gode data på antall etablerte par på potensielle ynglehi i april, hvor våre medarbeidere i SNO er mye på fjellet i forbindelse med fotoboksrøking, sporing

eller rødvelling, og får dermed besøkt de mest aktuelle hiene gjentatte ganger. Vi har derfor informasjon om hvilke hi det har blitt observert par med fjellrev eller sporregn som viser at det er et etablert par på hi.

Informasjon om vinteraktiviteten på hi hos fjellrev har vært tilgjengelig fra 2005. I 2008 etter forrige smånagertopp hadde vi aktivitet av fjellrevpar på 7 hi før ynglesesongen, og i år ble det totalt observert 6 hi med etablerte fjellrevpar. Det ble i tillegg ny rekord i antall hi med vinteraktivitet med hele 12 hi besøkt i løpet av vinteren (Figur 7).

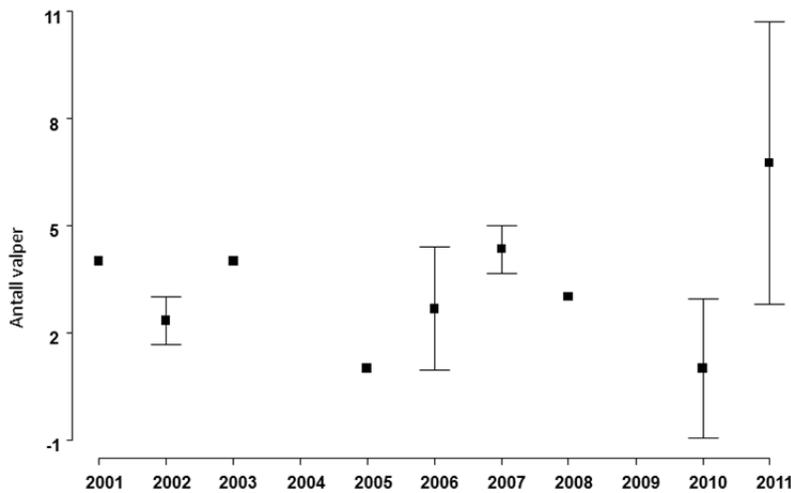


Figur 7. Utviklingen i ynglebestanden av fjellrev på Varangerhalvøya.

Det ble også satt ny rekord i antall ynglinger og antall valper i tiltaksområdet. Fire ynglinger og til sammen et minimum på 27 fødte valper ble resultatet mens det fremdeles i referanseområdet ikke ble registrert noen fjellrevynglinger.

Enkelte av valpekullene var også større enn tidligere registret. Før 2011 har det største kullet vært på 5 valper og man har spekulert i om dette enten skyldtes innavl eller kunne være en tilpasning til å leve av en mer kystnær og stabil byttedyr ressurs (Tannerfeldt and Angerbjorn 1998).

DNA undersøkelser gjort av NINA har vist at det er stor heterogenitet i fjellrevene på Varangerhalvøya og dermed ingen tydelige tegn på innavl (Flaggstad pers medd.), og dette året med gode smånagerbestander har demonstrert at de kan respondere med høye valpekull når forholdene ligger til rette for det (Figur 8).



Figur 8. Gjennomsnittlig antall valper pr kull på Varangerhalvøya \pm SE.

2.6 Fotoboksstudiet

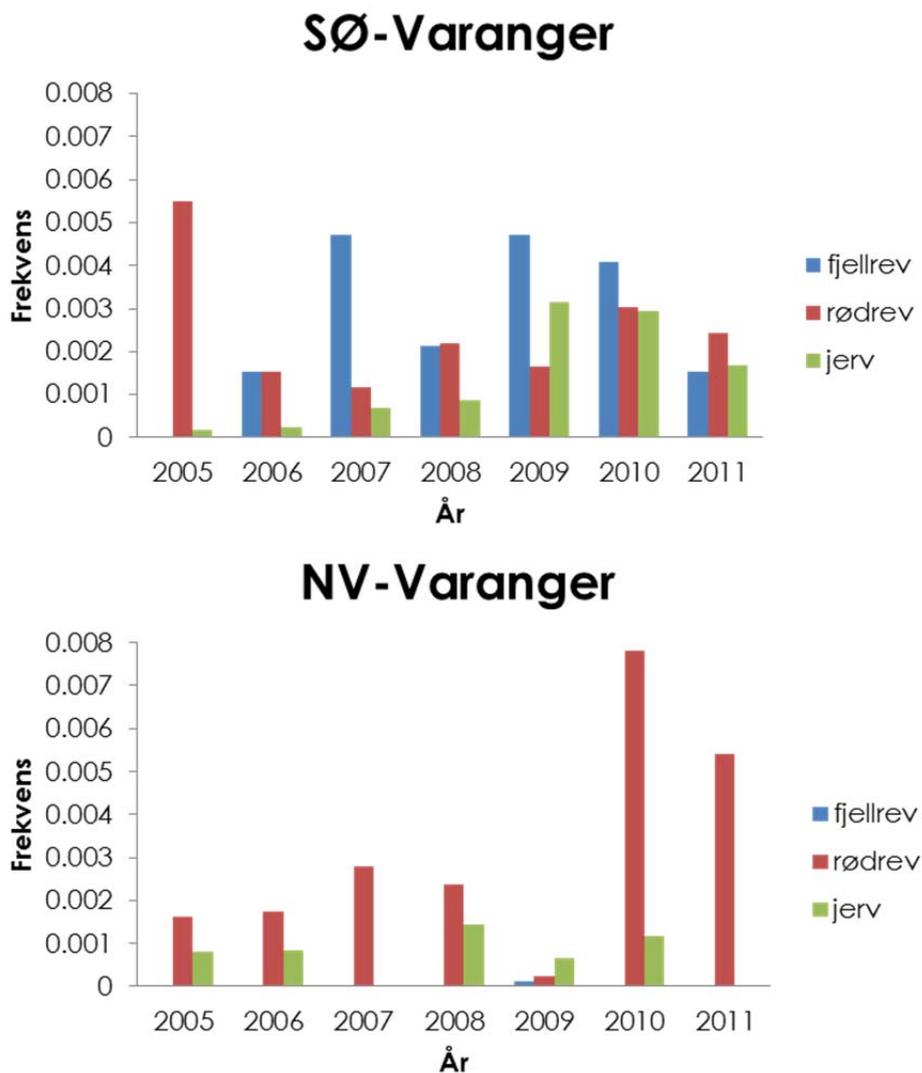
Fotoboksstudiet har nå gått over 7 sesonger og viser seg å være en effektiv måte å undersøke relativ frekvens av de forskjellige åtselere i Øst-Finnmark, inkludert fjellrev og arter som kan være konkurrenter og predatorer i forhold til fjellreven. Vi har etablert faste åtestasjoner som aktiveres i begynnelsen av mars. På hver stasjon er en fotoboks montert på et hvitmalt armeringsstål foran et åte bestående av en ca 20 kg blokk med frossen innmat fra rein. Boksene står nå ute i ca 4 uker både i referanse og tiltaksområdet (Figur 9). Siden vi startet med denne type overvåkning, har metoden blitt implementert flere steder i Fennoskandia (Meijer et al. 2011). De første resultatene fra vårt studieområde er publisert. Der viser vi at det er en konkurransen mellom rødvov og fjellrev på åtene og hvordan antall av særlig ørner og kråke avtar fra kyst til innland og fra skogrense til høyereliggende deler av tundraen (Killengreen et al. 2011b).



Figur 9. Plassering av fotoboksene i referanse- og tiltaksområdet

2.6.1 Besøksfrekvensen av pattedyr på fotoboksene

Det er antatt at åtsler på vinteren er en vesentlig ressurs for fjellrev i innlandsområder, særlig i år hvor det er lite smånagere (Selås and Vik 2007). Fjellrevens forekomst på åtsler gir en indikasjon på hvilke områder fjellreven bruker. Dette ser vi i sammenheng med hvilke andre arter som bruker åtene samt undersøker hvilke miljøfaktorer som har betydning for fjellrevens tilgang og bruk av åtsler (Killengreen et al. 2011b). Fram til 2010 var Varangerhalvøya det eneste område med besøk av fjellrev på åtestasjonene, men både i 2010 og 2011 har det vært besøk av fjellrev på åtestasjonene på Ifjordfjellet. Fordi vi i denne sammenhengen fokuserer på fjellrevens relasjon til de andre artene, diskuterer vi her kun resultatene fra Varangerhalvøya hvor vi har mest data på fjellrev.



Figur 10. Frekvensen av pattedyr som har besøkt åtet i løpet av prosjektperioden. Data fra to områder på Varangerhalvøya.

Innad på Varangerhalvøya viser resultatene at fotoboksene at fjellreven nesten utelukkende forekommer på den sørøstlige delen av Varangerhalvøya (Figur 10 & 11). Dette samsvarer

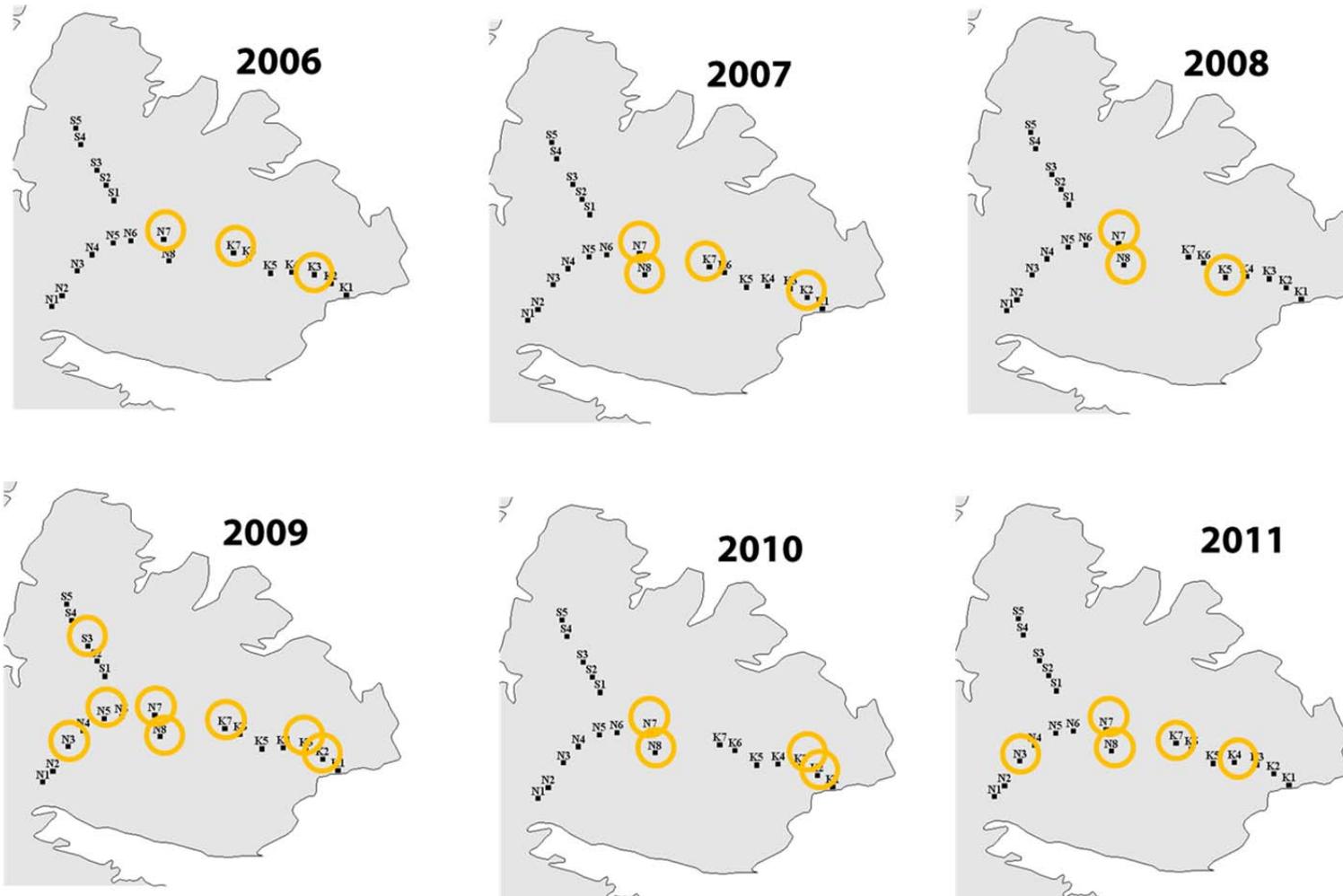
godt med de kjente hiområdene med aktivitet av fjellrev. På den nordvestlige delen av halvøya har det vært særlig høy frekvens av rødrev i de to siste årene. Vi tror de høye tetthetene av rødrev her skyldes at det har vært tatt ut lite rødrev i dette området. Man bør være klar over at i tolkningen av fotoboksdataene at variasjonene i besøksfrekvens mellom år også vil være influert av ressursituasjon (dvs. hvor attraktive åtene er). Særlig mengden av åtsler (død rein) og smånagere (spesielt lemen) vil spille inn. Tidligere har vi vist at rødrev foretrekker smånagere framfor åtsler når de er tilgjengelige (Killengreen et al. 2011a). Også andre forhold kan spille inn i forhold til besøksfrekvens på åtene. Dette kan håndteres ved bruk av spesielle analytiske teknikker ("occupancy models") og mer generell metodeevaluering (se nedenfor).

2.6.2 Metodeevaluering av fotoboksstudiet

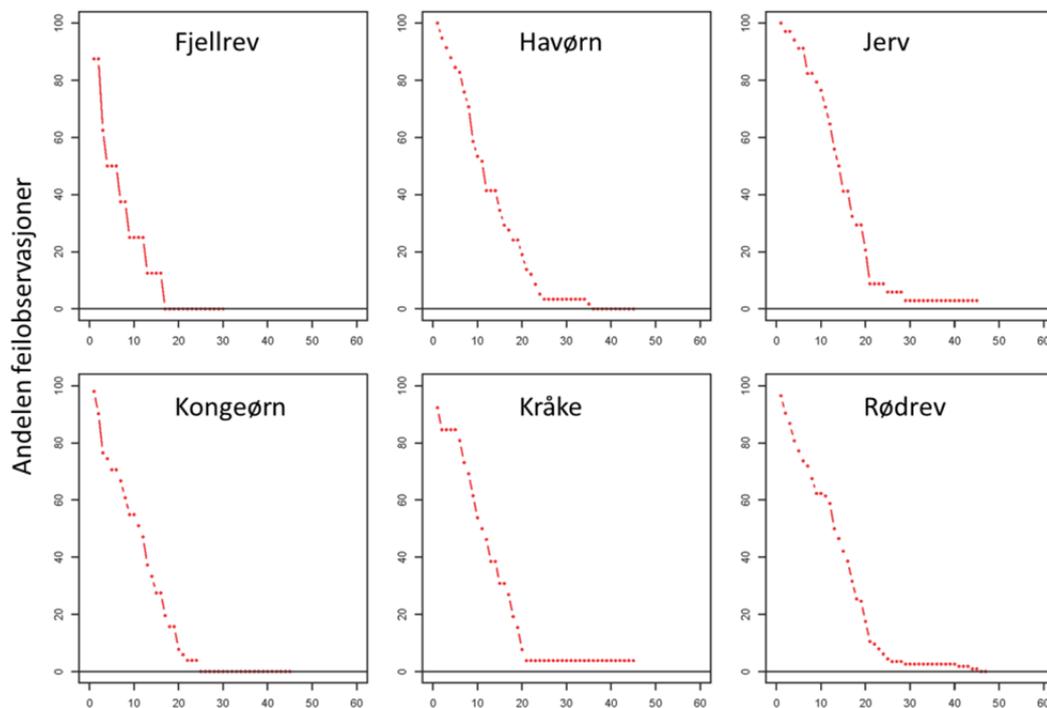
Når nye metoder blir tatt i bruk er det viktig og evaluere disse slik at man har god kunnskap om styrker og svakheter ved metoden. Dette er vi nå i gang med for fotoboksstudiet. Helt fra starten av forsøket har vi stilt inn kameraene slik at de tar et bilde hvert 10. minutt. Vi har nå evaluert hva vi mister av verdifull observasjon hvis det hadde vært et kortere intervall mellom hvert bilde. Vi har også sett på forskjellen mellom bevegelsessensor kontra tidsintervall samt hvor lenge et kamera bør stå ute for å fange opp flest mulig av de åtseleterne som finnes i området. De foreløpige resultatene viser at kameraer med bevegelsessensor fanger opp mer daglig aktivitet, men det er et stort problem at man ikke kan vite når de fungerer. Det betyr at i de fleste tilfeller vil kameraer med tidsintervall være det beste alternativet. Et tidsintervall mellom 10 og 30 minutt er nok for å fange opp hvilke arter som befinner seg i området, men man mister informasjon om all daglig aktivitet fra alle artene på åtene. En annen viktig komponent for om man oppdager en art i et område er lengden kameraet står ute. For å fjerne all feil bør kameraet stå ute mellom 20 og 30 dager avhengig av hvilken art man ønsker å observere (Figur 12).

Fotoboksstudiet: årlig utvikling i bruk av åtene

I 2005, da rødvuttaket startet, var det ingen bilder av fjellrev fra fotoboksene



Figur 11. Åtestasjoner med besøk av fjellrev i perioden 2006-2011. I 2005 ble ingen fjellrever observert på noen av åtestasjonen.



Figur 12. Prosentfeil i oppdagbarheten av en art mot antall dager fotoboksen står ute. Den røde linjen er en kontinuerlig telling av dager med åte tilstede fra fotoboksen er satt ut.

3. Evaluering av rødrevtiltaket

Det har siden vinteren 2005 blitt felt 1226 rødrever i prosjektet. Tabell 1 gir fellingstallene per år fordelt på SNO (vesentlig felling på de indre delene av Varangerhalvøya) og rev levert av lokalbefolkningen mot "skrottpenger" (vesentlig langs kysten).

Heller ikke vinterforholdene i 2011 var spesielt gode for SNOs ekstraordinære felling i de indre delene av halvøya, men likevel ble det felt totalt 28 rødrever. Det har aldri vært levert inn så mange rødrever fra lokalbefolkningen med hele 250 rødrever. Dette kan skyldes både at smågnagerbestanden har tatt seg opp og dermed har rødreven hatt gode forhold samt at vi økte prisen i år til kr. 1000,- pr skutt rev. Totalt var det 48 jegere som leverte inn rødrever til prosjektet som det høyeste antallet siden prosjektet startet.

Tabell 1. Fellingstall for rødrev fordelt på SNO og ordinært jakt utført av frivillige i de ulike årene tiltaket har blitt gjennomført.

År	SNO	Ordinær jakt	Antall jegere	Totalt
2005	49	118	41	167
2006	50	109	39	159
2007	25	135	44	160
2008	58	111	38	169
2009	24	128	39	152
2010	21	120	41	141
2011	28	250	48	278

Rovdyr på toppen av næringskjeden kan være viktige indikatorarter for tilstanden i økosystemet. Revene som kommer inn til universitetet bidrar i så måte til en overvåkning av tilstanden til økosystemet. Blant annet sjekker Statens Strålevern det radioaktive nivået hos rødrevne hvert år. Foreløpige resultater viser at aktivitetskonsentrasjoner av menneskeskapt radionuklid Cs-137 i muskel hos rev felt på Varangerhalvøya er lav (mindre enn 20 Bq/kg).

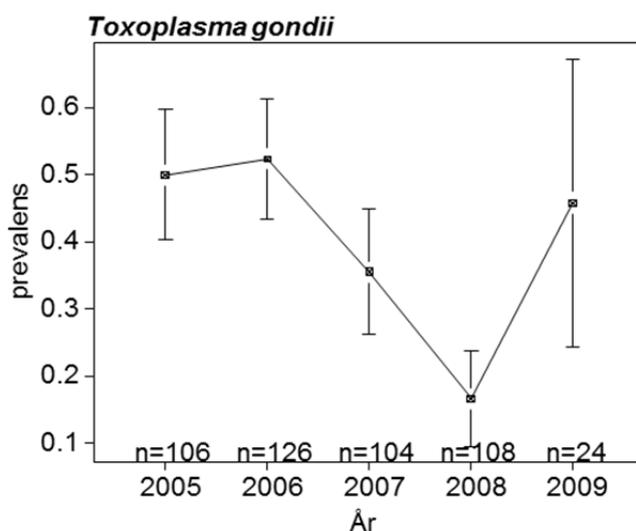
3.1 Parasitter hos rødrev

Alle rødrevne som blir skutt på Varangerhalvøya blir levert til Universitetet hvor de blir obdusert i samarbeid med Veterinærinstituttet. Det har også blitt gjennomført en undersøkelse av prevalensen av parasitten *Toxoplasma gondii* i samarbeid med Veterinærhøyskolen.

I denne årsrapporten presenterer vi data på tre av parasittene som er funnet hos rødrev.

Toxoplasma gondii

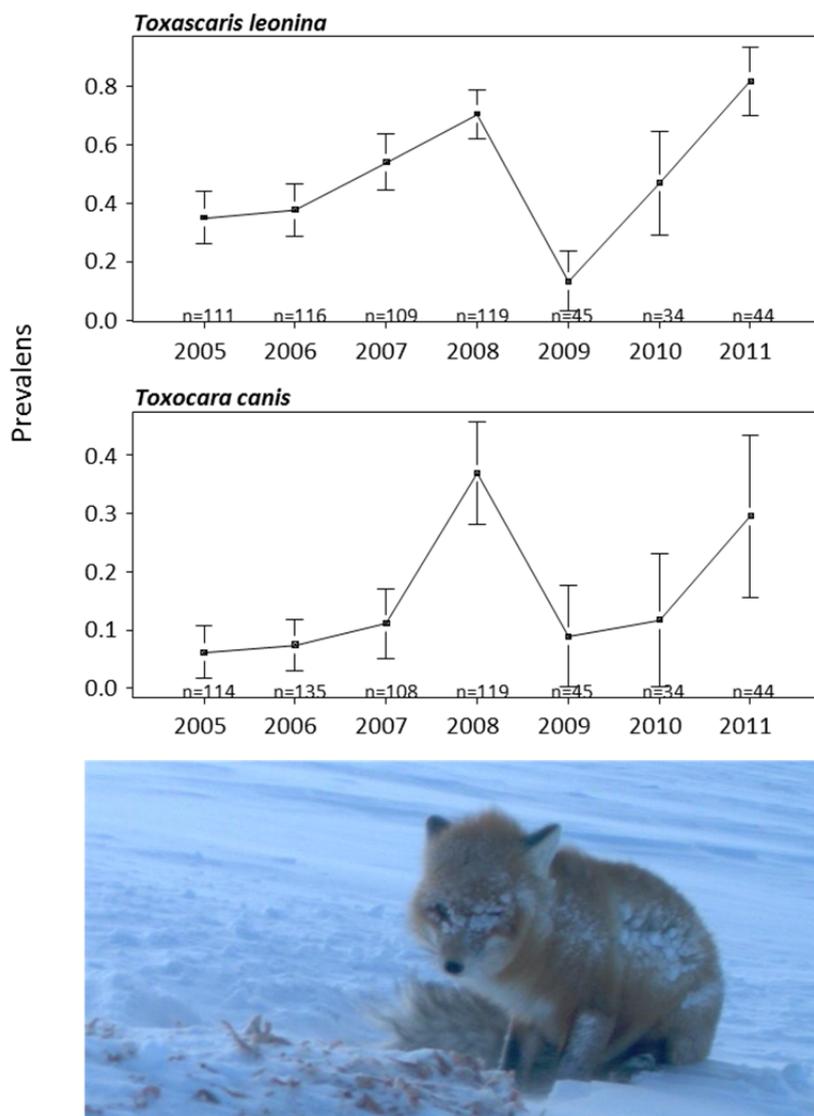
Denne er en encellet parasitt med katt som hovedvert. De fleste dyr og mennesker kan fungere som mellomverter. Parasitten kan også smitte horisontalt mellom mellomverter via vevscyster. Smitte under graviditet kan gi abort og fosterskade hos mennesker, og alvorlige infeksjoner ved immunsuppresjon. Den gir varierende grad av sykdom hos dyr. Genetisk disposisjon og immunstatus har sannsynligvis betydning samt hvilken genetisk type parasitten er. Parasitten kan forårsake abort, fosterskade (småfe), betennelser/vevskader i ulike vev og kan være dødelig. Parasitten er utbredt hos fjellrev på Svalbard og er påvist som sannsynlig dødsårsak hos 3 fjellrev funnet død høsten 2000 (Sørensen et al. 2005). Parasitten er utbredt hos rødrev på Varangerhalvøya hvor gjennomsnittlig 40 % av rødrevne er smittet. Det som er interessant er at det sannsynligvis er et annet byttedyr enn smågnagere som er bærer av parasitten. Det kan vi se ut fra grafen som viser variasjon mellom år i prevalens av *Toxoplasma gondii*. Her er det et dropp i antall dyr som er smittet når vi har toppåret for smågnagerne (Figur 13). Vi jobber nå med å se på mulige andre smittekilder.



Figur 13. Utviklingen av prevalens over år hos rødrev for *Toxoplasma gondii*

Tococara canis og *Toxascaris leonina*

Dette er to arter av spolorm. De voksne parasittene lever i tarmen på rødreven (som er såkalt hovedvert for parasittene) hvor de produserer egg som kommer ut gjennom avføringen. En måte rødreven blir smittet på er gjennom å spise smågnagere som har fått eggene i seg og er såkalte mellomverter for spolormene. Når vi studerer prevalensen hos rødreven, ser vi at andelen smittede rødreven svinger på samme måte som smågnagersyklusen (Figur 14). Dette er ny kunnskap om hvordan smittenivået i hovedverten kan variere med tettheten av en av vektorene til parasitten, og kan ha betydning for å forstå smitteutviklingen også for andre parasitter med smågnagere som mellomvert.



Figur 14. Andelen rødreven som er smittet med *Toxascaris leonina* og *Toxocara canis*. Plottet viser gjennomsnittlig antall rødreven smittet hvert år med konfidensintervall

4. Nye aktiviteter i prosjektet

Det er flere nye aktiviteter planlagt for det neste året. Fra 2012 planlegger vi å bruke kamera på hi med yngling om sommeren for å få et bedre estimat på antall valper, samt registrere forstyrrelser som fører til at hiene blir forlatt. I tillegg er vi interessert i å vite mer om hva som skjer på fjellrevhiene i forkant av yngleperioden. I enkelte år har vi gjennom sporing opplevd at det kan være store vekslinger i bruk, og videre er det ikke alltid slik at hi med flest aktivitetstegn (ekskrementer, gravinger og spor) er der fjellrevene senere yngler. Derfor planlegger vi i løpet av vinteren å sette ut fotobokser på de hiene hvor det har vært registrert vinteraktivitet av fjellrev tidligere år.

Det er også et mål å utvikle nye metoder for å bedre fange opp lemenaktivitet i sommerhalvåret. Telling av skit i snøleiene for registrering av vinteraktivitet ser ut til å fungere svært bra, men vi ser også på mulighetene for å kunne bruke et spesiallaget kamera for å registrere tettheten av lemen i deres optimale habitat på sommeren. Vi har i samarbeid med leverandøren av vinterfotoboksene utviklet en ny type kamera og venter en prototype levert på nyåret for videre testing.

5. Referanser

- Elmhagen, B., M. Tannerfeldt, and A. Angerbjörn. 2002. Food-niche overlap between arctic and red foxes. *Canadian Journal of Zoology* 80:1274-1285.
- Henden, J. A., R. A. Ims, N. G. Yoccoz, and S. T. Killengreen. 2011. Declining willow ptarmigan populations: The role of habitat structure and community dynamics. *Basic and Applied Ecology* 12:413-422.
- Ims, R. A. and E. Fuglei. 2005. Trophic interaction cycles in tundra ecosystems and the impact of climate change. *Bioscience* 55:311-322.
- Ims, R. A., J. A. Henden, and S. T. Killengreen. 2008. Collapsing population cycles. *Trends in Ecology & Evolution* 23:79-86.
- Ims, R. A., N. G. Yoccoz, and S. T. Killengreen. 2011. Determinants of lemming outbreaks. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 108:1970-1974.
- Kausrud, K. L., A. Mysterud, H. Steen, J. O. Vik, E. Østbye, B. Cazelles, E. Framstad, A. M. Eikeset, I. Mysterud, T. Solhøy, and N. C. Stenseth. 2008. Linking climate change to lemming cycles. *Nature* 456:93-U93.
- Killengreen, S. T., N. Lecomte, D. Ehrich, T. Schott, N. G. Yoccoz, and R. A. Ims. 2011a. The importance of marine vs. human-induced subsidies in the maintenance of an expanding mesocarnivore in the arctic tundra. *Journal of Animal Ecology* 80:1049-1060.
- Killengreen, S. T., E. Strømseng, N. G. Yoccoz, and R. A. Ims. 2011b. How ecological neighbourhoods influence the structure of the scavenger guild in low arctic tundra. *Diversity and Distributions*.
- Kjellander, P. and J. Nordström. 2003. Cyclic voles, prey switching in red fox, and roe deer dynamics - a test of the alternative prey hypothesis. *Oikos* 101:338-344.
- Korslund, L. and H. Steen. 2006. Small rodent winter survival: snow conditions limit access to food resources. *Journal of Animal Ecology* 75:156-166.
- Lindström, E. R., H. Andren, P. Angelstam, G. Cederlund, B. Hornfeldt, L. Jaderberg, P. A. Lemnell, B. Martinsson, K. Skold, and J. E. Swenson. 1994. Disease reveals the predator - sarcoptic mange, red fox predation, and prey populations. *Ecology* 75:1042-1049.
- Meijer, T., K. Noren, and A. Angerbjörn. 2011. The impact of maternal experience on post-weaning survival in an endangered arctic fox population. *European Journal of Wildlife Research* 57:549-553.
- Myllymäki, A., A. Paasikallio, E. Pankakoski, and V. Kanervo. 1971. Removal experiment on small quadrats as a means of rapid assessment of the abundance of small mammals. *Annales Zoologici Fennici* 8:177-185.

- Oksanen, T., L. Oksanen, J. Dahlgren, and J. Ofsson. 2008. Arctic lemmings, *Lemmus* spp. and *Dicrostonyx* spp.: integrating ecological and evolutionary perspectives. *Evolutionary Ecology Research* 10:415-434.
- Panek, M., R. Kamieniarz, and W. Bresinski. 2006. The effect of experimental removal of red foxes *Vulpes vulpes* on spring density of brown hares *Lepus europaeus* in western Poland. *Acta Theriologica* 51:187-193.
- Selås, V. and J. O. Vik. 2007. The arctic fox *Alopex lagopus* in Fennoscandia: a victim of human-induced changes in interspecific competition and predation? *Biodiversity and Conservation* 16:3575-3583.
- Sørensen, K. K., T. Mørk, O. G. Siguroardottir, K. Åsbakk, J. Åkerstedt, B. Bergsjø, and E. Fuglei. 2005. Acute toxoplasmosis in three wild arctic foxes (*Alopex lagopus*) from Svalbard; one with co-infections of *Salmonella* Enteritidis PT1 and *Yersinia pseudotuberculosis* serotype 2b. *Research in Veterinary Science* 78:161-167.
- Tannerfeldt, M. and A. Angerbjorn. 1998. Fluctuating resources and the evolution of litter size in the arctic fox. *Oikos* 83:545-559.