



Høgskolen i **Hedmark**

Campus Evenstad
Skog og utmarksfag

Stian Philip Andersen

**Kamerafelletaksering av gaupe (*Lynx lynx*)
- en metodeutredning**

3.år utmarksforvaltning
Bacheloroppgave
2012

Utlånsklausul: Nei Ja. Antall år _____

Sammendrag

Jeg har undersøkt en alternativ metode for tallfesting av gaupe (*Lynx lynx*), der data fra tradisjonell snøsporing og familiegrupperegistrering kan bli utilstrekkelig på grunn av usikre snøforhold for sporing (registrering av sporløyper). Vi brukte bilder fra kamerafeller for identifisering av gaupeindivider, slik at vi kunne gjøre bruk av CMR statistikk (fangst-merking-gjenfangst). Våre hovedmål var å undersøke om vi kunne bruke kamerafeller for å få (i) et minimum antall av familiegrupper, (ii) et tetthetsestimert av gaupe basert på CMR, eller (iii) å bruke det totale antall gjenkjente individer som en indeks på forekomst av gaupe. Denne undersøkelsen fokuserer på studieområdet innenfor Østfold, Oslo og Akershus i Norge, et område på ca 1850 kvadratkilometer. Vi brukte tre typer kameraer for denne undersøkelsen, herunder; Reconyx, Cuddeback og Scoutguard. Gaupa ble identifisert ved unike markeringer i pelsen. Undersøkelsen strakte seg over to vintersesonger fra 2010 og 2011. I tillegg har vi også gjort en undersøkelse i Hallingdal, for sommeren 2011, hvor målet var å estimere forekomst av gaupe i beitesesongen for sau.

Vinteren 2010 (Region 4 - Østfold, Oslo og Akershus), identifiserte vi 11 individuelle gauper, inkludert to familiegrupper. Vi hadde også 11 bilder av gaupe som ikke kunne identifiseres med sikkerhet, og disse ble dermed forkastet fra datasettet. Totalt har vi 4908 felledøgn, vinteren 2010. Vinteren 2011 (Region 4) identifiserte vi 8 ulike individer (inkludert 2 familiegrupper). I tillegg fikk vi 5 bilder av gaupe som vi ikke kunne identifisere med sikkerhet. Disse ble forkastet fra datasettet. Totalt fikk vi 5112 felledøgn, vinteren 2011.

Sommeren 2011 (Hallingdal), fikk vi 20 bilder av gaupe. Vi kunne identifisere 5 forskjellige individer, 2 voksne hunngauper, 2 voksne hanngauper, samt 1 unge.

Jeg konkluderer med at denne studien har vært vellykket med hensyn til minimumstillinger av familiegrupper, og minimumstillinger av antall individer. CMR statistikk ser ut til å gi tilstrekkelige resultater for 2010, mens resultatet fra 2011 er for dårlig til å være av verdi for eventuelle forvaltningsbeslutninger. Mer må gjøres for å forbedre feltmetodikken for å maksimere antall av fangster og gjenfangster, og dette må gjøres konsekvent fra en sesong til en annen.

Abstract

In this thesis I investigate an alternative method of surveying Eurasian lynx (*Lynx lynx*), where data from traditional snow-tracking and family group registration may become insufficient because of uncertain snow conditions for tracking (observations of pugmarks). We used pictures from camera traps as means of identification of individuals, enabling us to make use of CMR statistics (capture-mark-recapture). Our main objectives were to see if we could use camera trapping to obtain (i) a minimum count of family groups, (ii) a density estimate of lynx based on CMR, or (iii) to use the total number of different recognized individuals as an index of lynx abundance. This thesis focuses on the study area of Østfold, Oslo and Akershus in Norway, an area of approximately 1850 square kilometers. We used three types of cameras for this survey; Reconyx, Cuddeback and Scoutguard. The lynx were identified by unique markings in their fur. The survey spanned over two winter seasons of 2010 and 2011. In addition, we also did a survey in Hallingdal, for the summer of 2011, where our goal was to estimate an abundance of lynx during the grazing season for sheep.

For the winter 2010 (Region 4 - Østfold, Oslo and Akershus), we identified 11 individual lynx, including two family groups. We also had 11 pictures of lynx which we could not identify with certainty, and hence, was discarded from the dataset. In total we have 4908 trap nights for the winter 2010. For the winter 2011 (Region 4), we identified 8 different individuals (including 2 family groups). We had 5 pictures of lynx which we could not identify with certainty. These were discarded from the dataset. In total, 5112 trap nights were recorded for the winter 2011. For the summer 2011 (Hallingdal), we got 20 pictures of lynx, from which we could identify 5 different individuals.

I have concluded that this study has been successful regarding minimum counts of family groups, and minimum counts of individual lynx. The CMR statistics seems to yield adequate results for 2010, but the results from 2011 are too poor to be of any value for any management decisions. More has to be done regarding field methodology, and it is necessary to make this consistent from one season to another, so as to maximize the numbers of captures and recaptures every year.

Forord

Forskningsprosjektet Scandlynx (det skandinaviske gaupeprosjektet) har fått i oppdrag av Rovviltnemnda i Region 4 (Oslo, Akershus og Østfold) og Fylkesmannen i Buskerud, å evaluere om kamerafeller kan være en alternativ takseringsmetode for gaupe i områder med usikre snøforhold. Arbeidet med store rovdyr er utrolig spennende, og ikke minst veldig viktig for å minimere konflikter og skape gode beslutningsgrunnlag for forvaltningen. Det har derfor vært utrolig kjekt å få ta del i dette prosjektet, og jeg retter en stor takk til min veileder Morten Odden som har hatt tro på meg og til Høgskolen i Hedmark for å ha gitt meg denne muligheten. Jeg vil også takke forsker John Odden ved NINA (Norsk Institutt for Naturforskning) som har bidratt mye med innspill og litteratur. Jeg vil også takke Jordi Jansen for all hjelp med å sette opp kamerafeller, og for hans unike glød og engasjement for dette prosjektet. Takk også til Helene Louise McNutt, Evert Van Ekeleyn og Stijn De Winter for sitt utrettelige feltarbeid. Uten dem hadde det ikke blitt mange gaupebilder.

Høgskolen i Hedmark, Evenstad, 11.mai 2012

Stian Philip Andersen

Innhold

Sammendrag	2
Abstract	3
Forord	4
Innledning.....	6
Metode.....	9
Studieområder	9
Feltmetodikk.....	12
Metodikk for statistisk analyse (CMR)	15
Resultater.....	18
Minimum antall familiegrupper i Region 4.....	18
Minimum antall gauper i Region 4	18
Minimum antall gauper i Hallingdal sommeren 2011	21
Fangst – gjenfangst analyser – Region 4.....	22
Diskusjon.....	24
Referanser.....	27
APPENDIX 1	31
APPENDIX 2	32
APPENDIX 3	33

Innledning

Gaupa (*Lynx lynx*) i Norge er hardt beskattet, dels på grunn av at man vil skape jaktmuligheter, og dels for å redusere predasjonstrykket mot utmarksbeitende husdyr (Linnell m.fl. 2007a). Det finnes få områder uten jakt i Norge som kan fungere som refugium for gaupa, og det er derfor behov for pålitelig informasjon rundt bestandsstørrelse og bestandsdynamikk for å kunne sette bærekraftige jaktkvoter (Linnell m.fl. 2007a). I enkelte områder kan konfliktene rundt de offisielle bestandstallene være høye. Det er derfor ønskelig fra både lokale jegeres side og for forvaltningen generelt at man får et mer pålitelig estimat av tetthet og forekomst av gaupe som et tillegg til indeksen man får fra snøsporing og minimumsantallet estimert ut ifra observasjoner av familiegrupper. Ikke minst vil dette også være interessant for de med interesser av husdyrhold som for eksempel sau og geit. Konfliktene synes å være særlig høye i områder og i år med lite snø.

Det går ca. 2 millioner sau på utmarksbeite i Norge mellom mai - september, og gjennom en 10års periode mellom 1995-2005 ble det utbetalt erstatninger for mellom 5462-9862 sau årlig, som en følge av predasjon fra gaupe. (Odden, m. fl. 2002, 2006, 2008). I tillegg til predasjon på husdyr er gaupen en spesialisert rådyrjeger, og kan ha stor effekt på lokale rådyrbestander. I områder med glisne rådyrbestander (<2 dyr\ km) kan gaupa ta hele tilveksten i bestanden (Solberg m.fl. 2003). Dette er viktig å ha i mente ved forvaltning av rådyr, og er enda et insentiv til å føre mer nøyaktig bestandsovervåking av gaupen.

Det nasjonale overvåkingsprogrammet for store rovdyr overvåker i dag bestandsstørrelse og bestandsutvikling hos gaupe i Norge gjennom registrering av familiegrupper, som består av mordyr i følge med årsunger (Brøseth & Tovmo 2011). Observasjoner av familiegrupper akkumuleres gjennom sesongen i perioden 1. oktober til 1. mars. Informasjon om familiegrupper kommer i hovedsak gjennom snøsporing, og gjennom tilfeldige meldinger om observasjoner som akkumuleres gjennom vinteren. Alle observasjoner kontrolleres av SNO (Linnell m.fl. 2010). Ved bruk av såkalte avstandsregler beregnes så et antall familiegrupper av gaupe før jakt ut fra dokumenterte og antatt sikre observasjoner (Linnell m.fl. 2007a). Dette går ut på at man ved uavhengige observasjoner av familiegrupper, og\ eller spor fra disse, må ha en viss avstand i mellom observasjonene for at man skal kunne fastslå to ulike familiegrupper. Ifølge Brøseth m. fl. (2003), klassifiseres de ulike observasjonene som ”Dokumentert, Antatt sikker, Usikker, Forkastet eller Feilmelding”, hvorpå data fra ”Dokumentert” og ”Antatt sikker” danner grunnlaget for estimatet. Videre har man to ulike

sett med avstandsregler. Det ene settet (AR1) tar størrelsen til radiomerkede voksne hunngaupers leveområder som utgangspunkt. Det andre settet (AR2) tar utgangspunkt i radiomerkede voksne hunngaupers forflytningsavstand i løpet av en uke. Man bruker AR1 for å skille spor, uavhengig av tiden mellom observasjonene. AR2 brukes for observasjoner gjort med mindre enn 7 dager imellom. AR1 er igjen delt inn i AR1a og AR1b, hvor AR1a er en noe strengere regel enn AR1b. Igjen deles de to kategoriene (AR1 og AR2) inn i kategorier for tamreinområder, samt lav rådyrtetthet og høy rådyrtetthet. Se Brøseth & Tovmo (2010) for gjennomgående forklaring av disse reglene.

Ut ifra disse metodene har man estimert 75-80 familiegrupper for hele landet i 2010. Dette skal tilsvare 441-470 individer. Brøseth & Tovmo (2010)

I tillegg den årlige registreringen av familiegrupper går man i enkelte fylker takseringslinjer (på snø), hvor man teller antall kryssende spor på linja, for så å dele dette på antall km (vanlig linje er på 3km) og på antall dager siden siste snøfall for å få en *relativ indeks* på gaupetettheten i området (Linnell m. fl. 2007b). I senere år har imidlertid enkelte områder hatt et lite og variabelt snødekke, og usikkerheten rundt bestandsindeksene kan bli høy. Linnell m. fl. (2007b) konkluderte med at ved å bruke tre netter etter siste snøfall, og ved å plassere linjene bevisst der man antar at gaupen går, blir både sannsynligheten for å oppdage gaupe i studieområdet, og evnen til å påvise 33 % forandring i bestandsstørrelsen i to undersøkelser >80 %. Dette er på gode snøforhold.

Sporlinjetaksering gir en *relativ indeks*. Observasjoner av familiegrupper gir et *minimumsestimert* av antall familiegrupper, samt et *ekstrapolert* bestandsestimat (Linnell m. fl. 2011). Begge metodene er helt eller delvis avhengig av gode sporingsforhold på snø. Deler av landet har imidlertid de siste årene opplevd et lite og variabelt snødekke, og konflikten rundt bestandstallene kan i enkelte områder være høy. Det er derfor et uttrykt ønske fra mange lokale brukergrupper at det testes ut alternativer til dagens snøbaserte metoder i overvåkingen av gaupe.

Internasjonalt har bruken av viltkameraer etter hvert blitt den mest brukte metoden for overvåking av kattedyr i snøfrie områder. Metodikken er særdeles velegnet for flekkede kattedyr, hvor man identifiserer individer ut fra flekkmønstrene i pelsen. Det finnes flere eksempler på at man bruker kamerafelletaksering for taksering av både gaupe og andre sky kattedyr rundt i verden, ettersom det kan være en arbeidseffektiv metode for overvåking, og

som kan gi bedre beslutningsgrunnlag i forvaltningen. Eksempler på bruk av kamerafeller finnes i Heilbrun m. fl. (2003), Jackson m. fl. (2005), Karanth & Nichols (1998), Kelly & Holub (2008), Silver (2004) Guil & Agudin m.fl. (2010) og Breitenmoser m. fl. (2006). Grundige beskrivelser av kamerametodikken har også blitt publisert for eksempel for tigre (Karanth m. fl. 2004) og snøleopard (Jackson m. fl. 2005), og det finnes en lang rekke vitenskapelige arbeider som diskuterer utfordringer knyttet til metodikken (se for eksempel Foster & Harmsen 2012). I Europa er metodikken i mange år benyttet i overvåkingen av gaupe i blant annet Sveits og Tyskland (Breitenmoser m. fl. 2006; Weingarth m. fl. 2011). I de fleste områder hvor metodikken er i bruk forsøker man å få flest mulig bilder av dyret som mulig, innenfor en forhåndsdefinert tidsramme. Deretter kan man beregne total bestandsstørrelse ved hjelp av fangst- gjenfangst- statistikk. Reliabiliteten til bestandsestimater avhenger av antall bilder som blir tatt av de ulike individene i bestanden, og hvorvidt man klarer å identifisere disse. I tillegg til en intensiv bruk, kan metodikken også benyttes mer ekstensivt for å identifisere så mange gauper som mulig (minimums estimat).

Om man bruker kamerafelletaksering er man ikke avhengig av gode sporingsforhold (snø), og metoden kan brukes som alternativ til snøsporing og som kvalitetssikring. I bestefall kan den gi oss et mer nøyaktig og presist estimat av antall individer gaupe i landet, og bidra til en mer sikker og presis forvaltning med hjelp av CMR (catch- mark- recapture eller fangst- merking- gjenfangst metode).

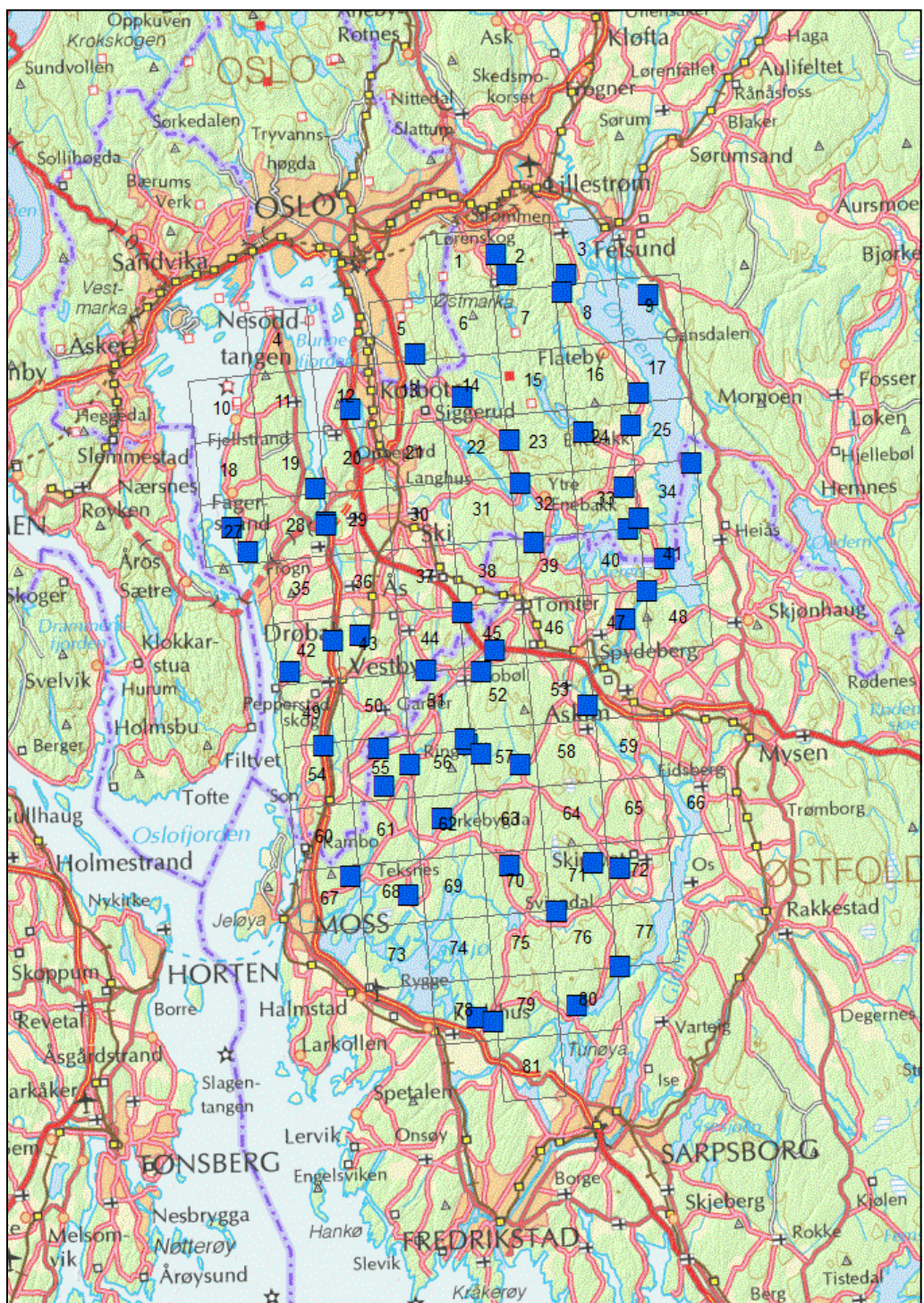
I perioden 2010 til 2013 gjennomfører Scandlynx (<http://scandlynx.nina.no/>) et pilotprosjekt i fylkene Oslo, Akershus og Østfold for å teste ut bruk av viltkameraer i overvåkingen av gaupe. I dette studiet ønsker jeg å teste om; viltkamera kan benyttes til å øke antall observasjoner av familiegrupper i snøfattige områder, om viltkamera kan benyttes til å beregne et minimum antall gauper i en avgrenset bestand, og til slutt om viltkamera kan benyttes til å beregne total bestandsstørrelse i et område ved hjelp av fangst- gjenfangst - statistikk.

Metode

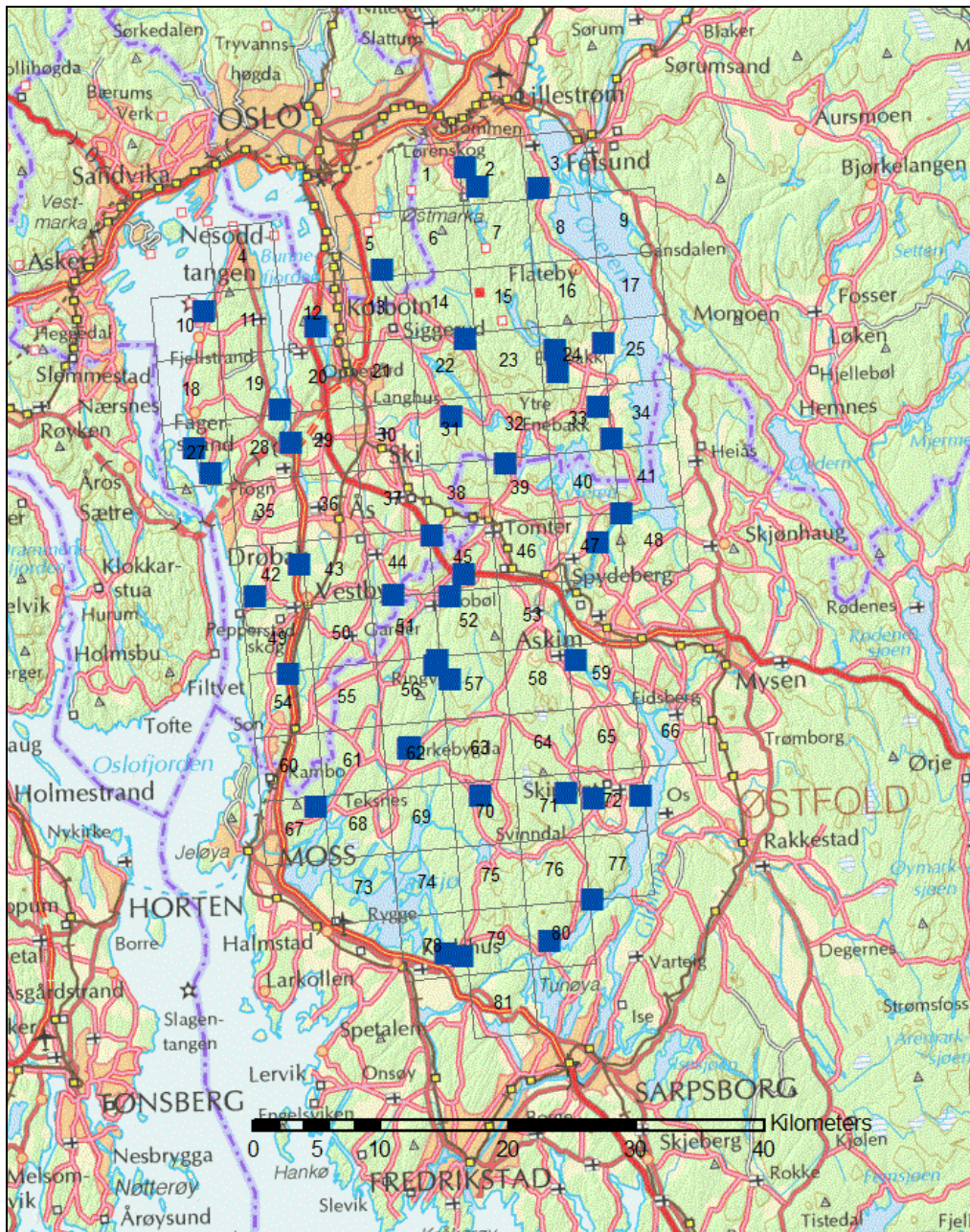
Studieområder

Vi testet ut ulike typer viltkamera innenfor et studieområde i deler av Oslo, Akershus og Østfold (Rovviltregion 4) vinteren 2010/11 og vinteren 2011/12. Studieområdet er på 1850 km², og omfatter kommunene Oslo, Lørenskog, Rælingen, Enebakk, Oppegård, Nesodden, Frogn, Vestby, Ås, Ski, Spydeberg, Hobøl, Askim, Skiptvet, Sarpsborg, Våler, Moss, Rygge og Råde. Det ble satt ut rundt 53 og 42 kamerastasjoner (vinteren 2010 og vinteren 2011) over et område på ca 1850km², i Østfold, Oslo og Akershus. Med unntak av Oslo, som etter norsk standard regnes som storby, består studieområde for det meste av boreal skog og jordbruksområder med spredt bebyggelse og forekomst av tettsteder og mindre byer. Ifølge Andersen m. fl. (2005) ligger området i overgangen mellom sørboreal og borenemoral sone. Års-middeltemperaturen har ligget mellom 5-6 grader fra 1951-1990 (Met.no¹). Ifølge Brøseth & Tovmo (2010), er samtlige av fylkene klassifisert med høy tetthet av byttedyr i form av rådyr (*Capreolus capreolus*). Området er valgt da det eksisterer mye bakgrunnskunnskap om arealbruken til radiomerkede gauper fra dette området. Scandlynx fulgte i perioden 2002–2006 en rekke radiomerkede dyr i dette området. I tillegg er dette et område som tradisjonelt sliter med dårlige sporingsforhold. Området er videre naturlig avgrenset med Oslo og Lillestrøm i nord, Oslofjorden i vest og Øyeren / Glomma i øst/sør, selv om den østlige grensen ikke er en absolutt barriere. Terrenget er kupert og befinner seg under 300 moh.

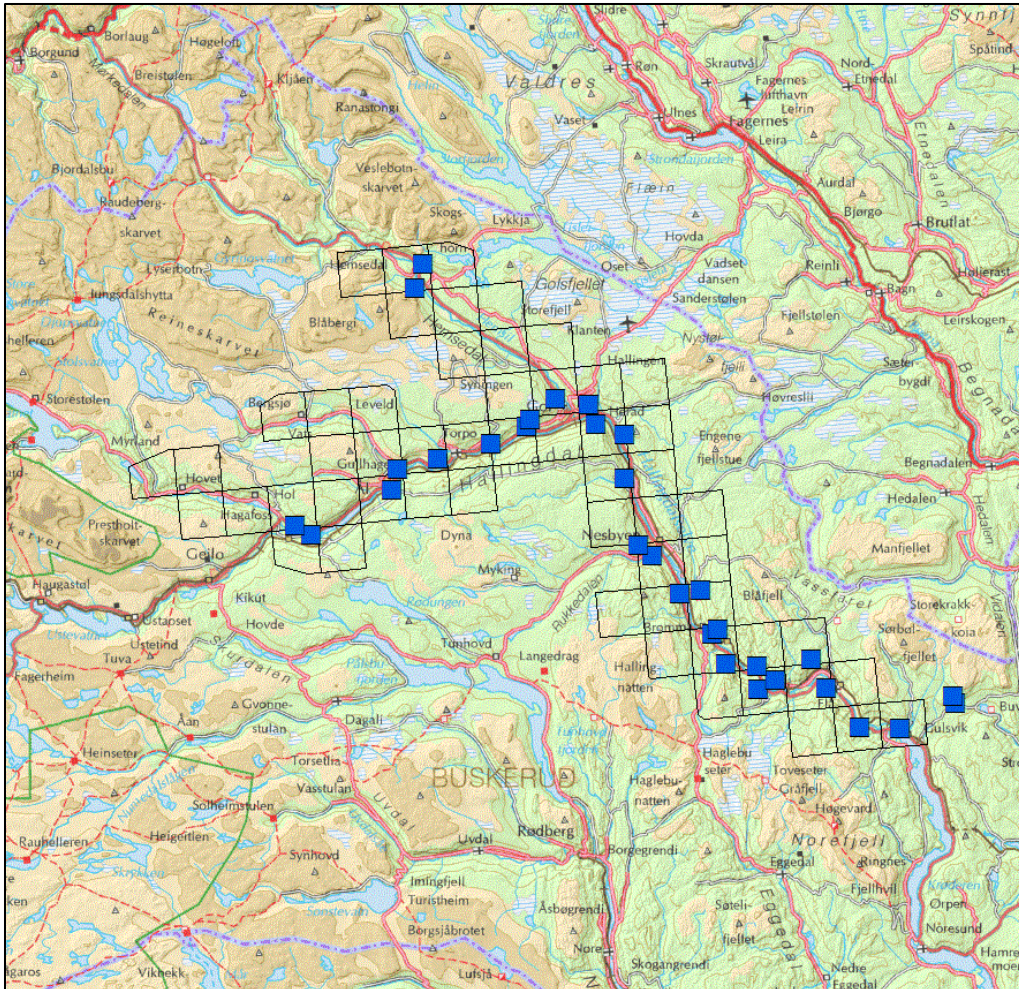
Sommeren 2011 flyttet vi kameraene til Hallingdal for å teste kamera i et område med helt ulik topografi. I dette området har Scandlynx også tidligere fulgt gauper med GPS-sendere (2006-2011). Hallingdal er en v-dal som befinner seg nord i Buskerud fylke. Dalføret på ca 150km går fra Gulsvik ved Krøderen, opp til fylkesgrensen til Hordaland og Sogn og Fjordane. De seks kommunene i dalen er Flå, Nes, Gol, Hemsedal, Ål og Hol. Området omfatter også sidedalene Rukkedalen i Nes, Nordbygdane i Ål, Hemsedal samt Dagali, Skurdalen og Øystre Hol i Hol. Rv7 og bergensbanen går gjennom hoveddalføret. Området ligger på ca 150 til 2000 moh. Ca 70 % av arealet ligger over 900 moh. Området er preget av gårds og seterdrift med karrig jordsmonn. Forsøksområdet vårt i Hallingdal er ca 1600km².



Figur 1: Studieområde region 4 med kamerastasjoner for sesongen 2010\2011



Figur 2: Studieområde region 4 med kamerastasjoner for sesongen 2011\2012.



Figur 3: Studieområde Hallingdal med kamerastasjoner sommeren 2011

Feltmetodikk

Oslo, Akershus og Østfold Region 4

Vi benyttet tre ulike typer kamera av merkene Cuddeback, Reconyx og Scoutguard.

Reconyx tok en serie på fem bilder for hver gang det ble utløst. Cuddeback tok et bilde av gangen. Scoutguard (kun for 2010\2011) filmet i stedet for å fotografere. På hver stasjon sto et kamera på hver side av fellen. Identifisering på individnivå er en kritisk suksessfaktor for bruk av CMR statistikk. For å få til dette er kameraene for 2011\2012 plassert rettviskretet i forhold til gaupas antatte rutevalg. Sesongen 2010\2011 ble de imidlertid plassert på skrå mot gaupas antatte bevegelsesretning, i tillegg til et ekstra kamera som filmet i stedet for å ta bilder (Scoutguard). Dette forklares ved at vi for 2010\2011 hadde fokus på familiegrupper, mens vi for 2011\2012 hadde fokus på gjenkjenning av individer.

I Norge med varierende temperaturer, og ofte mye regn vil det være viktig å beskytte kamerahusene mot elementene. Vi har skrudd på tak over kamerahuset for å unngå at snø

legger seg over. På vinteren blir også batteritiden påvirket av lave temperaturer, så disse måtte sjekkes ofte.

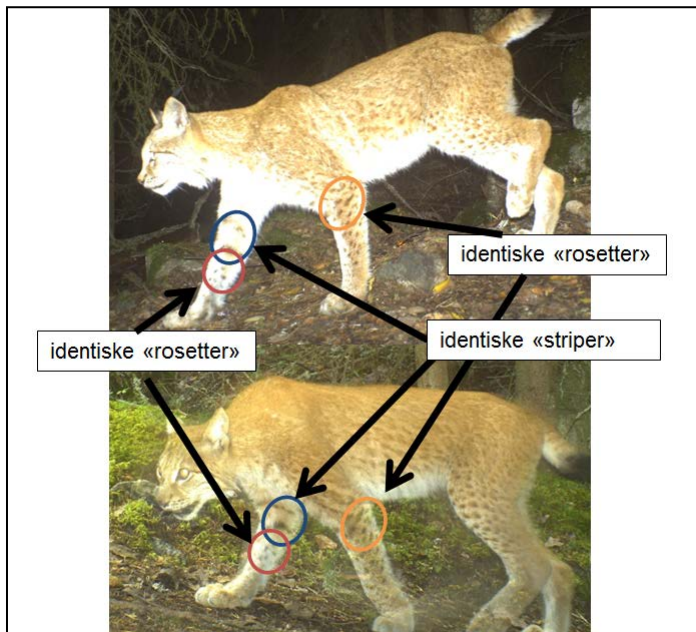
Vi benyttet ekstrakt fra kattermynte (*Nepeta cataria*), såkalt *catnip-oil*, for å lokke gauper inn til kamerafellene. Både oljen og kameraene er plassert slik at man skal optimalisere sannsynligheten for å få bilde av gaupa fra begge sider. I tillegg til dette flyttet vi grener, hugde vekk vegetasjon og gikk opp trasèer i snø for å lede gaupa mest mulig i profil foran kameralinsene. Ved gunstige sporingsforhold kunne vi også justere plasseringen på kameraer ved å se på eventuelle sporløyper av gaupe rundt kamerastasjonene. Kelly & Holub (2008) og Saramento & Cruz m.fl. (2009), foreslår fjerning av vegetasjon ved kamerafellene for å redusere ting som kan komme i veien for identifiseringsarbeid. “De mest brukbare fotografiene for individuell identifisering var de som viste dyr med en av sidene synlig for kamera, med hele halen og samtlige ben” (Saramento & Cruz m.fl. 2009). De brukte også naturlige hindre som “tvang” dyrene til å bevege seg i en gunstig retning i forhold til kamera. De Bondi & White m.fl. (2010) lot kamerafellene i sin undersøkelse ta 3 bilder i løpet av 6 sekunder for hver gang en felle ble utløst. Dette letter identifiseringsarbeidet og mulighetene for å få bilder av familiegrupper.

Selve lokaliseringen av kamerastasjonene er gjort med hjelp av lokale observasjoner, kjente posisjoner for GPS-merkede individer, samt kjennskap til gaupas preferanse for ulike typer terreng.

Avstand mellom kamerastasjoner er også viktig å være bevisst på. Ifølge Saramento & Cruz m.fl. (2009) bør avstanden mellom kamerafellene ikke overstige diameteren på den minste kjente leveområdestørrelsen (eng: *home-range*) for den aktuelle arten. Slik unngår man ”svarte hull” i forsøksområdet. Breitenmoser m. fl. (2006) anbefaler minst 2 kamerastasjoner pr fastboende gaupe. Selv brukte de i de Sveitsiske Alpene mellom 3 og 6 kamerastasjoner per fastboende hunngaue. For Akershus, Norge, fant Herfindal m.fl. (2005) at størrelsen på leveområdet for hanngauper var 812km^2 , og 350km^2 for hunngaue. Minste kjente leveområdestørrelse for vårt studieområde (region 4) blir da 350km^2 . Dette tilsier en tetthet på 1 kamerastasjon pr $58 - 116\text{ km}^2$. Med 53 og 42 kamerastasjoner fordelt på 1850 km^2 (vinteren 2010 og vinteren 2011), får vi en tetthet på ca 1 kamerastasjon pr henholdsvis 35 og 44 km^2 .

For å identifisere ulike individer kan man bruke flekkene på gaupens pels, og andre fysiske attributter som kjennetegn. Jackson m.fl (2005, s29,30) beskriver hvordan man bruker flekkmønster på Snø-Leopard (*Panthera Uncia*) til å skille individer fra hverandre. For denne undersøkelsen brukte vi identiske flekkmønster i pelsen for å skille individer.

Identifiseringsarbeidet ble gjort av personell fra Scandlynx.



Bilde 1: Eksempel for hvordan man bruker identiske mønster i pelsen for å skille individer.

Hallingdal

I Hallingdal ønsket vi å teste muligheten for tallfesting av antall gauper innenfor beitesesongen for sau. De to første ukene i juni ble det satt ut kamera på 30 lokaliteter som man av erfaring vet at gaupene benytter, innenfor et område på 1600 km² i kommunene Hol, Ål, Gol, Hemsedal, Nes og Flå (**Figur 3**). Vi brukte samme metoder for utsetting av kamera som for region 4 der fokus var på individgjenkjenning. Vi kunne ikke forvente å gjenkjenne familiegrupper da forsøket pågikk i en periode da ungene er små og ikke går sammen med mora. Det har heller ikke blitt gjort CMR statistikk for Hallingdal. Tettheten av kamera i Hallingdal tilsvarer en kamerastasjon per 53 km². Kameraene stod oppe fram til midten av september.

Metodikk for statistisk analyse (CMR)

Det er ifølge White (1982), en forutsetning for programmet CAPTURE at bestanden er lukket (les: ingen inn\utvandring innenfor forsøksperioden). Etersom vi opererte innenfor et begrenset tidsrom, og inn\utvandrings-sannsynlighet minimeres som en følge av dette, antar vi at denne forutsetningen er møtt. Programmet CAPTURE gjør også en statistisk analyse av datasettet for å teste denne forutsetningen (*Closure test*, White 1982)

Med hensyn til prøveperiode, konkluderte Guil & Agudin m.fl.(2010) med en lengde på 90 dager som en fornuftig og håndterbar tidsramme. Vi har valgt å operere med tre forskjellige lengder på forsøksperioden for å kompromisse mellom hvor mange aktive kameraer man har oppe, og hvor mange døgn undersøkelsen er på. Dette er fordi mange av stasjonene kom opp på ulike tidspunkt, og vi har tatt vekk kamerastasjoner som ikke har vært operative under hele perioden, som tilrettelegging for CMR-analysen. Dette var ikke nødvendig for familiegrupperegistrering og minimumstelling. Vi har valgt 50, 75 og 100 dager som forsøksperioder. Videre har vi delt periodene inn i femdagers *sampling-occasions* (*prøvetakingsanledninger*). Dette er nødvendig for å estimere antall individer gjennom programmet CAPTURE (White m. fl., 1982), ettersom programmet ikke godtar datasett på over 99 *sampling-occasions*. Når man slår sammen flere dager for å lage en *sampling-occasion*, vil alle bilder av et individ innenfor perioden bli telt som én fangst\gjenfangst. Vi vil sammenligne de ulike prøveperiodene mot hverandre for å se hvilke som gir mest pålitelig resultat.

Programmet CAPTURE har åtte ulike metoder for utregning av totalt antall individer i bestanden. De ulike metodene bygger på ulike forutsetninger som må oppfylles for at metoden som brukes skal være gyldig (Tabell 1). Det er tre kilder til variasjon i fangstsannsynlighet, og det er dette som utgjør grunnlaget for de åtte modellene:

1. Heterogenitet – hvert individ har ulik sannsynlighet for fangst (*capture-heterogeneity*)
2. Tid – fangssannsynlighet varierer over tid
3. Atferd – fangstsannsynlighet (*capture-probability*) påvirkes av respons på initiell fangst.

For å bestemme dette kjører man en serie med ulike tester for å se hvilken metode som er best egnet. Programmet rangerer de ulike metodene med en verdi fra 0 – 1.0 (se Appendix 2 og 3) hvor en høyere verdi angir bedre egnethet. Til slutt genererer CAPTURE populasjonsestimater og fangssannsynlighet (eng: *capture probability*), samt konfidensintervaller for hver modell.

I Appendix 1 har jeg vist til et forslag for hvordan man tilrettelegger data til programmet CAPTURE for videre analyser.

Tabell 1: Ulike modeller for lukkede populasjoner som evalueres av CAPTURE (Jackson m.fl. 2005 s. 33; modifisert) Se White (1982)

Modell	Forklaring	Variasjonskilder	Estimator	Kommentar
M_0	Lik eller konstant fangstsannsynlighet	Ingen.	<i>Null</i> (modell som alle modeller sammenlignes etter)	For enkel for de fleste frittlevende bestander
M_h	Heterogenitet modell	Heterogenitet (hvert enkelt individ har egen sannsynlighet for fangst som er konstant over hele perioden)	<i>Jackknife</i>	<i>Jackknife</i> estimator er robust mot brudd på forutsetninger for metoden
M_t	Tid (<i>Schnabel</i> metode)	Fangstsannsynlighet varierer kun med tid	<i>Darroch</i>	Sensitiv mot atferdsrespons og heterogenitet
M_b	Atferd (Fellerespons modell)	Atferd (antar at for en gitt fellefangst har man en sannsynlighet for fangst av umerkede individer og en annen for merkede)	<i>Zipfin</i>	Tillater fangstsannsynlighet å variere ved atferdsrespons etter initiell fangst (såkalte <i>trap-happy</i> eller <i>trap-shy</i> individer)
M_{tb}	Tidsvariasjon i fangst og gjenfangst	Tid og atferd (tillater fangst og gjenfangstsannsynlighet å variere med tid)	Ikke tilgjengelig	Kreves for å teste sammenheng mellom modeller
M_{th}	Tid og heterogenitet påvirker fangstsannsynlighet	Tid & heterogenitet	Ikke tilgjengelig	Kreves for å teste sammenheng mellom modeller

Resultater

Minimum antall familiegrupper i Region 4

Fra november 2010 til mars 2011 hadde vi 80 viltkamera utplassert på 53 lokaliteter i studieområdet i region 4. Vi fikk bilder og/eller video av to eller flere gauper i lag ved 4 tilfeller, og antar at dette dreier seg om minst 2 ulike familiegrupper basert på avstand mellom observasjoner og flekkmønster. Rovdata identifiserte 3 ulike familiegrupper i dette studieområdet samme vinter (Brøseth & Tovmo 2011).

Fra oktober 2011 til mars 2012 hadde vi viltkamera på 42 observasjonsposter i studieområdet i region 4. Vi identifiserte 2 eller flere gauper i lag ved 3 tilfeller, og antar at dette dreier seg om minst 2 ulike familiegrupper basert på avstand mellom observasjoner. Rovdata identifiserte 2 ulike familiegrupper i dette studieområdet samme vinter (Brøseth & Tovmo 2012).

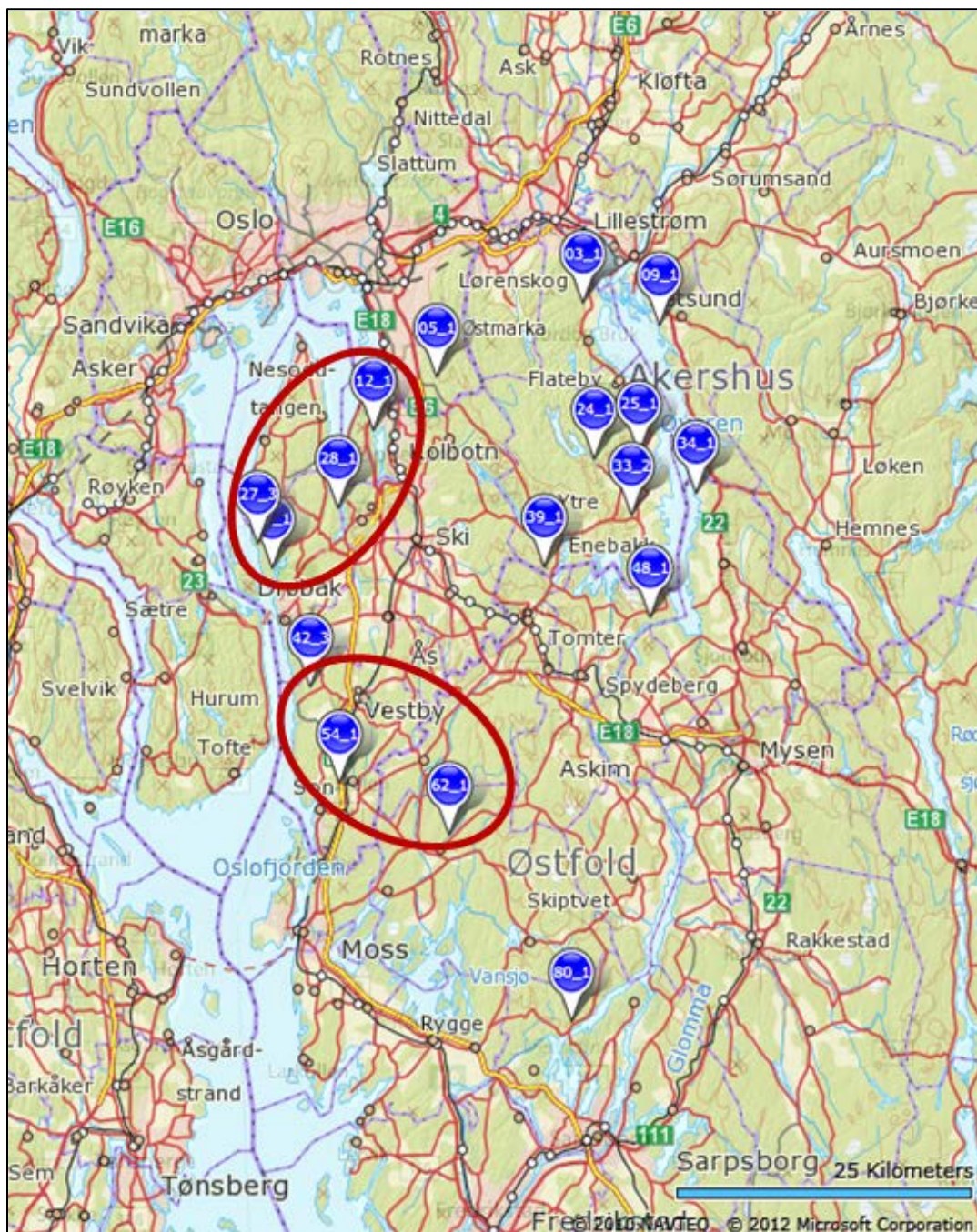
Minimum antall gauper i Region 4

Vinteren 2010/11 lykkes vi med å identifisere gaupeindivider på 31 av 42 bilder, og kan konkludere med at vi hadde minimum 11 ulike gauper (inklusive unger) innenfor området. Flekkmønstrene antyder videre at tre av disse gaupene ble skutt i kvotejakta i 2011.

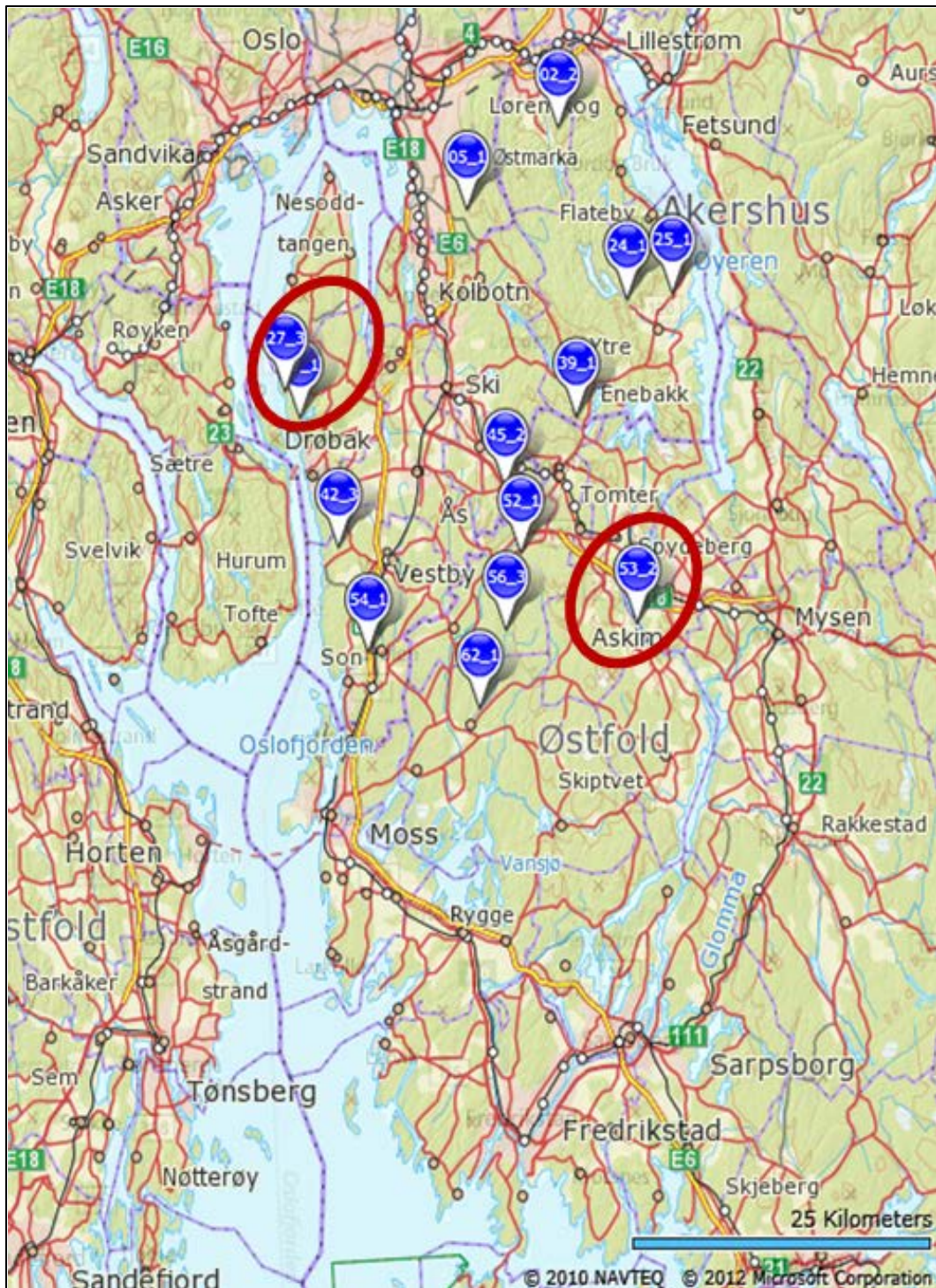
Vinteren 2011/12 lykkes vi med å identifisere gaupeindivider på 13 av 18 bilder, og vi konkluderer med at det dreier seg om minimum 8 ulike gauper (inklusive unger) innenfor området vinteren 2011/12.

Tabell 2. Oppsummering av antall bilder på viltkamera i Hallingdal sommeren 2011, og i Oslo, Akershus og Østfold (region 4) vinteren 2010/11 og vinteren 2011/12. En "bildeindeks", bilder per 100 kameradøgn, er angitt i parentes.

Område	Sesong	Kameradøgn	Bilder	Gaupe	Rådyr	Rødrev
Hallingdal	sommer 2011	2918	1622	18 (0,6)	66 (2,3)	137 (4,7)
Region 4	2010/11	4908	732	42 (0,8)	106 (2,1)	134 (2,7)
Region 4	2011/12	5112	1291	18 (0,4)	130 (2,5)	254 (5,0)



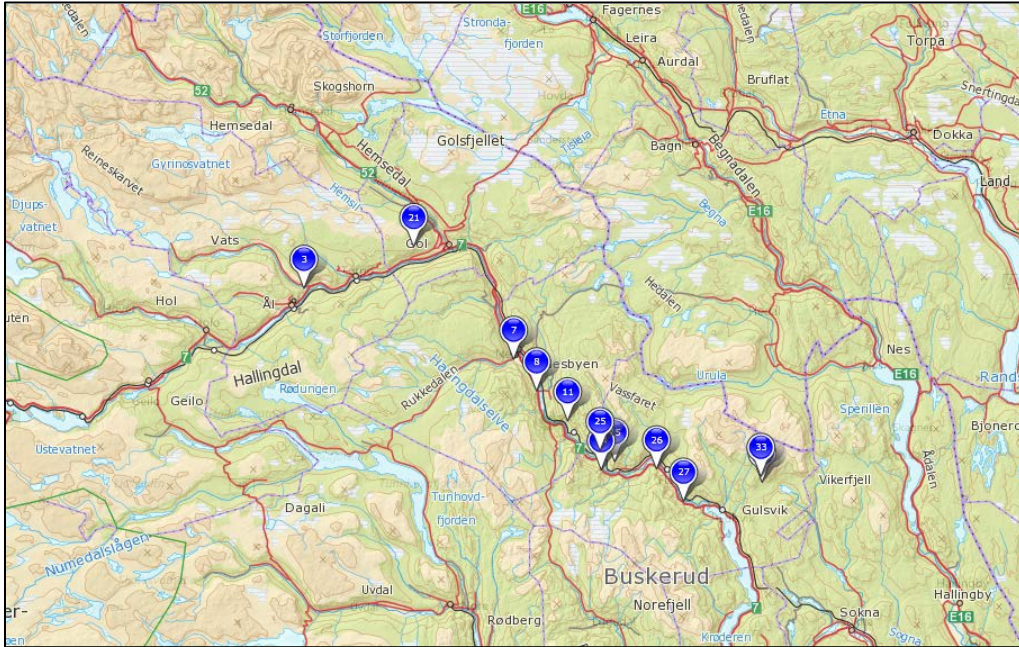
Figur 4. Observasjonsposter med bilder av gaupe i Region 4 vinteren 2010/2011. Observasjonsposter med bilder av sannsynlige familiegrupper er ringet inn.



Figur 5. Observasjonsposter med bilder av gaupe i Region 4 vinteren 2011/2012. Observasjonsposter med bilder av sannsynlige familiegrupper er ringet inn.

Minimum antall gauper i Hallingdal sommeren 2011

Vi fikk 21 bilder av gauper i Hallingdal, og kunne identifisere 5 ulike gauper, 2 hanngauper, 2 hunngauper og en unge. 2 bilder av gauper lot seg ikke identifisere.



Figur 6. Observasjonsposter med bilder av gaupe i Hallingdal sommeren 2011.

Fangst – gjenfangst analyser – Region 4

2010/2011

For periode 1 hadde vi 47 aktive kamerastasjoner over 50 dager. Dette ga 2350 felledøgn, 12 bilder av 8 individer med en gjenfangstrate på 0,5. For periode 2 hadde vi 42 aktive kamerastasjoner over 75 dager. Dette ga 3150 felledøgn, 15 bilder av 7 individer med en gjenfangstrate på ca. 1,43 pr individ. For periode 3 hadde vi 23 aktive kamerastasjoner over 100 dager. Dette ga 2300 felledøgn, 10 bilder av 6 individer med en gjenfangstrate på ca 0,67 pr individ. Alle perioder ble estimert med modell $m(o)$.

Periode 1 ga et estimat på 11 gauper [9 til 26 95 % C.I.]. Fangstsannsynlighet pr. individ, pr. *sampling-occasion* ble estimert til 0,1052. For periode 2 fikk vi bestandsestimat på 7 [7 til 14]. Fangssannsynlighet pr. individ, pr. *sampling-occasion*, var 0,1366. Periode 3 ga et bestandsestimat på 8 [7 til 18]. Estimert fangstsannsynlighet pr. individ, pr. *sampling-occasion* ble 0,0668. *Closure testene* for samtlige perioder tilsier at antagelsen om en lukket bestand er møtt. Alle perioder ble estimert med M_0 .

Tabell 3: Tabellen viser resultater fra CAPTURE med dato for forsøksperiode, antall *sampling occasions*, antall kamerastasjoner, antall dager for hver periode, antall bilder og antall individer, antall fellenetter, samt gjenfangstsannsynlighet pr individ, og til slutt bestandsestimat [konfidensintervall] og total fangstsannsynlighet pr individ.

Periode	Antall <i>sampling occasions</i>	Antall dager	Kamera stasjoner	Antall bilder	Antall individer fanget	Antall felledøgn	Gjenfangstrate	Bestands estimat +/- 95 % CI	Fangst Sannsynlighet pr. individ pr. <i>sampling occasion</i>
10.1.2011-28.2.2011	10	50	47	12	8	2350	0,5	11 [9-26]	0,1052
16.12.2010-28.2.2011	15	75	42	15	7	3150	1,43	7 [7-14]	0,1366
21.11.2010-28.2.2011	20	100	23	10	6	2300	0,67	8 [7-18]	0,0668

Tabell 5-7 i Appendiks 2 viser verdier for egnethet (*goodness of fit*) for de ulike modellene CAPTURE bruker for å estimere bestanden. CAPTURE velger M_0 for periode 1 og 3, henholdsvis 10 og 20 *sampling-occasions*. M_h ble anbefalt for periode 2 (15 *sampling-occasions*), men jeg har valgt å kjøre M_0 ettersom det er små marginer som skiller, og M_0 allerede var valgt for de to andre periodene. Jeg har valgt å gjøre det slik for å tilrettelegge for en enklere sammenligning av resultater.

2011/2012

For periode 1 hadde vi 37 aktive kamerastasjoner over 50 dager, med 1850 felledøgn, 3 bilder av 2 individer med en gjenfangstrate på 0,5. For periode 2 hadde vi 36 aktive kamerastasjoner over 75 dager, med 2700 felledøgn, 5 bilder av 4 individer og en gjenfangstrate på 0,25. For periode 3 hadde vi 34 aktive kamerastasjoner over 100 dager, med 3400 felledøgn, 9 bilder av 4 individer og en gjenfangstrate på 1,25. Alle perioder ble estimert med modell M_o .

Periode 1 ga et estimat på 2 gauper [2 til 2 95 % C.I.]. Fangstsannsynlighet pr individ, pr *sampling-occasion*, ble estimert til 0,1500. Periode 2 gav bestandsestimat på 8 [5 til 34], med en fangssannsynlighet pr. individ, pr. *sampling-occasion* på 0,0426. For periode 3 ble bestandsestimatet på 4 [4 til 4], og en fangstsannsynlighet pr. individ, pr. *sampling-occasion* på 0,1125. *Closure testene* bekreftet at forutsetning om lukket bestand var møtt for samtlige perioder.

Tabell 4: Tabellen viser resultater fra CAPTURE med dato for forsøksperiode, antall *sampling occasions*, antall kamerastasjoner, antall dager for hver periode, antall bilder og antall individer, antall fellenetter, samt gjenfangstsannsynlighet pr individ, og til slutt bestandsestimat [konfidensintervall] og total fangstsannsynlighet pr individ.

Periode	Antall <i>sampling occasions</i>	Antall dager	Kamera stasjoner	Antall bilder	Antall individer fanget	Antall felledøgn	Gjenfangstrate	Bestands estimat +/- 95 % CI	Fangst sannsynlighet pr. individ pr. <i>sampling occasion</i>
10.1.2012-28.2.2012	10	50	37	3	2	1850	0,5	2 [2-2]	0,1500
16.12.2011-28.2.2012	15	75	36	5	4	2700	0,25	8 [5-34]	0,0426
21.11.2011-28.2.2012	20	100	34	9	4	3400	1,25	4 [4-4]	0,1125

Tabell 8-10 i Appendiks 3, viser *goodness of fit* alle periodene, på henholdsvis 10, 15 og 20 *sampling occasions*. Programmet CAPTURE beregner M_{bh} som beste modell for periode 1 (10 *sampling occasions*), og M_o for periode 2 og 3 (henholdsvis 15 og 20 *sampling occasions*). Jeg valgte imidlertid her også å kjøre M_o for alle tre periodene, ettersom M_{bh} sannsynligvis var feilvalgt pga lite datagrunnlag (2 fangede individer). M_o ble også her valgt for å tilrettelegge for en sammenligning av resultater.

Diskusjon

Jeg har i to studieområder evaluert tre forskjellige metoder for overvåking av gaupebestander basert på kamerafeller: telling av familiegrupper, telling av minimum antall gauper, og bestandsestimering basert på CMR-statistikk. Telling av familiegrupper var bare mulig for studieområdet innenfor region 4, ettersom kamerafellene i Hallingdal kun var aktive på sommerstid da gaupeungene er lite aktive. Resultatene fra region 4 viste bilder av 2 forskjellige familiegrupper i begge feltsesongene (vinteren 2010/2011 og 2011/2012). To av tre registrerte familiegrupper fra Rovdata, innenfor vårt studieområde i region 4, ble registrert i våre kamerafeller første vinteren. Neste vinter ble to av to registrerte familiegrupper fra Rovdata, registrert i våre data fra kamerafeller.

Minimum antall gauper ble registrert i begge studieområder. I Hallingdal ble 5 forskjellige gauper fotografert. I region 4 fikk vi 11 bilder av gaupe (inkludert unger) vinteren 2010\2011, og 8 bilder av gaupe (inkludert unger) vinteren 2011\2012. Dette kan tyde på en nedgang i bestanden, et inntrykk som forsterkes av å se på trenden i gaupebestanden for Norge totalt (Brøseth og Tovmo 2012). Ifølge Rovbase (2012) ble det skutt 4 gauper i kvotejakta innenfor region 4 i denne perioden.

Vi ser av dette at metoden har potensial som en indeks og for registrering av familiegrupper. Det presiseres likevel at gjenkjenning på individnivå er kritisk, og at en relativt stor andel av bildene var av ikke identifiserte individer. Det var imidlertid gode resultater fra Hallingdal. Kun 2 av 21 bilder lot seg ikke identifisere (9,51 %). For region 4, 2010\2011 var det ikke mulig å identifisere gaupeindivider på 26,2 % av bildene. For vinteren 2011\2012, samme område var det ikke mulig å identifisere gaupeindivider på 27,8 % av bildene. Dette viser at mye fremdeles kan gjøres for å forbedre datagrunnlaget ved å øke antall gjenkjente individer. Det ble lagt mye arbeid i identifiseringen, men det er vanskelig på grunn av at gaupene ofte har svake markeringer i pelsen. Som en følge av dette bør man forsøke så langt som mulig å øke kvaliteten på bildene som blir tatt. Hvilke kameratype man bruker kan spille en stor rolle for bildekvalitet. Kelly & Holub (2008) undersøkte ulike kameratyper, og konkluderte med at Reconyx ga flest antall bilder pr fellenatt og at det var eneste kameratype uten teknisk svikt. Det var likevel mindre forskjeller mellom kameratyper hvis det bare var for større pattedyr som f.eks. vaskebjørn (*Procyon lotor*) eller rødgaupe (*Lynx rufus*). Reconyx ga derimot dårligere bildekvalitet og gjorde identifiseringsarbeid noe vanskeligere. Jeg anbefaler derfor at man ser nøye på hvilke kameratyper som blir valgt for denne typen bestandsovervåking.

En forbedret individgjenkjenning har også betydning for påliteligheten til resultatene knyttet til CMR statistikken. Enkelte av resultatene fra denne undersøkelsen bygger på et lite antall gjenkjente og gjenfangede individer. Resultatene viser derfor et stort sprik i bestandsestimater med varierende og høye konfidensintervaller. For vinteren 2011\2012 var antallet fangster og gjenfangster spesielt lavt, og som følge av dette har jeg valgt å fokusere på resultatene fra vinteren 2010\2011 i den videre metodeevalueringen. Ettersom konfidensintervallet ikke presenteres med desimaler, vil det kunne se ut som det ikke går under eller over selve estimatet i enkelte tilfeller.

Bestandsestimatet for perioden på 50 dager var 11 [9 til 26 95 % C.I.]. For perioden på 75 dager var estimatet 7 [7 til 14], og for perioden på 100 dager var estimatet på 8 [7 til 18]. Vi ser at estimatene fra alle periodene har relativt høy usikkerhet, men at perioden på 75 dager hadde noe høyere presisjon (les: minst konfidensintervall). Denne perioden hadde det høyeste antall felledøgn, høyest antall gaupebilder og høyest gjenfangstrate. Fangstsannsynligheten pr. individ pr. *sampling-occasion* for de tre periodene er på henholdsvis 0,1052 (50 dager), 0,1366 (75 dager) og 0,0668 (100 dager). Ifølge litteraturstudiet til Foster & Harmsen (2012) ligger gjennomsnittlig fangstsannsynlighet pr. individ pr. *sampling-occasion* på 0,13 for 32 forskjellige kamerafelleundersøkelser, og spenner fra 0,02 til 0,79. Dette viser at fangstsannsynligheten i vår studie ligger nært gjennomsnittet for publiserte studier, men at vi ligger et godt stykke under det høyere sjiktet av beregnet fangstsannsynlighet.

For å øke gjenfangstraten kan man øke tettheten av kamerastasjoner innenfor studieområdet. Dette kan bidra til mindre konfidensintervall og sikrere estimat. Om man i tillegg øker størrelsen på studieområdet, vil man kunne fange opp flere gauper, som igjen gir et bedre datagrunnlag for CMR statistikk. Disse forslagene vil også kunne slå positivt ut på resultater for registrering av minimum antall familiegrupper, så vel som for registrering av minimum antall individer i bestanden. Videre vil en kunne øke antall felledøgn ved å øke lengden på studieperioden (viktig at alle kamerastasjoner blir aktive innenfor et lite tidsrom). Velger man å forlenge studieperioden er det viktig å være klar over at dette kan føre til et brudd på forutsetningen om en lukket bestand.

Jeg nevner flere punkter ovenfor om hvordan man kan forbedre resultatene ved å øke tetthet av kamerastasjoner, utvide studieområdet, og forlenge perioden på studiet. Om dette skal gi uttelling må man finne gode lokaliteter for kamerastasjonene. For å oppnå dette, er man

avhengig av samarbeid med lokal befolkning og deres lokalkunnskap. Det er svært viktig at disse får informasjon tilbake, f. eks i form av bilder (<http://viltkamera.nina.no/>) og muntlige tilbakemeldinger. Om man unnlater å gi tilbakemelding på tips om observasjoner er det godt mulig at man ikke får beskjed neste gang.

Det er også verdt å nevne at CAPTURE kun genererer et *bestandsestimat*. For å estimere *bestandstettheten* er det nødvendig å etablere en størrelse på forsøksområdet så nøyaktig som mulig. Ettersom dyr som *fanges* i forsøksområdet ikke nødvendigvis holder seg innenfor selve studieområdet, blir det nødvendig å definere hvor stort areal man egentlig undersøker. Selv om kamerastasjonene står utplassert over et visst område, må man justere størrelsen på det faktiske studieområdet opp for å ta høyde for individer med leveområde delvis utenfor studieområdet (Otis m. fl. 1978, Jackson m.fl. 2005, Silver 2004 og Karanth & Nichols 1998). Jeg har bevisst valgt å ikke gjøre dette, ettersom de estimater vi har fått er såpass usikre, og et tetthetsestimat for området ville blitt upålitelig. Jeg går derfor heller ikke nærmere inn på dette.

Vi undersøker denne metoden i forbindelse med tallfesting av gaupe, men det finnes også andre argumenter som taler for at man også i fremtiden burde drive med kamerafellettaksering av gaupe i Norge. Ifølge Andersen m.fl. (2005) vil det være en overlapp langs kanten av gauperevir, og disse ofte besøkte kontaktsonene er kilde til usikkerhet og påstander om lokalt høye tettheter av gaupe. Ved kamerafellettaksering kan slike feilkilder potensielt elimineres ved at individer skilles fra hverandre ved å studere prikkemønster på gaupene. Det er også tenkelig at man kan bruke kamerafeller til å si noe om spredningsatferd, etableringsmønster og reproduksjonsrate.

Min konklusjon er at kamerafeller som metode for bestandsovervåkning kan bidra til registrering av familiegrupper, og minimum antall individer totalt, samt fungere som en *relativ indeks* fra år til år, eventuelt som alternativ metode for snøfattige områder eller områder med usikre snøforhold. Resultatene fra CMR statistikken derimot, virker i første omgang upålitelige, og resultatene fra min analyse egner seg dårlig til å gi et godt estimat som er sammenlignbare fra sesong til sesong. For videre undersøkelse av mulighet til å bruke CMR statistikk for estimering av bestand, anbefales det i tillegg til punktene jeg har nevnt ovenfor, at man har klart for seg hvor man vil plassere *samtlig*e kamerastasjoner før man setter i gang, og at disse settes ut i god tid før selve forsøksperioden begynner.

Referanser

Andersen, R., Odden J., Linnell, J. D. C., Herfindal, I., Panzacchi, M., Høgseth, Ø., Gangås, L., Brøseth, H., Solberg, E., J., Hjeljord, O. (2005) – *Gaupe og rådyr i Sørøst-Norge, Oversikt over gjennomførte aktiviteter 1995-2004* – NINA Rapport 29. 43 s. Trondheim, april 2005

Brøseth, H., Linnell, J. D. C., Odden, J. (2003). - *Minimum antall familiegrupper, bestands-estimat og bestandsutvikling for gaupe i Norge i perioden 1996-2000*. NINA-oppdagsmelding 777 29 s. Trondheim, april 2003

Brøseth, H., & Tovmo, M. (2010) - *Gauperegistrering i utvalgte fylker* – NINA Rapport 590, 25 s. Trondheim, juni 2010

Brøseth, H. & Tovmo, M. (2012). –*Antall familiegrupper, bestandsestimat og bestandsutvikling for gaupe i Norge i 2012* – NINA rapport 859. 23 s. Trondheim, 2012

Breitenmoser, U., Breitenmoser-würsten, C., Ryser, A. & Weber, J. M. (2006) - *Guidelines for the Monitoring of Lynx*, Nature, March 33, (2006)

De Bondi, N., White, J. G., Stevens, M. & Cooke, R. (2010) – *A comparison of the effectiveness of camera trapping and live trapping for sampling terrestrial small-mammal communities* – Wildlife Research, Vol. 37, Issue 6, Pages 456-465, 2010

Guil, F., Sandra, A., Nuria, El-Khadir., Mariana, F. O., Juan, F., Francisco, G. D., Paloma, G., Gregorio, G., Jaime, M. I., Javier, O., Fernando, S. (2010) – *Factors condition the camera-trapping efficiency for the Iberian lynx (Lynx pardinus)* – European Journal of Wildlife Research, Vol. 56, Issue 4, Pages 633-640, August, 2010

Foster, R. J., & Harmsen, B. J. (2012). - *A critique of density estimation from camera-trap data*. The Journal of Wildlife Management, Vol. 76, Issue 2, pp. 224-236. (2012)

Heilbrun, R. D., Silvy, N. J., Tewes, M. E., & Peterson, M. J. (2003) – *Using automatically triggered cameras to individually identify bobcats*. - Wildlife Society Bulletin No. 3 pp. 748-755 (autumn 2003)

Jackson, R. M., Jerry, D. R., Rinchen, W., & Hunter, D. O. (2005) - *Surveying Snow Leopard Populations with Emphasis on Camera Trapping,- A Handbook*. - The Snow Leopard Conservancy, California (73 sider) www.snowleopardconservancy.org

Karanth, K.U. & Nichols, J.D. (1998) – *Estimation of tiger densities in India using photographic captures and recaptures*. Ecology Vol. 79, Issue 8 - 1998, pp. 2852–2862

Karant, K. U., Chundawat, R. S., Nichols, J. D., Kumar, N.S. (2004) - Estimation of tiger densities in the tropical dry forests of Panna, Central India, using photographic capture–recapture sampling - Animal Conservation **Vol. 7, Issue 3**, pp. 285–290, August 2004

Kelly, M. J. & Holub, E. L. (2008) – *Camera Trapping of Carnivores: Trap success Among Camera Types and Across Species, and Habitat Selection by Species, on Salt Pond Mountain, Giles County, Virginia* – Northeastern Naturalist Vol. 15, Issue 2 - 2008 pp 249-262

Linnell, J.D.C., Odden, J., Andrén, H., Liberg, O., Andersen, R., Moa, P., Kvam, T., Brøseth, H., Segerström, P., Ahlqvist, P., Schmidt, K., Jedrzejewski, W. & Okarma, H. (2007a) - *Distance rules for minimum counts of Eurasian lynx Lynx lynx family groups under different ecological conditions*. - Wildl. Biol. 13(4): 447-455.

Linnell, J. D. C., Fiske, P., Herfindal, I., Odden, J., Brøseth, H. & Andersen, R. (2007b) - *An evaluation of structured snow-track surveys to monitor Eurasian lynx Lynx lynx populations*. - Wildlife Biology Vol. 13, Issue 4, pp 456-466.

Linnell, J.D.C., Brøseth, H., Odden, J. & Nilsen, E.B. (2010) - *Sustainably harvesting a large carnivore? Development of Eurasian lynx populations in Norway during 160 years of shifting policy*. - Environmental Management. Vol. 45, Issue 5, pp. 1142–1154.

Met.no¹ (2012) - *Klimastatistikk for Norge*. Lastet ned 9.5.2012
<http://met.no/Klima/Klimastatistikk/Klimanormaler/Temperatur/>

Odden, J., Linnell, D. C., Fosslund, P. M., Herfindal, I., Kvam, K., Andersen, R. (2002) – *Lynx depredation on domestic sheep in Norway*. The Journal of wildlife management, Vol. 66, No. 1 pp. 98-105 (Jan., 2002)

Odden, J., Linnell, J. D. C., & Andersen, R. (2006) - *Diet of Eurasian lynx, Lynx lynx, in the boreal forest of southeastern Norway: the relative importance of livestock and hares at low roe deer density*. European Journal of Wildlife Research Vol. 52, Issue 4, pp. 237-244. (Jul 2006)

Odden J., Herfindal, I., Linnell, J. D. C., & Andersen, R. (2008) – *Vulnerability of domestic sheep to lynx depredation in relation to roe-deer density*. Natural history Vol. 72, Issue 1, pp. 276–282 (2008)

Odden, J., Nilsen, E. B., Brøseth, H., Andréén, H. & Linnell, J. D. C. (2011) - *Prognosemodell for bestanden av gaupe i Norge*. NINA Rapport 774. 26 s. Trondheim, November 2011

Otis, D. L., Burnham, K. P., White, G. C. & Anderson, D. R. (1978) – *Statistical inference from capture data on closed animal populations*. Wildlife Monograph No. 62 pp. 3-135 (Oct. 1978)

Rovabase (2012) – *Rovabase 3.0* – Lastet ned 25.mai 2012

<http://dnweb13.dirnat.no/Rovabase30Innsyn/Contentpages/InnsynForsiden.aspx>

Saramento, P., Cruz, J., Eira, C., Fonseca, C. (2009) – *Evaluation of Camera Trapping for Estimating Red Fox Abundance*. Journal of Wildlife Management, Vol. 73, Issue 7, pp. 1207-1212 (sep 2009)

Scandlynx (2010^a) - *Kan viltkameraer benyttes til å registrere gaupefamilier?* Lastet ned 1. Desember 2010 <http://scandlynx.nina.no/Aktuelt/Artikkel/tabid/1973/ArticleId/1008/Kan-viltkameraer-benytted-til-a-registrere-gaupefamilier.aspx>

Scandlynx (2010^b) - *Viltkamera i Oslo, Akershus og Østfold*, Lastet ned 5. Desember 2010 <http://scandlynx.nina.no/SCANDLYNXforskning/ViltkameraiOsloAkershusog%C3%98stfold.aspx>

Silver, S. (2004). - *Assessing jaguar abundance using remotely triggered cameras*, Wildlife Conservation Society, December, 2004

Solberg, E. J., Brainerd, S. M., Swenson, J., Sand, H., Linnell, J., Andersen, R., Odden, J., Brøseth, H., Strand, O. & Wabakken, P. (2003) - *Store rovdyrs innvirkning på hjorteviltet i Norge : Økologiske prosesser og konsekvenser for jaktuttak og jaktutøvelse*, NINA Fagrapport 63, 75 s. Trondheim, januar 2003

White, G. C., Anderson, D. R., Burnham, K. P. & Otis, D., L. (1982). – *Capture-recapture and removal methods for sampling closed populations*, Los Alamos National Laboratory, LA 8787-NERP, Los Alamos, New Mexico. 235 sider (1982).

Herfindal, I., Linnell, J. D. C., Odden, J., Nilsen, E. B., & Andersen, R. (2005). - *Prey density, environmental productivity and home-range size in the Eurasian lynx (Lynx lynx)*. Journal of Zoology, Vol. 265, Issue 1, pp. 63-71 (2005)

Weingarh, K., Bufka, L., Daniszova, K., Knauer, F., Šustr, P & Heurich M. (2011) - *Grenzüberschreitendes Fotofallenmonitoring - wie zählt man Luchse?* - Václav Hraba, Grafisches Atelier H, GmbH, Prag, Mai 2011

APPENDIX 1

X matrisen nedenfor viser fangststatistikk for ulike individer over en periode på 50 dager. Silver (2004) beskriver i detalj hvordan man går frem for å lage x-matriser og *TASK cards* for programmet CAPTURE. Kort fortalt informerer man programmet hvor mange *sampling-occasions* x-matrisen inneholder, hvilket format datasettet kommer i, samt hvilke oppgaver programmet skal utføre. Hver kolonne representerer 5 dager, hvor 0 står for ingen fangst, og 1 står for fangst. Radene er merket A til I som er ID for gaupene vi har ”fanget”.

```
title='Lynx lynx populasjons estimat 2010 2011'
```

```
task read captures occasions=10 x matrix
```

```
format='(1x, a1, 7x, 10 f1.0)'
```

```
read input data
```

A	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
B	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
C	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
D	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0
G	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0
H	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
I	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0

```
task closure test
```

```
task model selection
```

```
task population estimate ALL
```

```
task population estimate APPROPRIATE
```

Gaupe ID

Sampling
occasion
uten fangst

Sampling
occasion med
fangst/gjenfangst

Figur 7. X-matrise for periode på 50 dager. Silver (2004), White m. fl. (1982)

APPENDIX 2

Tabell 5, 6 og 7 gir verdier for *egnethet* (eng: *goodness of fit* (White, 1982)) for de ulike modellene for tre perioder. Størst verdi angir best egnethet. Ut ifra tabellene ser vi at CAPTURE beregner M_o for periode 1 og 3 (tabell 5 og 7), og M_h for periode 2 (tabell 6).

Tabell 5: Modell for valgkriterier ihht. programmet CAPTURE (White, 1982) for 10 *sampling-occasions*.

Modell	M(o)	M(h)	M(b)	M(bh)	M(t)	M(th)	M(tb)	M(tbh)
Kriterie	1,00	0,97	0,42	0,66	0,00	0,36	0,47	0,71

Tabell 6: Modell for valgkriterier ihht. programmet CAPTURE (White, 1982) for 15 *sampling-occasions*.

Modell	M(o)	M(h)	M(b)	M(bh)	M(t)	M(th)	M(tb)	M(tbh)
Kriterie	0,97	1,00	0,37	0,55	0,00	0,25	0,51	0,58

Tabell 7: Modell for valgkriterier ihht. programmet CAPTURE (White, 1982) for 20 *sampling-occasions*.

Modell	M(o)	M(h)	M(b)	M(bh)	M(t)	M(th)	M(tb)	M(tbh)
Kriterie	1,00	0,83	0,31	0,57	0,00	0,34	0,31	0,64

APPENDIX 3

Tabell 8, 9 og 10 viser *goodness of fit* for de ulike modellene for tre perioder. Størst verdi angir best egnethet. Ut ifra tabellene ser vi at CAPTURE beregner M_o for periode 2 og 3 (tabell 9 og 10), og M_{bh} for periode 1 (tabell 8).

Tabell 8: Modell for valgkriterier iht. programmet CAPTURE (White, 1982) for 10 *sampling-occasions*.

Modell	M(o)	M(h)	M(b)	M(bh)	M(t)	M(th)	M(tb)	M(tbh)
Kriterie	0,83	0,78	0,74	1,00	0,00	0,54	0,55	0,94

Tabell 9: Modell for valgkriterier iht. programmet CAPTURE (White, 1982) for 15 *sampling-occasions*.

Modell	M(o)	M(h)	M(b)	M(bh)	M(t)	M(th)	M(tb)	M(tbh)
Kriterie	1,00	0,87	0,65	0,95	0,00	0,54	0,48	0,93

Tabell 10: Modell for valgkriterier iht. programmet CAPTURE (White, 1982) for 20 *sampling-occasions*.

Modell	M(o)	M(h)	M(b)	M(bh)	M(t)	M(th)	M(tb)	M(tbh)
Kriterie	1,00	0,90	0,67	0,96	0,00	0,53	0,51	0,94