

ELGENS BRUK AV ROMERIKSSLETTA I FORHOLD TIL BEITER OG AVSTAND TIL VEI

MOOSE (*Alces Alces*) USAGE OF ROMERIKSSLETTA IN RELATION TO FORAGE AVAILABILITY AND DISTANCE TO ROADS

JO TRYGVE LYNGVED

UNIVERSITETET FOR MILJØ- OG BIOVITENSKAP
INSTITUTT FOR NATURFORVALTNING
MASTEROPPGAVE 30 STP. 2010



Forord

Denne masteroppgaven markerer avslutningen på min femårige utdannelse ved Universitetet for miljø- og biovitenskap (UMB). Dette har vært interessante og svært lærerike år, både på den faglige og sosiale fronten. Oppgaven er på 30 studiepoeng og tar for seg Romerikselgens beitevalg og områdebruk i det viktige beiteområdet på og omkring Romerikssletta.

Arbeidet med denne oppgaven har vært en lang, krevende og spennende prosess. I den anledning ønsker jeg å takke de som har bidratt til at oppgaven har tatt form og blitt et ferdig produkt. Først vil jeg rette en stor takk til hovedveileder Olav Hjeljord (førsteamanuensis UMB) for utmerket og kyndig veiledning, og et godt samarbeid gjennom hele prosessen. Jeg vil også rette en stor takk til medveileder Katrine Eldegard (post doktor UMB) for uvurderlig hjelp med statistikk. Takk til mine medstudenter Victoria Kristiansen og Guro Strætkvern for samarbeidet i feltperioden, og Lars Østby Hemsing for god hjelp med GIS. Takk også til Kari for lesing av korrektur og all omtanke. Statens vegvesen har stått for finansieringen av feltarbeidet.

Takk også til: Ronny Steen (stipendiat UMB), Bjørn Iuell (tidligere sjefsingeniør statens vegvesen) Siri Guldseth (senioringeniør statens vegvesen), Frode Bye (overingeniør statens vegvesen), Ole Roer (Faun Naturforvaltning), Eivind Engh (skogbruksjef Nannestad kommune), Ole Kristian Egge (utmarksforvalter Mathiesen Eidsvold Værk), Asle Stokkereit (viltforvalter Fylkesmannen i Oslo og Akershus) og Espen Asakskogen (Akershus jeger- og fiskerforening).

En siste takk går til venner og medstudenter som har bidratt til fem opplevelsesrike studieår her på Ås.

Universitetet for miljø- og biovitenskap

Ås, mai 2010

Jo Trygve Lyngved

Sammendrag

Elgbestanden i Norge og presset på utmarksarealene har økt i takt de siste 50 årene. Menneskeskapt infrastruktur fører til habitatfragmentering, tap av leveområder, barrierevirkninger og økt faunadødelighet. Jeg studerte 24 GPS-merka elger (*Alces alces*) i forhold til beitevalg, trekk og områdebruk på Øvre Romerike gjennom vinter, vår og sommer 2009. Romerikssletta på Øvre Romerike er viktig for elgbestanden i regionen, og fungerer som vinterbeiteområde for mange hundre elger som årlig kommer trekkende fra de høyereliggende skogtraktene i vest og nord. Romerikssletta er også i stor grad påvirket av menneskelig aktivitet, med bebyggelse og et tett nettverk av infrastruktur.

Romerikssletta fungerer både som helårsområde for stasjonær elg, og vinterområde for trekkende elg. Trekkelgene beveger seg fra tilsynelatende frodigere beiter på Romerikssletta til et dårligere beitetilbud på sommerbeitene i vest og nord. Beitegraden (andel beita av totalt antall registrerte beitetrær) av de ulike beitetrærne varierer ikke mellom vinter-, vår- og sommerbeite, noe som kan tyde på at beitepresset er relativt høyt i studieområdet. Resultatene kan også tyde på at høyereliggende sommerområder fungerer som vinterområde for elg som oppholder seg der i vinterhalvåret. På Romerikssletta blir områder i umiddelbar nærhet til vei generelt unngått av elg, spesielt er ku med kalv mindre villige til å bruke områder nær fylkes- og riksveier enn okser og ku uten kalv. Elgene beiter i gjennomsnitt ca. 500 meter fra veinettet (fylkes- og riksvei) på Romerikssletta, signifikant lenger fra riksvei enn fylkesvei, og signifikant lenger fra veinettet om dagen enn om natta. I samme området viste forholdet mellom veitetthet innad i elgenes hjemmeområde og hjemmeområdestørrelse en svak, men ikke signifikant tendens til at størrelsen på hjemmeområdet avtok med økende tetthet av fylkes- og riksveier. Resultatene viser likevel at det er beitetilbudet som har en overordnet betydning for elgens valg av beiteområde. I et område som Romerikssletta, med stor menneskelig aktivitet, må man regne med at elgene i en viss grad og over tid tilvenner seg menneskelige forstyrrelser.

Menneskelig aktivitet og dens langsiktige påvirkning på dyrebestander og naturmiljø er et komplisert felt. Utfordringene er mange, og her er stort behov for økt fokus og ny viten.

Summary

The Norwegian moose population and the pressure on wildlife habitats have both increased over the past 50 years. Anthropogenic infrastructure causes habitat fragmentation, habitat loss, barrier effects and increased wildlife mortality. I studied 24 GPS-collared moose (*Alces alces*) in relation to roads, seasonal migration and habitat use in Øvre Romerike during winter, spring and summer of 2009. Romerikssletta, situated in Øvre Romerike, is an important area for the moose population in this region, and functions as winter range for several hundred moose that annually migrates from upland forest regions in the west and north. Romerikssletta is largely influenced by human activity, with buildings and a dense infrastructure network.

Romerikssletta functions both as a year-round range for stationary moose and as winter range for migrating moose. The results indicate that migratory moose leave fertile sites on Romerikssletta, and move to areas in the west and north offering lower forage availability. Proportion of trees browsed during winter does not vary between winter-, spring- and summer range, which may indicate that browsing pressure is relatively high in the study area, and indicate that upland summer range also functions as winter range for some animals. Areas on Romerikssletta in close proximity to roads are generally avoided by moose. Especially cows with calves are less willing to use areas near the county roads and highways than bulls and cows without calves. Moose browse at an average of about 500 meters away from the roads (county and highway) on Romerikssletta, significantly farther from the highways than from the county roads and significantly farther away from the roads during the day than at night. The relationship between home range size and their proportion of roads showed a slight, but not significant tendency of decreasing home range size with increasing density of county roads and highways. Nevertheless, the results show that the forage offered is of superior importance for the use of Romerikssletta. Romerikssletta has a long history of human activity, and it is expected that moose to some extent and over time adapt to human interference and disturbance.

Human activities and their long-term impact on animal populations and the natural environment is a complicated issue. There are many challenges, and the need for greater focus and new knowledge is pressing.

Innhold

Forord.....	1
Sammendrag	2
Summary	3
1. Innledning	5
2. Studieområde og metodikk.....	8
2.1 Studieområdet	8
2.2 Metodikk.....	11
2.3 Feltregistreringer.....	11
2.4 Definisjoner	12
2.5 Statistikk og dataanalyse.....	13
3. Resultat.....	17
3.1 Elgens trekk og trekkavstand.....	17
3.2 Elgbeite – Romerikssletta mot åslandskapet	18
3.3 Elgens GPS-posisjoner og avstand til vei på Romerikssletta	20
3.4 Unnviker elgene områder nær vei?	20
3.5 Beitetilbud og avstand til vei i forhold til elgens valg av beiteplass	21
3.6 Hjemmeområdestørrelse og tetthet av veier	22
4. Diskusjon.....	23
4.1 Romeriksslettas betydning som regionalt elgbeite	23
4.2 Romerikssletta – elg, vei og beiter.....	25
5. Konklusjon	29
6. Litteratur.....	30
Vedlegg 1-9	

1. Innledning

Elgbestanden i Norge har gjennom de siste 50 årene hatt en formidabel vekst, fra 6 800 felte dyr i 1960 til nær 37 000 som et gjennomsnitt for det siste tiåret (Statistisk sentralbyrå 2009a). På samme tid har befolkningsøkning og vårt levevis gjort at presset på utmarksarealene har blitt større, der menneskelig aktivitet og båndlegging av arealer i sterk grad påvirker naturmiljøet og dyrebestander. Dette setter store krav til forvaltningen, og kunnskap om elgens (*Alces alces*) biologi, beiteøkologi, habitatvalg og atferd er nødvendig for å imøtekomme målet om en presis elgforvaltning. Formålet med denne oppgaven var å undersøke elgens beite, trekkatferd og områdebruk i forhold til store veianlegg.

Per 1. januar 2009 var det 93 247 km veier i Norge (Statistisk sentralbyrå 2009b), og med et stadig økende transportbehov kan vi forvente nybygging og utviding av det eksisterende veinettet. Dette setter press på natur- og kulturverdiene i landskapet, både i et kortsiktig og et langsiktig perspektiv. Vei og trafikk fører til tap av leveområder, habitatfragmentering, barriereeffekter, støy og forurensing, samt økt dødelighet (Forman & Alexander 1998, Spellerberg 1998, Seiler 2003, Iuell 2005, Olsson 2007, Solberg m.fl. 2009). Ved siden av det direkte arealforbruket vil økt tilgjengelighet, støy og forurensing påvirke også nærområdene og faunaen omkring veianlegg i større eller mindre grad (Iuell 2005). For elg og villrein (*Rangifer tarandus tarandus*) er det vist at deres naturlige trekk og områdebruk blir påvirket av menneskeskapt infrastruktur (Nellemann m.fl. 2003, Vistnes m.fl. 2004, Strand m.fl. 2006, Dussault m.fl. 2007, Olsson 2007, Lykkja m.fl. 2009). På grunn av det skjul skogen gir vil vi vente at et skogslevende dyr som elg er mer tolerant overfor menneskelig aktivitet enn villrein. Likevel er det grunn til å forvente at elgen vil unngå områder i umiddelbar nærhet til vei, på grunn av åpenhet, støy, trafikk og predatorer (mennesket) (Forman & Alexander 1998, Frid & Dill 2002).

Elgens områdebruk og beitevalg varierer gjennom året (Sæther m.fl. 1992). De fleste elgpopulasjoner inneholder trekkende og ikke-trekkende individ, og generelt går trekket fra høyereliggende sommerområder til lavereliggende vinterområder (Hjeljord 2001). Snømengde i de høyereliggende områdene er antatt å være en nøkkelfaktor for trekket (Sæther m.fl. 1992, Hjeljord 2001). Både i forhold til områdebruk og forstyrrelser har tidligere hjorteviltstudier påvist forskjeller i atferd mellom hanndyr og hunndyr (Cederlund & Sand 1994, Nellemann m.fl. 2000, Dussault m.fl. 2005, Lykkja m.fl. 2009). Spesielt for villrein i

Norge er det vist at simler med kalv holder seg lenger unna støykilder enn øvrige dyr (Nellemann m.fl. 2000, Vistnes & Nellemann 2001).

I beitevalg er elgen en generalist, og gjennom året beiter den et relativt bredt spekter av planter (bl.a. Bergström & Hjeljord 1987, Solbraa 1998). Rogn (*Sorbus aucuparia*), osp (*Populus tremula*) og vier/selje (*Salix spp.*) er høyprefererte arter, men siden disse beites fort ut er det bjørk (*Betula spp.*), furu (*Pinus sylvestris*) og ulike arter i feltsjiktet som utgjør hovedkomponentene i dietten (Hjeljord 2008). Samtidig er den relative betydningen av sommer- og vinterbeite ulik: grovt sett vil vinterbeitet avgjøre størrelsen på en elgbestand, mens sommerbeitet har størst betydning for vekst- og vektutvikling (Sæther m.fl. 1992, Hjeljord 2008).

På Øvre Romerike finner vi et av landets største og mest komplekse elgtrekk (Kastdalen 1996). Den snøfattige og lavtliggende Romerikssletta fungerer som vinterbeiteområde, i hovedsak for elg som kommer trekkende fra de høyereliggende skogtraktene i vest og nord (Kastdalen & Gundersen 2004). Romerikssletta må derfor betraktes som et særdeles viktig beiteområde for elgene i denne regionen. Om vinteren oppholder det seg 400-500 elg på sletta (Kastdalen 1996), noe som medfører at området innehar en meget tett elgbestand i vinterhalvåret. Romerikssletta er preget av menneskelig påvirkning, der Gardermoen Lufthavn, Gardermobanen og utbyggingen av E6 har stykket opp og redusert potensielle beitearealer for elgene i området. I tillegg er området preget av et nettverk av sterkt trafikkerte riks- og fylkesveier, samt både tett og spredt bebyggelse.

Denne oppgava er en del av 'Elgmerkeprosjektet i Akershus 2008-2013', hvor en av målsettingene er å undersøke elgenes arealbruk i forhold til infrastruktur. I forbindelse med prosjektet ble 25 elg på Øvre Romerike merka med GPS-halsbånd i februar 2009. Det er posisjoner fra disse dyra som ligger til grunn for undersøkelsen. Gjennom dette arbeidet har jeg forsøkt å belyse følgende spørsmål:

- Elgens sesongtrekk på Øvre Romerike. Hva skiller sommer- og vinterområdene?
- Romeriksslettas betydning som regionalt elgbeite. Hva kjennetegner beitene der?
- Betydningen av veier og beite for elgens bruk av Romerikssletta?

- Er elgens avstand til vei større på dagtid (mye trafikk) enn om natten (mindre trafikk), og er det forskjell i avstand fra fylkesvei (mindre trafikkert) og riksvei (mer trafikkert)?
- Unngår elgen områder nær vei, og er det kjønnsforskjeller i atferd?
- Påvirker veitettheten størrelsen på elgenes hjemmeområde?

2. Studieområde og metodikk

Elgens bruk av Romerikssletta i forhold til beiter, årstid, kjønn og avstand til vei ble studert ved hjelp av beiterregistrering i felt og bruk av GIS-verktøy. Oppgava er basert på geografiske posisjoner fra 25 GPS-merka elger (17 kyr og 8 okser), og elgene er merka gjennom 'Elgmerkeprosjektet i Akershus 2008 – 2013' (Roer 2009). Posisjonsdata er tilgjengelig gjennom NINA (Norsk institutt for naturforskning) sine websider. I perioden 12. februar – 1. mai registrerte GPS-senderne én posisjon per time, og i perioden 1. mai – 8. juli én posisjon per 2. time. Én elg mistet sitt GPS-halsbånd i slutten av mai og to andre halsbånd har ikke fungert tilfredsstillende. I de tilfellene der samme elg hadde overlappende områdebruk vinter, vår og sommer, ble ikke taksering av sommer-/vårbeite utført. Dette gir data for 24 elg i vinterperioden, og 22 elg for både vår- og sommerperioden (Vedlegg 1).

2.1 Studieområdet

I løpet av året benyttet elgene de seks kommunene Gran, Lunner Ullensaker, Hurdal, Eidsvoll og Nannestad (Euref 89: 60°8'N - 60°26'N, 10°43'Ø - 11°15'Ø)(Figur 1). Dette omfatter et område på ca. 546 km², og hovedtyngden av registreringene ble foretatt i de to sistnevnte kommunene (Vedlegg 2). Gardermoen Lufthavn, Gardermobanen, E6 i øst og Rv 35 over Romeriksåsen, samt en samling av flere mindre veier ligger sentralt i studieområdet (Figur 1). Topografien varierer betraktelig, og datainnsamlingen ble gjennomført i områder fra ca. 140 til 600 meter over havet.

Studieområdet kan grovt sett deles i to hoveddeler: over og under den marine grensa. I følge Kastdalen (1996) og Blindheim (2003) går denne grensa ved ca. 200 m.o.h., og det meste av jordbrukslandskapet på Øvre Romerike ligger under eller rett over den marine grensa (Kastdalen 1996). Under denne grensa og sentralt i studieområdet ligger Romerikssletta, et landskap som består av enorme løsmasseavsetninger av silt og leire som ble sedimentert i havet ved siste istid (Gaarder 2000, Blindheim 2003). Området har et særegent preg, og danner en mosaikk av landskapstyper med raviner, løvskog, barblandingsskog, jordbruksmark, tettbebyggelse og industriområder. De marine avleiringene gir vekstgrunnlag for en artsrik og frodig vegetasjon (Blindheim 2003). Dette ravinlandskapet kjennetegnes også av meanderende elver, plantefelt av gran (*Picea abies*) og store områder med løvskog som i all hovedsak er kommet opp etter et tidligere langt høyere beitepress på arealene (Blindheim 2003). Skogen under den marine grensa varierer likevel i areal og vekstforhold:

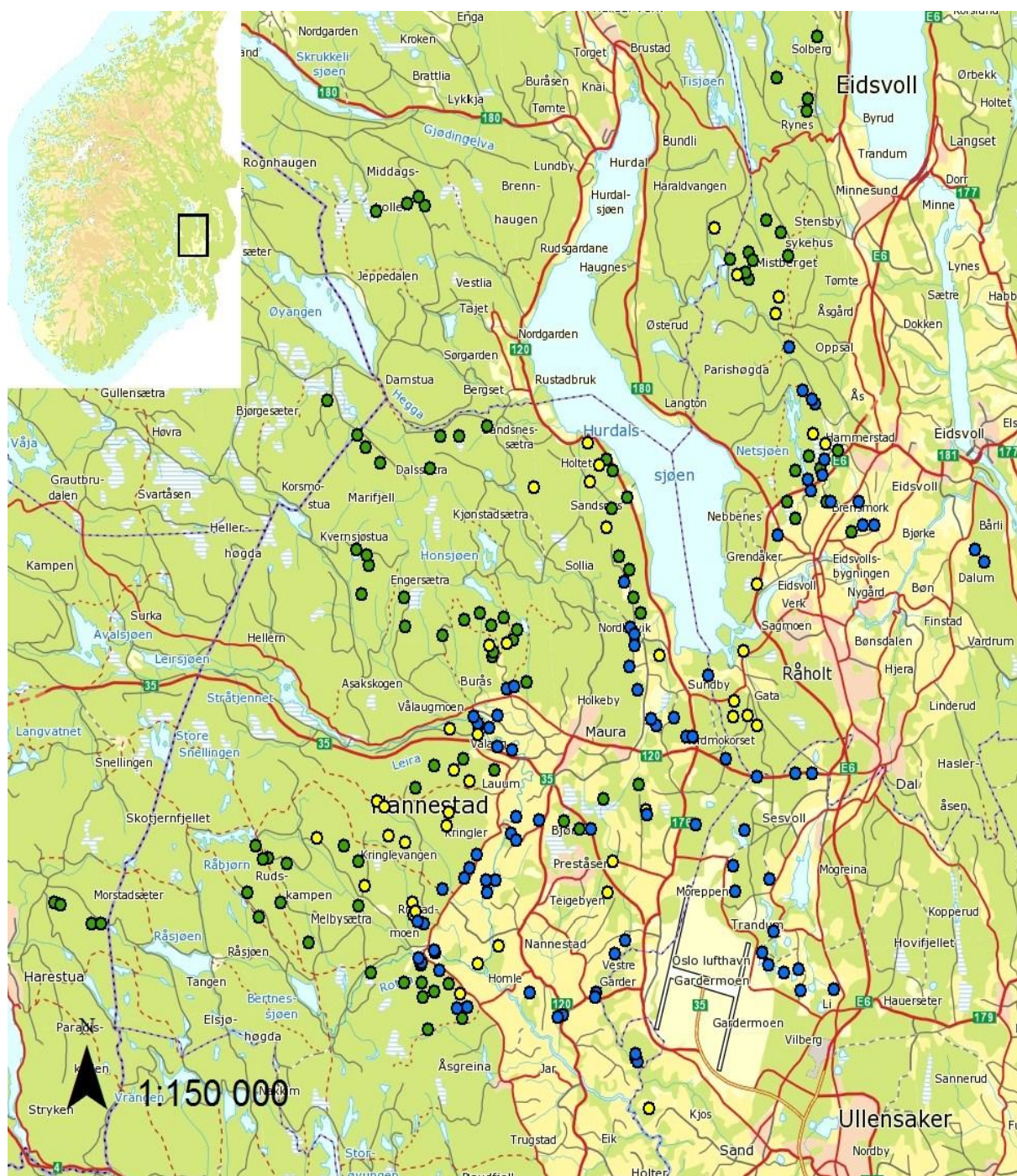
fra større uavbrutte partier til små flater på bare noen få dekar, og fra frodige områder med løvskog til fattigere partier med bærlyng – barblandingsskog og blåbærskog (Kastdalen & Gundersen 2004). I 1994 besto arealene på Romerikssletta av 45 % jordbruksland, 45 % skog, 6 % bebygde områder, 3 % vann og 1 % våtmark (Kastdalen 1996).

Over den marine grensa er naturgrunnlaget annerledes. Disse områdene er dominert av boreal barskog (Blindheim 2003), der gran er den dominerende arten i tresjiktet. Sammen med spredte innslag av furu på de skrinneste partiene danner dette skogkledde og kuperte åser med bærlyng- og blåbærgranskog. Arealene har i overveiende grad fattige jordbunnsforhold (Samdal og Wammer 1996), men som vist av Blindheim (2003) forekommer det likevel rikere områder med lågurt- og høgstaudeskoger.

Bruksmønsteret til elgene i området er i grove trekk kjent fra tidligere: elgtrekket går fra sommerområdene i åsene mot vest og nord, til vinterbeitene på Romerikssletta, antagelig et trekk med tusenårige tradisjoner (Kastdalen 1999). Snømengden i de høyereliggende sommerområdene er viktig for å forklare elgtrekket til vinterområdene på Romerikssletta (Kastdalen 1996). I de høyereliggende åsene mot vest og nord vil snøen komme tidligere og bli dypere på grunn av mer nedbør (Meteorologisk institutt 2009), samt at snødekket her vil ligge lenger utover våren. Årsnormalen for nedbør på Romerikssletta (Gardermoen målestasjon, 202 m.o.h.) er 862 mm, mens åsområdene (Jeppedalen målestasjon, 480 m.o.h.) får 1030 mm nedbør (Meteorologisk institutt 2009).

Elgstammen i studieområdet forvaltes av Øvre Romerike Elgregion (ØRE). På grunn av store bestander på midten av 1990-tallet, og dermed høyt beitetrykk, ble avskytingen økt for å redusere bestanden, og avskytingen nådde en topp i 2003 med 538 dyr (Daltorp 2009). Siden den gang har det vært en jevn nedgang i avskytingen, med 291 felte dyr i 2008. I følge Daltorp (2009) har 'sett elg per jegerdagsverk' blitt halvert siden 1998. I Nannestad kommune, hvor de fleste beiterregistreringene ble gjennomført, har den gjennomsnittlige elgtettheten de siste fem årene ligget på 1,63 elg/km² (basert på 'sett elg' fra Hjorteviltregisteret 2010). Tilsvarende tall for Eidsvoll er 1,79 elg/km². Elgtettheten på Romerikssletta vil på grunn av trekket inn til dette arealmessig begrensede området være betydelig høyere i vinterhalvåret enn disse verdiene tilsier. For denne elgregionen (ØRE) har det også vært gjennomført elgbeitetakster, en hovedtakst i 2003, med to oppfølgingstakster i 2005 og 2008 (Gangsei 2005; 2008). Takstene viser at beitepresset i regionen er betydelig

reduisert fra 2003 til 2008 (Gangsei 2008). Nannestad har 118,7 km med riks- og fylkesveier, dvs. en tetthet på 0,34 km/km².



Figur 1: Studieområdets lokalisering i Sør-Norge. Nederst i bildet ligger Gardermoen Lufthavn og Romerikssletta. Den marine grensa ligger som et markert skille i landskapet. Punktene viser hvor og for hvilken beiteperiode takseringene ble utført (Blå=vinter, Gul=vår, Grønn=sommer).

2.2 Metodikk

For å belyse Romeriksslettas betydning som regionalt elgbeiteområde, og for å vurdere beitetilbudet/beitekvaliteten som en komponent i elgens bruk av sletta, ble det foretatt feltregistreringer av beitetilbudet og beitetrykket i området. I de endelige analysene ble elgens områdebruk analysert i forhold til avstand til vei og kvalitet og tetthet av beiteplanter. Betydningen av veikategori (fylkesveier eller mer trafikkerte riksveier) ble også vurdert.

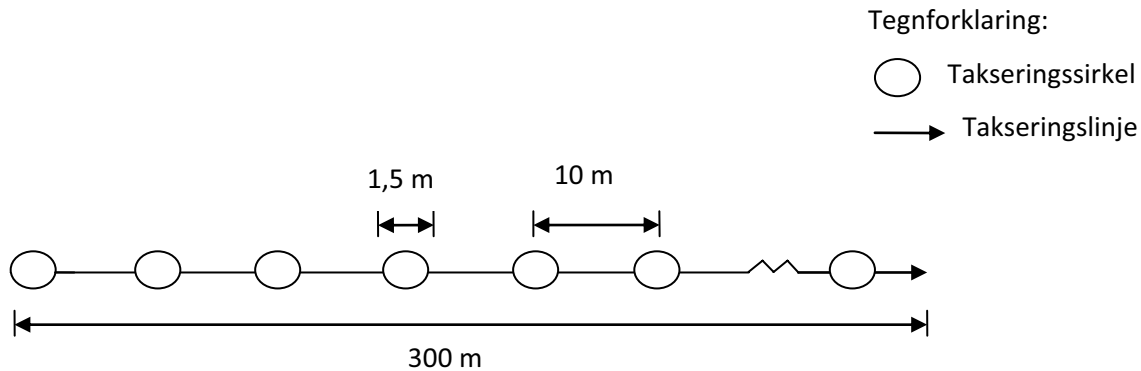
Elgens bruk av studieområdet ble analysert i tre perioder:

Vinter:	15. februar til 15. mars	(Vedlegg 3)
Vår:	15. april til 1. mai	(Vedlegg 4)
Sommer:	1. juni til 25. juni	(Vedlegg 5)

Ut fra tettheten av GPS-posisjoner, for hver elg og innen hver periode, ble det valgt to områder med høy bruksintensitet (høyprefererte linjer) og to områder med lav bruksintensitet (lavprefererte linjer). Takseringslinjen ble lagt sentralt gjennom hvert område. Områdene med høy bruksintensitet ble valgt ut subjektivt fra kart der GPS-posisjonene lå tette og dyrene derfor hadde oppholdt seg mye (Vedlegg 6). Deretter ble fire tilfeldige områder valgt, som bedømt subjektivt ut fra satellittbilder hadde samme kvalitet (skogtype) som områdene med høy bruksintensitet, men hvor dyrene bare hadde gått igjennom uten å stoppe opp. Av disse fire områdene ble de to lavprefererte linjene valgt tilfeldig ved loddtrekking, og senere undersøkt i felt sammen med områdene med høy bruksintensitet (Tabell 1). Resonnementet er at nærhet til vei kunne være en mulig forklaring på at områdene ikke ble brukt. Et alternativ ville være å legge ut tilfeldige punkter, men da ville man fått et stort antall områder som man allerede vet elgen ikke bruker (for eksempel tett, eldre skog).

2.3 Feltregistreringer

Feltarbeidet ble utført av tre personer i perioden 2. juni til 8. juli 2009. For hver av de fire takseringslinjene per elg og periode, registrerte vi beite innenfor prøveflater med 1,5 meter radius. Prøveflatene ble lagt ut regelmessig med 10 meters mellomrom langs et 300 meter langt transekt (linje) i hvert område (Figur 2). For hver linje noterte vi startposisjon (UTM) og elgidentitet (Vedlegg 7). På de 30 prøveflatene langs hvert transekt registrerte vi antall beita og ubeita trær av ulike arter, samt dekningsgrad i feltsjiktet (Tabell 2).



Figur 2: Skjematisk skisse av en beitetakseringslinje. I alt 30 sirkler per linje.

Som beitetrær registrerte vi trær med rotutspring innenfor takseringssirkelen og med potensielt beite (greiner, lauvverk) innenfor høydeintervallet 0,3 m - 3 m. Trær som vokste opp fra samme rot (rot- eller stubbeskudd) og med forgreiningspunkt >10 cm over bakken ble registrert som ett tre, mens de med forgreiningspunkt <10 cm over bakken ble regnet som to eller flere trær. For planter i feltsjiktet registrerte vi horisontal dekningsgrad. Beitemerker ble registrert på trær og busker som avklippet kvist (vinterbeite), og vinterbeite ble registrert for alle tre periodene.

Tabell 1: Oversikt over antall og kategori av takseringslinjer som ble beiteregistrert for de ulike periodene.

Periode	Høyprefererte linjer	Lavpreferert linjer
Vinter	48	48
Vår	43	
Sommer	44	44

2.4 Definisjoner

Nedenfor følger noen sentrale definisjoner som blir brukt i resten av oppgava.

Beitegrad Andelen beita av totalt antall registrerte beitetrær av ulike arter.
Vinterklipp er akkumulert beiting over flere år.

Høy og lav

bruksgrad Områder med høyprefererte eller lavprefererte linjer

Tetthet Tetthet av beitetrær, antall per dekar (daa) registrert areal.

Natt/dag Periode på døgnet GPS-posisjonen ble registrert. Skille mellom natt og dag er bestemt etter sola. Grensene for dette vil da selvsagt variere geografisk og over tid.

Reproduksjons-

status Den enkelte elgs reproduksjonsstatus: (1) ku med kalv (2) okse og ku uten kalv. Ku med kalv var kyr som vart observert med kalv sommeren 2009.

Sesong Vinter, vår eller sommer.

Veikategori Fylkesvei eller riksvei.

Tabell 2: Oversikt av hva som ble registrert på takseringslinjene.

Registrerte beitetrær	Registrerte arter i feltsjiktet
Annet lauv	Annet (bl.a. moser, lav, barnåler, bart fjell)
Bjørk (<i>Betula spp.</i>)	Blåbærlyng (<i>Vaccinium myrtillus</i>)
Furu (<i>Pinus sylvestris</i>)	Bregner (<i>Leptosporangiales</i>)
Gråor (<i>Alnus incana</i>)	Bringebær (<i>Rubus idaeus</i>)
Hegg (<i>Prunus padus</i>)	Gras (<i>Poaceae spp.</i>)
Osp (<i>Populus tremula</i>)	Urter
Rogn (<i>Sorbus aucuparia</i>)	Øvrig bærlyng (<i>Ericaceae spp.</i>)
Vier/selje (<i>Salix spp.</i>)	

2.5 Statistikk og dataanalyse

Data ble analysert ved å bruke SAS/STAT[®] 9.2, Minitab[®]15, ESRI[®] ArcMAP[™] 9.3, samt at all bearbeiding av data ble gjort i Microsoft[®] Office Excel[®] 2007. Signifikansnivå $\alpha=0,05$.

Hjemmeområde og trekkavstand

Jeg brukte 'Hawth's analysis tools' for ArcGIS 9.3 (Beyer 2004) til å konstruere hjemmeområdet (100 % minimum convex polygon) til hver enkelt elg i vinter- og sommerområdet. Samme verktøy ble brukt for å finne størrelsen av de sesongmessige hjemmeområdene og avstanden mellom disse. Individ som ikke hadde overlappende områdebruk mellom vinter og sommer ble karakterisert som trekkelg (Histøl & Hjeljord 1993). I analysen ble GLM (general linear model) brukt for å finne om det var forskjell i hjemmeområdestørrelse mellom kjønn, sesong eller interaksjonen kjønn*sesong. Data ble log-transformert til normalfordeling. I analysen om tetthet av vei (km/km²) i hjemmeområdet til hver enkelt elg var relatert til hjemmeområdestørrelsen (km²) ble enkel regresjonsanalyse benyttet. Veitetthet ble beregnet for fylkes- og riksveier, og data ble log-transformert til normalfordeling.

Elgbeite – Romerikssletta mot åslandskapet

I disse analysene ble registreringene på to høyprefererte linjer slått sammen for hver elg og beiteperiode (Vedlegg 8). De belyser elgbeitet på Romerikssletta i forhold til beitet i åsene mot vest og nord.

Forskjell i tetthet av beitetrær i vinter-, vår- og sommerområdene

Forskjell i tetthet av beitetrær i vinter (Romerikssletta)-, vår- og sommerområdene (mot vest og nord) ble analysert ved å sammenligne data fra ulike områder med høy bruksgrad.

Datamaterialet fra beiteregistreringene var tellinger (telle-data). Dataene var ikke normalfordelt (mange 0-verdier), og kunne heller ikke transformeres til normalfordeling. For hver elg ble det foretatt beiteregistreringer flere ganger: både innad og mellom beiteperioder. For å ta hensyn til dette ble elgidentitet modellert som tilfeldig effekt. I analysen brukte jeg derfor generalisert lineær blanda modell (GLMM/mixed effect models), en metode som er mye brukt i økologiske analyser (Bolker m.fl. 2008).

For å analysere hva som påvirket tetthet av beitetrær, konstruerte jeg først en mettet (mest kompleks) modell med alle faste effekter og alle potensielle interaksjoner mellom disse (jfr. Eldegard & Sonerud 2009): 'kjønn', 'art', 'sesong', 'kjønn*art', 'kjønn*sesong', 'art*sesong' og 'kjønn*art*sesong' (Tabell 3). I utgangspunktet ble en modell med log link funksjon, poisson fordeling og Gauss-Hermite Quadrature tilnærming til likelihood tilpasset dataene (Bolker m.fl. 2008). Inspeksjon av residualene, og 'Pearsons kji-kvadrat test' (et mål på om dataene passer modellen), viste imidlertid at denne modellen gav betydelig overdispersjon. For at man skal godta modellen bør denne verdien være [0,05-2] (Katrine Eldegard pers. medd.). Modellen ble derfor tilpasset med negativ binominal fordeling, og denne modellen passet dataene godt. I og med at det ikke finnes en 'beste metode' for modellseleksjon (Murtaugh 2009), samt for ikke å gjøre de statistiske analysene unødvendig kompliserte, ble modellseleksjon gjort ved hjelp av baklengs stegvis utvelgelse basert på hypotesetesting (type III Wald F tester av faste effekter, $\alpha=0,05$). Ikke-signifikante interaksjoner av høyere orden (tredjegrads og deretter andregrads orden) ble fjernet først. Ikke-signifikante effekter ble fjernet fra modellen en etter en (minste signifikante effekter først) inntil bare signifikante effekter gjenstod. Denne typen modellseleksjon ble også utført i de resterende analysene. Tilfeldig effekt ('elgidentitet') ble testet med likelihood ratio (LR) test. 95 % konfidensintervall (KI) for parameterestimaterne (estimert gjennom GLMM) ble brukt for å lokalisere hvor den statistiske forskjellen lå hvis en fast effekt var signifikant.

Forskjell i beitegrad i vinter-, vår- og sommerområdene

For å analysere effekten av kjønn, art og sesong på beitegraden (andel beita av totalt antall registrerte beitetrær) ble det konstruert en mettett (mest kompleks) modell med alle faste effekter og alle potensielle interaksjoner mellom disse: 'kjønn', 'art', 'sesong', 'kjønn*art', 'kjønn*sesong', 'art*sesong' og 'kjønn*art*sesong'. For å kjøre analysen ble modellen tilpasset med logit link funksjon, binominal fordeling og Gauss-Hermite Quadrature tilnærming til likelihood (Bolker m.fl. 2008). Her ble det ingen problemer med overdispersjon, 'Pearsons kji-kvadrat test' viste 0,26. Beitegraden var basert på andelen vinterklipp av totalt antall registrerte beitetrær.

Forskjell i dekningsgrad av beiteplanter i feltsjiktet i vinter-, vår- og sommerområdene

For å analysere dekningsgraden i feltsjiktet ble det konstruert en mettett (mest kompleks) modell med alle faste effekter og alle potensielle interaksjoner mellom disse: 'kjønn', 'art', 'sesong', 'kjønn*art', 'kjønn*sesong', 'art*sesong' og 'kjønn*art*sesong'. For å kjøre analysen ble modellen tilpasset med logit link funksjon, binominal fordeling og Gauss-Hermite Quadrature tilnærming til likelihood (Bolker m.fl.2008).

Elgens GPS-posisjoner og avstand til vei på Romerikssletta

Som en første tilnærming for å analysere effektene av vei på elgens områdebruk, undersøkte jeg om elgene oppholdt seg nærmere veiene om natta (lite trafikk) sammenlignet med dagtid (mer trafikk), og om det var forskjell mellom fylkesvei og riksvei. Avstanden fra hver elgs GPS-posisjon (n=16362) til nærmeste vei ble kalkulert ved å benytte ArcToolbox-verktøyet 'spatial join' i ArcGIS (Ormsby m.fl. 2001). Det ble skilt mellom veikategoriene fylkesvei og riksvei. For å kjøre analysen log-transformerte jeg responsen (avstand til nærmeste vei) til normalfordeling, og modellen ble tilpasset med identity link funksjon og 'restricted maximum likelihood' estimering. For å kjøre analysen ble det konstruert en mettett (mest kompleks) modell med alle faste effekter og alle potensielle interaksjoner mellom disse: 'natt/dag', 'veikategori' og 'natt/dag*veikategori'. Elgidentitet ble satt som tilfeldig effekt.

En sonebetragtning

For ytterligere å undersøke veienes effekt på elgens områdebruk ble systematisk like store soner konstruert, ut fra fylkes- og riksveinettet i vinterområdet, ved å bruke ArcToolbox-verktøyet 'multiple ring buffer' i ArcGIS (Ormsby m.fl. 2001). Fire soner ble konstruert: 0-100 m, 100-200 m, 200-300 m og 300-400 m på hver side av de aktuelle veiene. Områder med dyrket mark, veiarealer og tettbebyggelse er ikke potensielt elgbeite, og ble tatt ut av analysene. Deretter ble antall elgposisjoner talt opp i de ulike sonene ved å bruke 'Hawth's analysis tools' for ArcGIS 9.3 (Beyer 2004). I neste steg skilte jeg mellom posisjoner fra ku med kalv og okser og ku uten kalv. For å analysere om det var forskjell i bruk av de ulike sonene sammenlignet jeg observerte verdier med forventet verdier, og brukte χ^2 -test for uavhengighet. Forventet bruk (verdier) bygger på at elgene fordeler seg tilfeldig i terrenget og uavhengig av vei og veisone.

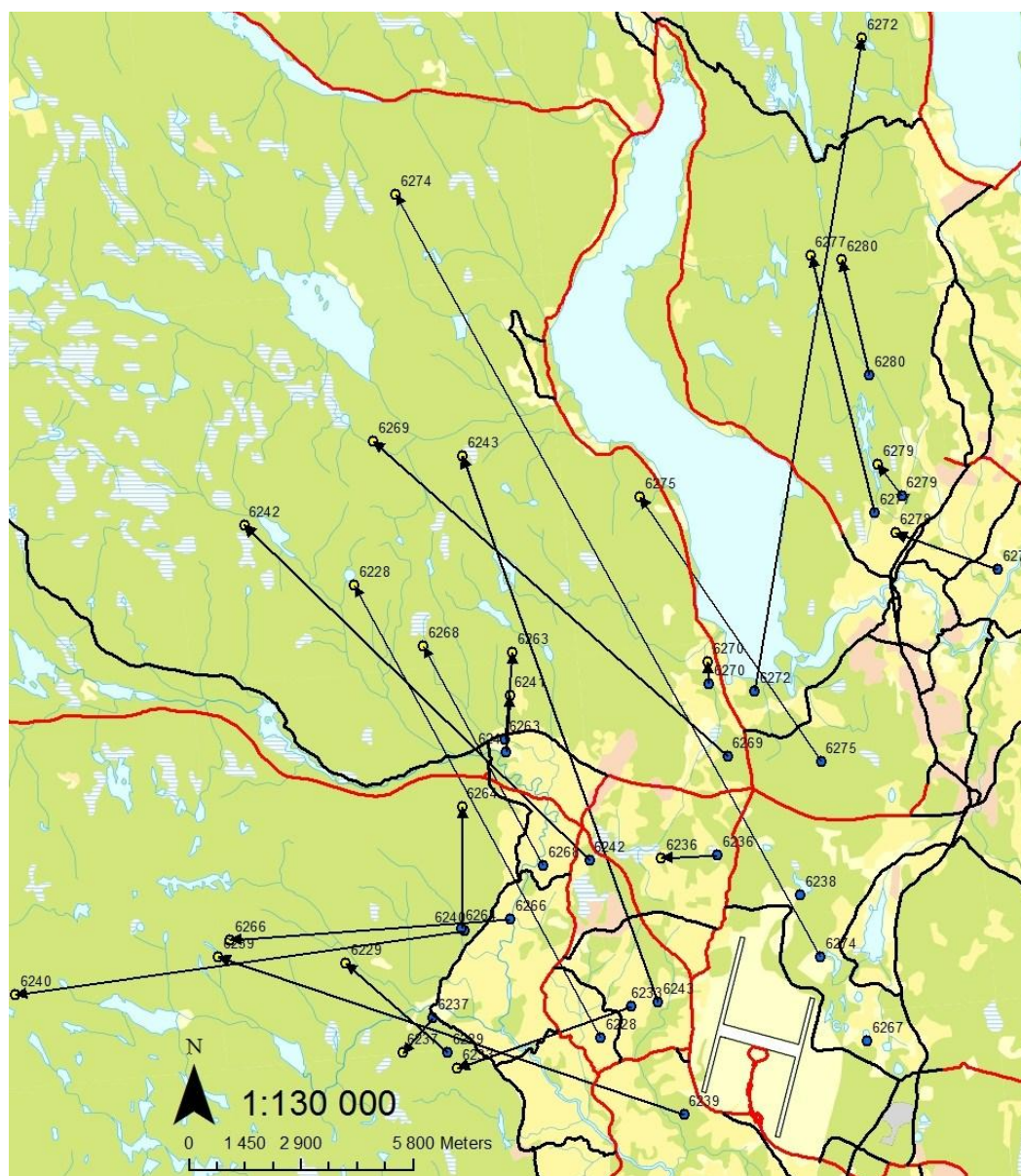
Beitetilbud og avstand til vei i forhold til elgens valg av beiteplass

Her undersøkte jeg den relative betydningen av tetthet av beiteplanter og avstand til vei for et områdes bruksgrad. For å kjøre denne analysen ble registreringer på to linjer av hvert slag for hver elg i vinterperioden (Romerikssletta) slått sammen, og høyprefererte områder ble sammenlignet med lavprefererte områder. Responsvariabelen var bruksgrad (0=lite brukt=lavpreferert linje, 1= mye brukt=høypreferert linje). Det ble konstruert en mett (mest kompleks) modell med alle faste effekter og alle potensielle interaksjoner mellom disse: 'reproduksjonsstatus', 'beitegrad', 'tetthet av beitetrær', 'avstand til nærmest vei' og 'veikategori'. Elgidentitet ble satt som tilfeldig effekt. Avstanden fra hver beitetakseringslinje ($n=96$) til nærmeste vei ble funnet ved å benytte ArcToolbox-verktøyet 'spatial join' i ArcGIS (Ormsby m.fl. 2001). Modellen ble tilpasset med logit link funksjon, binominal fordeling og Laplace-tilnærming til likelihood (Bolker m.fl. 2008).

3. Resultat

3.1 Elgens trekk og trekkavstand

Årstdynamikken for elgenes GPS-posisjoner i studieområdet viser trekket mot vest og nord (Figur 3). Av de 23 elgene (16 kyr, 7 okser) som inngikk i analysene av trekk, ble 11 kyr og 4 okser definert som trekkende. Den gjennomsnittlige trekkavstanden var 9952 meter ($SE \pm 1490$). Trekkavstanden varierte ikke mellom kjønnene ($F_{1,14}=0,55, p=0,47$).



Figur 3: GPS-elgenes trekkretning og trekkavstand på Øvre Romerike. Blå prikk illustrerer midtpunktet til den enkelte elgs hjemmeområde vinterstid, gul prikk sommerstid. Pilene angir trekkretning og lengde. Røde linjer er riksveier, svarte linjer er fylkesveier. Elgidentitet er angitt med tall. Sentralt i bildet ligger Hurdalssjøen, i sør ligger Gardermoen Lufthavn. Se også Figur 1 for nærmere geografisk plassering.

3.2 Elgbeite – Romerikssletta mot åslandskapet

Tetthet av beitetrær

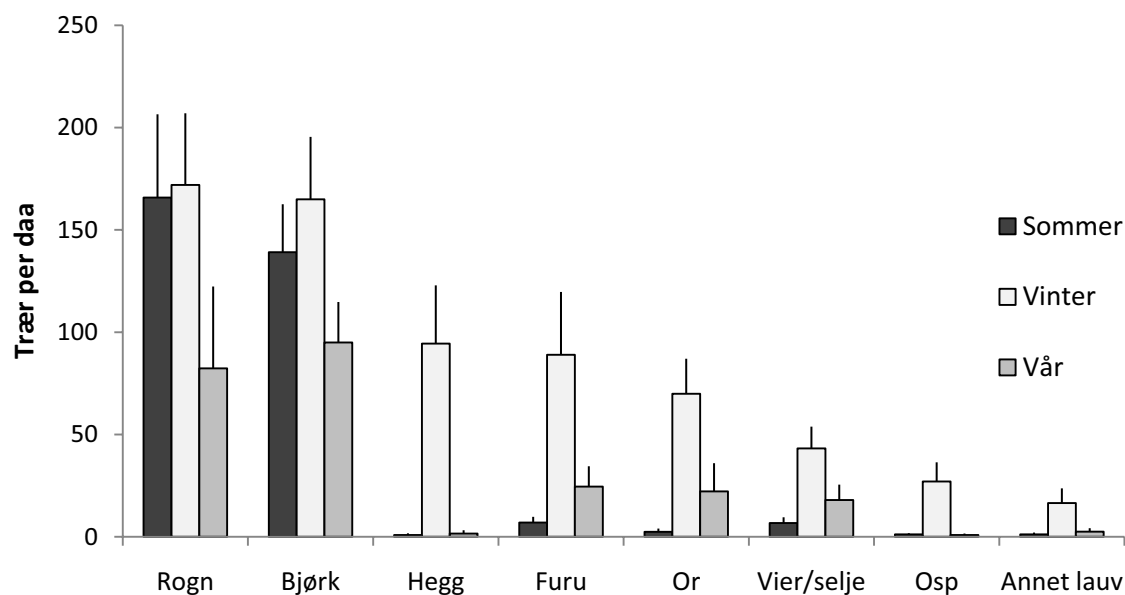
Tabell 3: Resultat av analysen av hvilke faktorer som påvirker antall beitetrær på høyprefererte linjer.

Responsvariabelen er summen av beitetrær på to høyprefererte linjer*. Resultat av analyse av data fra treveis kontingenstabell, Vedlegg 9).

Faste effekter	df	F	p
Kjønn	1,495	2,58	0,11
Art	7,495	32,51	<0,0001
Sesong	2,495	52,11	<0,0001
Sesong*Art	14,495	5,26	<0,0001
Sesong*Kjønn	2,495	3,29	0,042
Kjønn*Art	7,488	1,39	0,206
Sesong*Kjønn*Art	14,474	0,93	0,524

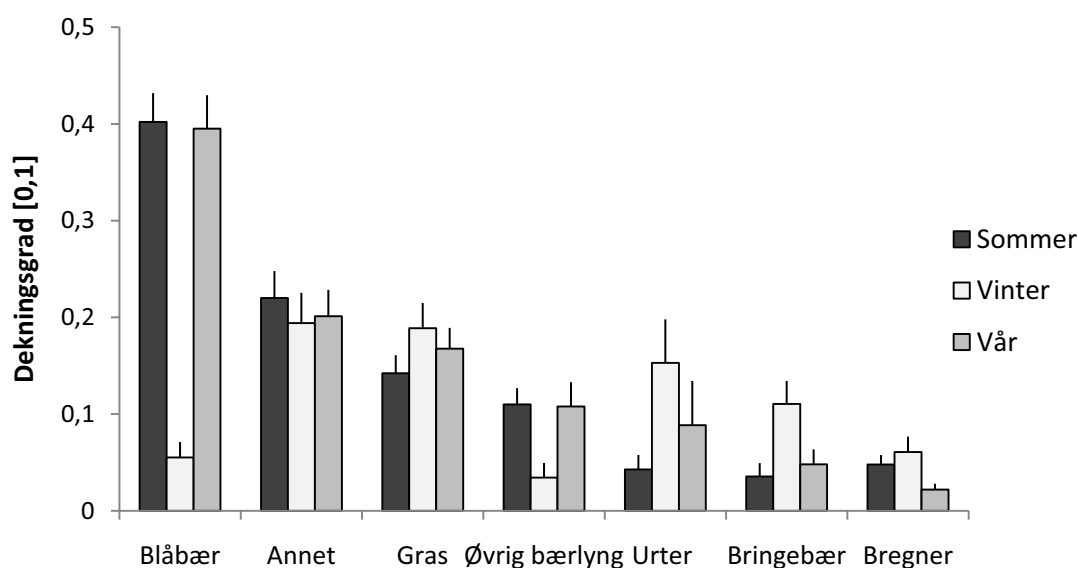
*Analysen ble utført med generalisert lineær blanda modell (GLMM/mixed effect models), log link funksjon, negativ binominal fordeling og Wald F test for faste effekter. Modellseleksjon ble basert på hypotesetesting med baklengs stegvis utvelgelse. Utgangspunktet var en mett modell med alle hovedeffekter og alle mulige interaksjoner. Interaksjonene som ikke ga signifikante bidrag ($p > 0,05$: 'sesong*kjønn*art' og 'kjønn*art') ble tatt ut av modellen, og ikke-signifikante interaksjoner av høyeste orden ble fjernet først. Det var en signifikant tilfeldig effekt (elgidentitet): likelihood ratio (LR) test statistikk: $-2\log\text{likelihood}=3107,6$, $df=1$, $\chi^2=3.44$, $p=0.032$.

Sammenligningen av tettheten av beitetrær (furu og lauv) i elgens vinterområde på Romerikssletta med sommerbeitene mot vest og nord, viste at beitet var frodigere på Romerikssletta. Tettheten av beitetrær i vinterområdene var signifikant høyere enn i sommer- og vårområdene (95% KI overlappet ikke), men det var ingen signifikant forskjell mellom vår- og sommerområdene (95% KI overlappet). Den gjennomsnittlige tettheten i vinter-, vår- og sommerområdene var henholdsvis 677 trær per daa ($SE \pm 38$), 252 trær per daa ($SE \pm 36$) og 324 trær per daa ($SE \pm 38$). I sommer- og vårområdet var tettheten henholdsvis bare 48 % og 34 % sammenlignet med vinterområdet. Det var også en signifikant effekt av interaksjonen sesong*art (Tabell 3, Figur 4). Dette betyr for eksempel at tettheten av furu og hegg i vinterområdet var signifikant høyere enn i sommerområdet (Figur 4). Elgidentitet hadde også en signifikant effekt på tettheten av beitetrær (Tabell 3). Dette betyr at ulike elger opptrer forskjellig i sitt valg av beiteområder hva tretetthet angår.



Figur 4: Den gjennomsnittlige tettheten av beitetrær i sommer-, vinter- og vårområdene. Vertikale linjer angir standardfeilen (SE). Registreringer fra høyprefererte linjer.

I feltsjiktet varierte dekningsgraden mellom vinter, vår- og sommerområdet, men denne sesongforskjellen var avhengig av art (sesong*art: $F_{12,216}=5,87$, $p<0,0001$). Dekningsgraden av blåbær var signifikant lavere i vinterområdet sammenlignet med vår- og sommerområdene (Figur5), mens dekningsgraden av urter var høyere i vinterområdet sammenlignet med sommerområdet (95% KI overlappet ikke). Dekningsgraden varierte mellom artene ($F_{56,138}=19,71$, $p<0,0001$, Figur 5), og blåbær forekom signifikant oftere per takseringsflate enn både øvrig bærlyng, bregner, bringebær og urter (95% KI overlappet ikke).



Figur 5: Den gjennomsnittlige dekningsgraden av artene i feltsjiktet i sommer-, vinter- og vårområdene. Vertikale linjer angir standardfeilen (SE). Registreringer fra høyprefererte linjer.

Beitegrad

Det var sterk vinterbeiting (vinterklipp) også i sommerområdet (Tabell 4). Andelen beitetrær med vinterklipp varierte ikke mellom beitesesongene ($F_{2,246}=1,32$, $p=0,27$). Det var en signifikant effekt av art ($F_{7,426}=5,77$, $p<0,0001$), men her var det bare beitegraden av annet lauv som var signifikant forskjellig fra de resterende artene (95% KI overlappet ikke). Av de vanligvis mest prefererte artene (rogn, osp, vier/selje) var den gjennomsnittlige beitegraden over alle tre beitesesonger på over 90 % (Tabell 4). Forskjell i beitegrad kunne ikke påvises mellom vanligvis lavt prefererte arter (hegg og or) og høyt prefererte arter (95% KI overlappet).

Tabell 4: Gjennomsnittlig beitegrad (akkumulert vinterklipp i sommer-, vinter- og vårområdene) av de ulike artene av beitetrær. Registreringer fra høyprefererte linjer.

Sesong	Annet lauv	Bjørk	Furu	Hegg	Or	Osp	Rogn	Vier/selje	Gjennomsnitt
Sommer	0,38	0,67	0,73	0,63	0,56	1,00	0,96	0,93	0,80
Vinter	0,16	0,68	0,87	0,70	0,58	0,92	0,89	0,91	0,72
Vår	0,40	0,77	0,88	1,00	0,85	1,00	0,98	0,86	0,84
Gjennomsnitt	0,23	0,71	0,84	0,71	0,63	0,95	0,94	0,90	0,77

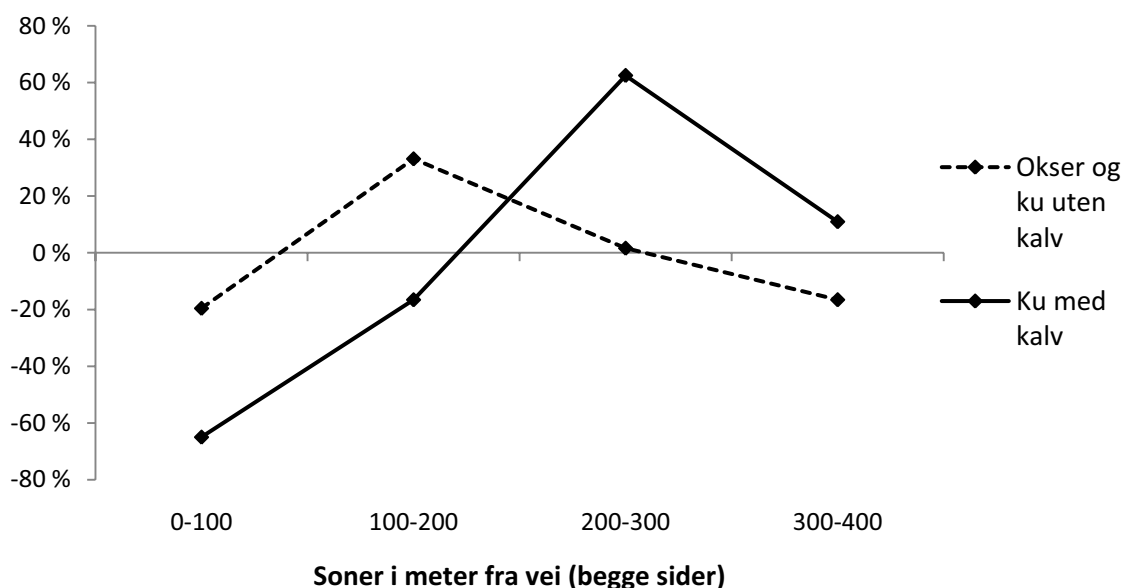
3.3 Elgens GPS-posisjoner og avstand til vei på Romerikssletta

I vinterperioden oppholdt elgene seg i gjennomsnitt litt lenger fra nærmeste vei på dagtid enn om natta ($F_{1,16335}=78,24$, $p<0,0001$), men forskjellen var liten: 578 m ($SE\pm 5$) om dagen mot 552 m ($SE\pm 4$) om natta. Elgposisjonene ($n=16362$) ble også påvirket av veikategorien ($F_{1,16335}=540,40$, $p<0,0001$), idet elgene i gjennomsnitt oppholdt seg 518 m ($SE\pm 4$) fra fylkesveiene og 630 m ($SE\pm 5$) fra de mer trafikkerte riksveiene.

3.4 Unnviker elgene områder nær vei?

Elgens bruk av områder nær fylkes- og riksveier på Romerikssletta var mindre enn forventa (Pearson $\chi^2=295,44$, $df=3$, $p<0,0001$, Figur 7). I sonen nærmest vei (0-100 m på hver side) var bruken 47 % lavere enn man skulle forvente. Ku med kalv brukte sonene signifikant forskjellig fra okser og ku uten kalv (Pearson $\chi^2=340,95$, $df=3$, $p<0,0001$), der kalvkyr brukte sonen nærmest vei (0-100 m) 65 % mindre enn forventa, mens okser og ku uten kalv brukte samme sone 20 % mindre enn forventa. Ku med kalv brukte altså sonen nærmest vei (0-100

m) 45 % mindre enn okser og ku uten kalv. Ku med kalv brukte også sonen 100-200 meter fra vei mindre enn det man kunne forvente på forhånd (Figur 7).



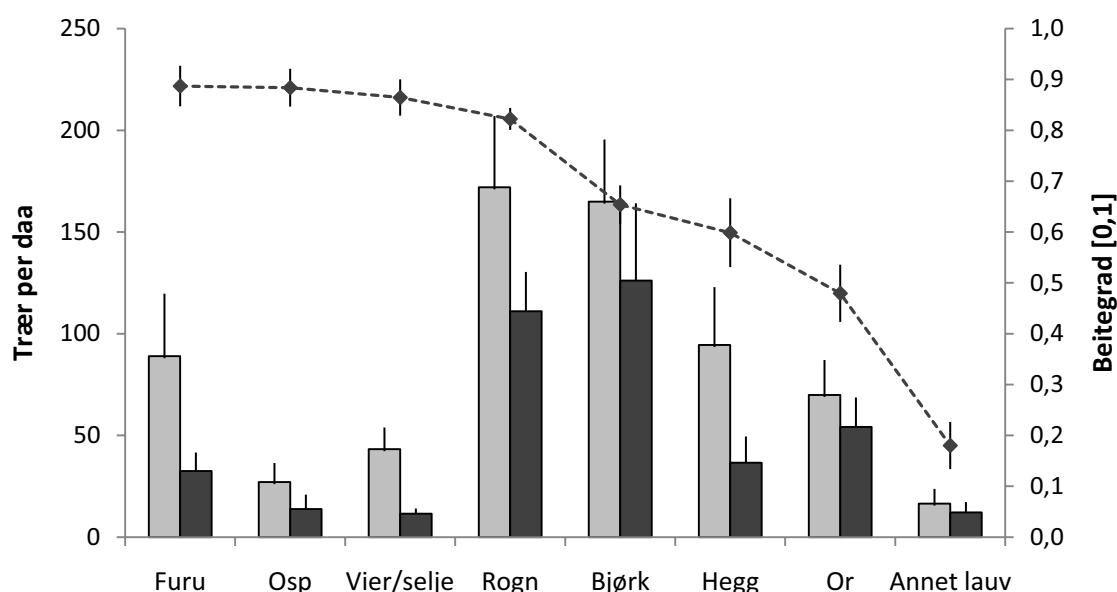
Figur 7: Forskjell mellom observert (linjer) og forventa (x-akse) bruk av soner rundt fylkes- og riksveinettet i vinterområdet på Romerikssletta. Negative verdier illustrerer færre posisjoner enn forventa (forventa posisjoner bygger på at elgene fordeler seg tilfeldig i terrenget og uavhengig av vei/veisone).

3.5 Beitetilbud og avstand til vei i forhold til elgens valg av beiteplass

Analysen av relativ betydning av beite og avstand til vei ga ingen signifikant effekt av avstand til vei når det gjaldt å forklare elgens bruk av Romerikssletta. Tilbudet og tilgjengeligheten av beiteplanter i området var klart avgjørende. Forskjellen i bruksgrad (høypreferert eller lavpreferert) hadde en signifikant sammenheng med beitegrad ($F_{1,70}=8,02$, $p=0,006$) og tetthet av trær ($F_{1,70}=11,31$, $p=0,0013$), men ikke med avstand til nærmeste vei ($F_{1,66}=0,17$, $p=0,69$), hvilken veikategori dette var ($F_{1,68}=0,32$, $p=0,72$) eller reproduksjonsstatus til elgene ($F_{1,70}=0,34$, $p=0,56$). Den gjennomsnittlige avstanden fra høyprefererte ($n=46$) og lavprefererte ($n=48$) områder til nærmeste vei på Romerikssletta var henholdsvis 552 m ($SE\pm 60$) og 492 m ($SE\pm 64$).

Tettheten av beitetrær i vinterområdet var 70 % høyere i høyprefererte sammenlignet med lavprefererte områder ($F_{1,352}=11,04$, $p=0,0006$). De høyprefererte områdene viste en trend til å være hardere beita enn de lavprefererte områdene, men denne forskjellen var ikke statistisk signifikant ($F_{1,233}=3,19$, $p=0,076$). Den gjennomsnittlige beitegraden i de høyprefererte områdene var 76 %, i de lavprefererte områdene 64 %. På Romerikssletta hadde 80-90 % av

all registrert furu, osp, vier/selje og rogn beitemerker etter elg, mens andelen for hegg og bjørk lå på 60-65 % (Figur 8). Forskjellen var likevel ikke signifikant.



Figur 8: Den gjennomsnittlige tettheten av beitetrær i vinterområdet (Romerikssletta), høyprefererte linjer (lyse søyler) og lavprefererte linjer (mørke søyler). Beitegraden (stipla linje) er gjennomsnittet for høy- og lavprefererte linjer. Vertikale linjer angir standardfeilen (SE).

3.6 Hjemmeområdestørrelse og tetthet av veier

Størrelsen på elgenes hjemmeområde (Tabell 5) varierte ikke mellom vinter- og sommerområdet ($F_{1,45} < 0,0001$, $p = 0,97$) eller mellom kjønnene ($F_{1,45} = 2,07$, $p = 0,16$). Det var heller ikke signifikant effekt av interaksjonen kjønn*sesong på hjemmeområdestørrelsen ($F_{1,45} = 0,03$, $p = 0,86$). I analysen av sammenhengen mellom veitetthet (km/km^2) i elgenes hjemmeområde på Romerikssletta og størrelsen på hjemmeområdet, viste analysene en svak, men ikke signifikant tendens til at størrelsen på hjemmeområde avtok med økende tetthet av fylkes- og riksveier ($R^2 = 7,0$, $df = 23$, $p = 0,11$).

Tabell 5: Gjennomsnittlige hjemmeområdestørrelser (100 % minimum convex polygon) vinter og sommer for de GPS-merka elgene på Øvre Romerike.

Kjønn	n	Sesong	Gj.snittlig hjemmeområde (km^2)	SE
Ku	17	Vinter	5,03	1,21
	15	Sommer	3,75	0,67
Okse	7	Vinter	5,68	1,44
	7	Sommer	5,58	1,20

4. Diskusjon

4.1 Romeriksslettas betydning som regionalt elgbeite

Trekk og trekkavstand

Elgenes GPS-posisjoner og beiterregistreringene viser at populasjonen både i sommer- og vinterområdene inneholder trekkende og ikke-trekkende individer. Andelen stasjonære og trekkende elg på Romerikssletta er omtrent tilsvarende det Kastdalen (1996) og Sweanor m.fl. (1992) fant i sine elgundersøkelser i henholdsvis Norge og Sverige. Interessant nok trekker elgene i denne undersøkelsen til høyereliggende sommerområder med et tilsynelatende dårligere beitetilbud enn hva de kan finne i de frodigere vinterbeitene på Romerikssletta. I følge eksisterende kunnskap om elgens trekkmønster (Hjeljord 2001), er det sannsynlig at Romerikssletta har vært et opprinnelig helårsområde for elg. Her finner elgen det frodigste beitet, samtidig som snødybden er mindre enn i de omkringliggende åsene. I åsområdene gir kortere vekstsesong også mindre tid til beiting av grøntfor, og Hjeljord & Histøl (1999) viste at elgens kroppsvekt generelt minker med økende høyde over havet. Årsaken til at elgene i studieområdet foretar et trekk til sommerområder med dårligere beitetilbud, kan være at trekket har oppstått som følge av tidligere tette bestander i vinterområdet, og dermed stor konkurranse om knappe beiteressurser. Trekket har således blitt preget fra ku til kalv, og derfor blitt en sterkt tradisjonsbundet forflytning (Sæther m.fl. 1992). Forflytning mot trakter med rike forekomster av blåbærlyng kan ha vært en medvirkende faktor, og resultatet viser at forekomsten av blåbærlyng var signifikant høyere i sommerområdet sammenlignet med vinterområdet. Det er kjent at blåbærlyng er en viktig beiteplante for elgen både vår, sommer og høst (Hjeljord m.fl. 1990, Sæther m.fl. 1992, Damli & Roer 1995).

Mengde og kvalitet av beite

For bjørk og rogn som er blant elgens viktigste beiteplanter over hele Østlandet (Bergström & Hjeljord 1987), var tettheten omtrent den samme på Romerikssletta som i åslandskapet mot vest og nord. Det som skiller de to områdene er at Romerikssletta har høyere tetthet av øvrige beitetrær (Figur 4). Samlet hadde sommerområdene bare 48 % av tettheten av beitetrær sammenlignet med vinterområdene. I sin undersøkelse fra samme område registrerte også Samdal & Wammer (1996) et større artstilbud av beiteplanter på Romerikssletta enn i de høyereliggende områdene. Mye av årsaken til dette er at de høyereliggende områdene består av skrinnere og mindre frodige områder sammenlignet med de næringsrike områdene med marine avsetninger på Romerikssletta (Blindheim 2003). Generelt sett reduseres også

boniteten med høyden over havet. Dette forklarer høyere dekningsgrad av blåbærlyng i åslandskapet. Blåbærplanten hører generelt til på de svakere og surere markene (Hjeljord m.fl.1990).

Den signifikante ”mellom elg” effekten (tilfeldig effekt) viser at elgene i denne undersøkelsen velger områder med forskjellig tetthet av beitetrær. Dette skyldes nok hovedsakelig at tettheten av beitetrær varierer mellom de ulike hjemmeområdene.

Beitebelastning

Det var ingen forskjell i beitegrad (akkumulerte vinterklipp) mellom vinter-, vår og sommerområdene. Elgens beitevalg gjennom året består av et relativt bredt spekter av beiteplanter (Bergström & Hjeljord 1987, Hjeljord m.fl. 1990, Histøl & Hjeljord 1995, Solbraa 1998, Solbraa 2002). Den foretrekker først og fremst rogn, osp og vier/selje blant treslagene, deretter bjørk og furu. Or beites mindre, og gran beites som regel ikke så lenge den har andre muligheter (Solbraa 1998). Dette sammenfaller også med mine resultater, men det var interessant at også at hegg var foretrukket blant beitetrærne. Beitegraden på gråor var også overraskende høy i forhold til det man kunne forvente på forhånd. Beiting på hegg er ellers lite kjent, mens gråor normalt er en lavt preferert beiteplante. Beiting av slike trær (med vanligvis lav preferanse) kan være en tilpasning, hvor elgen har en bedre utnyttelse av den næringen som er lettest tilgjengelig (Bergström & Hjeljord 1987, Sæther m.fl. 1992). Kastedalen (1996) rapporterte også om betydelig vinterbeiting på gråor i ravineskogen på Romerike.

Jeg kunne altså ikke påvise statistisk forskjell i beitegrad mellom vanligvis lavt prefererte arter (hegg og or) og høyt prefererte arter. At beitegraden (akkumulert vinterklipp) kun var signifikant forskjellig mellom annet lauv og de resterende artene kan tyde på at beitepresset i studieområdet (vinter-, vår- og sommerområdene) er relativt høyt vinterstid. Også furua var like hardt beita i både sommer- og vinterområdet (Tabell 4). En elgbeitetakst fra regionen har likevel vist at beitepresset er betydelig redusert fra 2003 til 2008 (Gangsei 2008). I Fennoskandia er det godt kjent at furu er en viktig næringskomponent for elgen vinterstid (Bergström & Hjeljord 1987), men bare én enkelt studie har vist at den også inngår i sommerdietten (Faber & Lavsund 1999). Beiting på furu i sommerområdet viser sannsynligvis at sommerområdene blir brukt som vinterområde. Delvis kan det også skyldes at elg som kommer trekkende fra

Romerikssletta tidlig på vårparten (før snøen har forsvunnet) må beite på vinterdiett fordi den ennå ikke har tilgang på grønne og ferske plantedeler.

4.2 Romerikssletta – elg, vei og beiter

Elgens GPS-posisjoner og avstand til vei i vinterområdet

Lykkja m.fl. (2009) fant at elg brukte områder nær hus sjeldnere i perioder med høy menneskelig aktivitet sammenlignet med perioder med lav menneskelig aktivitet (natt/dag). I mitt materiale var det signifikant forskjell mellom elgenes natt- og dagposisjoner og deres avstand til vei, men denne forskjellen var liten. Nattposisjonene lå i gjennomsnitt bare 26 meter nærmere veien enn dagposisjonene. Et mer interessant funn var at elgene på Romerikssletta i gjennomsnitt oppholdt seg signifikant lenger fra riksveiene enn fylkesveiene, med en gjennomsnittlig avstand på henholdsvis 630 meter og 518 meter. Riksveiene har gjennomgående høyere årsdøgntrafikk (ÅDT) enn fylkesveiene i studieområdet (Statens vegvesen 2010). Høyere ÅDT medfører større barrierevirkninger (Iuell 2005) og mer støy. Riktignok fant Kastdalen & Gundersen (2004) at elgaktiviteten var høyest mot de store fartsårene som E6 og Gardermobanen, men dette skyldes trolig at fôrballer ble brukt som tiltak for å trekke elgen mot viltovergangene langs Gardermobanen.

Unnviker elgene områder nær vei?

Elgens bruk (antall GPS-posisjoner) av de ulike sonene nær vei i vinterområdet var signifikant forskjellig fra den bruken en skulle forvente om elgene fordelte seg tilfeldig på de arealtypene som i utgangspunktet var egnede elghabitat. Sonen nærmest vei (0-100 m på hver side) ble brukt 47 % mindre enn forventet. At infrastruktur påvirker hjortedyrs naturlige trekk og områdebruk er rapportert hos villrein (Nellemann m.fl. 2001, Nellemann m.fl. 2003, Vistnes m.fl. 2004, Strand m.fl. 2006) og elg (Olsson 2007, Lykkja m.fl. 2009). Elgen er et skogslevende dyr, og vil sannsynligvis være mer tolerant overfor menneskelig aktivitet på grunn av skogens skjul og dekning. Likevel er det rimelig å tro at elgen vil unngå områder i umiddelbar nærhet til vei, som følge av uvante omgivelser, støy, predasjon (mennesker) eller trafikk (Forman & Alexander 1998). Kastdalen (1996) viste at mange dyr bygger opp et betydelig stressnivå i tilknytning til vei eller ved kryssing av vei, og at elg som kom trekkende snudde ved motorveien.

Elgokser og ku med kalv ser ut til å bli påvirket i forskjellig grad av menneskelig aktivitet. For eksempel er okser mer villige til å bruke områder nær hus i perioder med lav menneskelig aktivitet (Lykkja m.fl. 2009). I en studie av elk (*Cervus elaphus*) i USA, fant også Winnie & Creel (2007) at oksene viste mindre frykt for rovdyr enn kyrne. Ulike typer av anti-predatoratferd innebærer negative energikostnader, og på grunn av sin dårligere kondisjon var oksene mindre villige til å ta slike kostnader enn kyrne. I min undersøkelse brukte ku med kalv sonen nærmest vei betydelig mindre enn okser og ku uten kalv. Ku med kalv brukte også sonen 100-200 m fra vei mindre enn det som var forventa. Også kalvende elgkyr velger habitat lenger fra menneskelig aktivitet (hus og veier) enn oksene (Ramsrud 2007). I tillegg har en svensk undersøkelse vist at elgokser og elgkyr uten kalv brukte en viltovergang oftere enn kyr med kalv (Olsson 2007). Elg er en polygam art, der hann og hunn vil ha ulik livsstrategi: man kan forvente at elgokser forsøker å maksimere næringsinntaket og den sosiale rangen for å få størst mulig parringssuksess, mens hunnene velger reproduktiv suksess og beskyttelse av kalven(e) (Hjeljord 2008). Dette støttes av mine resultater, der okser og ku uten kalv tar en større risiko ved å oppholde seg i områder nærmere menneskelig aktivitet. At ku med kalv brukte sonen 200-300 m fra vei omtrent 60 % mer enn forventa (Figur 7), kan forklares med at når en sone blir mindre brukt må dette kompenseres med at en annen sone blir mer brukt. I overensstemmelse med Yost & Wright (2001) og Laurian m.fl. (2008) antyder mine data at elg generelt, men særlig ku med kalv, skyr områder i umiddelbar nærhet til vei.

Beitetilbud og avstand til vei i forhold til elgens valg av beiteplass

Romerikssletta har bedre vinterbeiter og antagelig også bedre sommerbeiter enn åsene mot vest og nord. Området er derimot preget av mye større menneskelig påvirkning enn sommerområdene, med Gardermoen Lufthavn, E6, riks- og fylkesveier som eksempler. Resultatene viste at riks- og fylkesveiene i området ikke har vesentlig betydning for om et område er mye (høypreferert) eller lite brukt (lavpreferert). Bruksgraden ble først og fremst påvirket av beitetilbudet i området. Elgens habitatbruk innenfor hjemmeområdet vil være en avveining mellom snødybde, predasjon (i dette tilfellet mennesker) og tilgang på beite (Dussault m.fl. 2005). På den måten blir valg av habitat en balansegang mellom maksimering av beitegevinst og det å unngå fare (Herfindal m.fl. 2009). Til tross for en undersøkelse fra Canada, der Laurian m.fl. (2008) viste at elg generelt unngår områder nærmere enn 500 m fra vei, gjelder dette tilsynelatende ikke elgen på Romerikssletta. Ville dyr vil til en viss grad tilpasse seg menneskenære biotoper fordi de i disse omgivelsene må reagere mindre på

menneskeskapte sanseinntrykk for ikke å bruke unødig mye energi på flukt (Reimers & Colman 2006). Andersen m.fl. (1996) viste at menneskelig ferdsel utløste flukt på en lengre avstand enn mekaniske lyder i forbindelse med militær aktivitet i Hedmark. Mekaniske forstyrrelser ser ut til å virke mindre truende enn mennesker til fots (Reimers m.fl. 2003), og hjortevilt ser ut til å venne seg til regelmessige forstyrrelser. Under feltarbeidet registrerte jeg flere beiteområder av høy bruksgrad like under innflygingsbanen til Gardermoen Lufthavn. Her var det et ubehagelig høyt støynivå, og i løpet av bare noen få timer landet det flere titalls fly her. I et område som Romerikssletta er det nærliggende å tro at elgen må tilpasse seg menneskelig aktivitet, særlig støy fra trafikk og fly. I tillegg hadde altså elgenes høyprefererte områder 70 % høyere tetthet av beitetrær enn de lavprefererte områdene. I likhet med Yost & Wright (2001) viser dette studiet at beitetilbudet, snarere enn avstanden til vei, har størst betydning for om et område er mye eller lite brukt.

På Romerikssletta viste de høyprefererte områdene en trend til å være hardere beita enn de lavprefererte områdene, men denne forskjellen var ikke statistisk signifikant. Generelt var både høyprefererte og lavprefererte områder hardt beita, noe som kan skyldes at elgene beiter i sin vandring mellom gode beiteområder, eller at beitepresset i området er så stort at det meste av tilgjengelige trær er beita. Dette kan også underbygges med at beitegraden på Romerikssletta ligger såpass høyt både for furu, osp, vier/selje, rogn, hegg og bjørk (Figur 8).

Hjemmeområdestørrelse og tetthet av veier

Ku og okse hos elg har generelt ulik hjemmeområdestørrelse (Cederlund & Sand 1994, Olsson 2007). I min undersøkelse varierte ikke størrelsen på hjemmeområde verken mellom kjønn, sommer- og vinterbeite eller interaksjonen kjønn*sesong. En mulig forklaring på dette kan være at registreringene for vinterperioden (29 dager) og sommerperioden (25 dager) er for kort. Den gjennomsnittlige hjemmeområdestørrelsen var også relativt liten i forhold til andre studier (Kastdalen 1996, Olsson 2007), noe som gir enda en indikasjon på at tidsperspektivet ble for kort og at eventuelle variasjoner mellom beitesesonger dermed ikke ble fanget opp. En annen forklaring kan være at snødybden ikke vanskeliggjorde elgens forflytninger og at elgen dermed ikke var nødt til å begrense områdebruken i vinterområdet sammenlignet med sommerområdet (Cederlund m.fl. 1989, Sweanor & Sandgren 1989). I tillegg bygger analysen på posisjonsdata fra bare 4 elgokser. Dette utvalget er trolig for lite til å avdekke eventuelle kjønnsforskjeller i områdestørrelse.

Analyser av forholdet mellom hjemmeområdestørrelsen (km^2) og veitettheten innad i hver enkelt elgs hjemmeområde (km/km^2) viste en svak, men ikke signifikant tendens til at størrelsen på hjemmeområde avtok med økende tetthet av fylkes- og riksveier. Laurian m.fl. (2008) fant derimot at økt veitetthet innad i elgens hjemmeområde økte størrelsen på hjemmeområdet, men bare 9 % av variasjon i hjemmeområdestørrelse kunne forklares med veitetthet. På en skala som et hjemmeområde utgjør (landskapsnivå), vil størrelsen også bli påvirket av en rekke faktorer som ikke er tatt med i denne analysen.

5. Konklusjon

Undersøkelsen viser at den arealmessig begrensa Romerikssletta er svært viktig for elgbestanden i regionen. Området er vinterbeite for flere hundre elger som sommerstid har tilhold over 5-7 kommuner. Den er også helårsområde for en lokal elgbestand. På Romerikssletta er snødybden mindre, samtidig som beitet er frodigere og mer variert sammenlignet med sommerområdene mot vest og nord. Beitere registreringene tyder likevel på at de høyereliggende sommerområdene også fungerer som vinterområde for andre elger. Selv om det er normalt at en del elg er stasjonære i sommerområdet (Hjeljord 2001), skal en ikke se bort fra at disse elgene representerer en del av bestanden som skyr og/eller er lite tilpasningsdyktige til å bruke de menneskepåvirkte områdene på og rundt Romerikssletta. Sommerområdene har en relativ lav tetthet og mindre variasjon av beitetrær sammenlignet med Romerikssletta, noe som ikke skulle tilsi en positiv gevinst av å beite her vinterstid.

I forhold til veiene på Romerikssletta ser det ut til at elgene unngår bruk av områder i umiddelbar nærhet til vei (0-100 m), og ku med kalv skyr disse områdene i større grad enn okser og ku uten kalv. I gjennomsnitt ligger elgposisjonene på sletta omtrent 500 m fra vei, og signifikant lenger fra riksvei enn fylkesvei. Resultatene viser likevel at beitetilbudet har en overordnet betydning for elgens valg av område. I et område som Romerikssletta, med stor menneskelig aktivitet, må man også regne med at elgene i en viss grad og over tid tilvenner seg menneskelig forstyrrelser.

Menneskelig aktivitet og dens betydning for naturmiljøet er et komplisert felt. Dette gjelder særlig de langsiktige konsekvensene. På Romerikssletta har utbygging økt gradvis over lang tid. Elgens atferd i forhold til mennesker er resultat av en tilsvarende lang utvikling. Det hersker likevel liten tvil om at påvirkningsgraden vei har på sine omgivelser overskrider den fysiske størrelsen på konstruksjonen. Denne undersøkelsen gir derimot lite informasjon om hvordan nye, større inngrep i tidligere relativt urørte områder vil påvirke elgen. På dette feltet er det stort behov for økt fokus og mer viten. Det samme gjelder effekten av ulike avbøtende tiltak.

6. Litteratur

- Andersen, R., Linnell, J.D.C. & Langvatn, R. (1996). Short term behavioural and physiological response of moose *Alces alces* to military disturbance in Norway. *Biological Conservation* 77: 169–176.
- Bergström, R. & Hjeljord, O. (1987). Moose and vegetation interactions in Northwestern Europe and Poland. *Swedish Wildlife Research, supplement 1*: 213-228.
- Beyer, H.L. (2004). Hawth's analysis tools for ArcGIS. Lokalisert 15. januar 2010 på URL: <http://www.spatialecology.com/index>
- Blindheim, T. (2003). Kartlegging og verdisetting av naturtyper i Nannestad kommune. Siste Sjanse rapport 8. 19 s.
- Bolker, B.M., Brooks, M.E., Clark, C.J., Geange, S.W., Poulsen, J.R., Stevens, M.H.H. & White, J-S.S. (2008). Generalized linear mixed models: a practical guide for ecology and evolution. *Trends in Ecology and Evolution* 24: 127-135.
- Cederlund, G., Bergström, R. & Sandegren, F. (1989). Winter activity patterns of females in two moose populations. *Canadian Journal of Zoology* 67: 1516-1522.
- Cederlund, G. & Sand, H. (1994). Home-range size in relation to age and sex in moose. *Journal of Mammalogy* 75: 1005-1012.
- Daltorp, J. (2009). Vurdering av elgbestanden i Oslo og Akershus 2008. En rapport utarbeidet på oppdrag fra Fylkesmannen i Oslo og Akershus, Utmarksavdelingen i Akershus og Østfold. 39 s.
- Damli, K.G.S & Roer, O.A. (1995). Elgens sommerbeite og habitatvalg i Aust-Agder. Hovedoppgave. Ås, Norges Landbrukshøgskole. 55 s.
- Dussault, C., Ouellet, J-P., Courtois, R., Huot, J., Breton, L. & Jolicœur, H. (2005). Linking moose habitat selection to limiting factors. *Ecography* 28:1-10.
- Dussault, C., Ouellet, J-P., Laurian, C., Courtois, R., Poulin, M. & Breton, L. (2007). Moose movements rates along highways and crossing probability models. *The Journal of Wildlife Management* 71: 2338-2345.
- Eldegard, K. & Sonerud, G.A. (2009). Experimental increase in food supply influences the outcome of within-family conflicts in Tengmalm's owl. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 64: 815-826.
- Faber, W.E. & Lavsund, S. (1999). Summer foraging on Scots pine *Pinus sylvestris* by moose *Alces alces* in Sweden - patterns and mechanisms. *Wildlife Biology* 5: 93-106.

- Forman, R.T.T. & Alexander, L.E. (1998). Roads and their major ecological effects. *Annual Review of Ecology and Systematics* 29: 207–231.
- Frid, A. & Dill, L. (2002). Human-caused disturbance stimuli as a form of predation risk. *Conservation Ecology* 6: 11.
- Gaarder, G. (2000). Biologisk mangfold i Ullensaker kommune. Miljøfaglig Utredning, rapport 14. 45 s.
- Gangsei, L.E. (2005). Elgbeiteregistrering i Øvre Romerike Elgregion 2005. Faun Naturforvaltning, rapport. 28 s.
- Gangsei, L.E. (2008). Elgbeiteregistrering i Øvre Romerike Elgregion 2008. Faun Naturforvaltning, rapport 036. 39 s.
- Herfindal, I., Tremblay, J-P., Hansen, B.B., Solberg, E.J., Heim, M. & Sæther, B-E. (2009). Scale dependency and functional response in moose habitat selection. *Ecography* 32: 849-859.
- Histøl, T. & Hjeljord, O. (1993). Winter feeding strategies of migrating and nonmigrating moose. *Canadian Journal of Zoology* 71: 1421-1428.
- Histøl, T. & Hjeljord, O. (1995). Sørnorkse elgbeiter, kvalitet og bæreevne. Ås, Norges Landbrukshøgskole. Viltrapport 1. 53 s.
- Hjeljord, O. (2001). Dispersal and migration in northern forest deer – are there unifying concepts? *Alces* 37: 353-370.
- Hjeljord, O. (2008). Viltet – biologi og forvaltning. Tun forlag, Oslo. 352 s.
- Hjeljord, O. & Histøl, T. (1999). Range-body mass interactions of a northern ungulate – a test hypothesis. *Oecologia* 119: 326-339.
- Hjeljord, O., Hövik, N. & Pedersen, H.B. (1990). Choice of feeding sites by moose during summer, the influence of forest structure and plant phenology. *Holarctic ecology* 13: 281-292.
- Hjorteviltregisteret. (2010). Sett elg. Lokalisert 15. april 2010 på URL: <http://www.hjortevilt.no/Elg/SettDyr/SetteDyr>
- Iuell, B. (red). (2005). Veger og dyreliv - veiledning. Statens vegvesen, håndbok 242. Vegdirektoratet. 136 s.
- Kastdalen, L. (1996). Romerikselgen og Gardermoutbyggingen. Hovedrapport fra Elgprosjektet på Øvre Romerike. Fylkesmannen i Oslo og Akershus, miljøvernavdelingen. 115 s.
- Kastdalen, L. (1999). Gardermoutbyggingen - evaluering av avbøtende tiltak for elg. Høgskolen i Hedmark, rapport 26. 43 s.

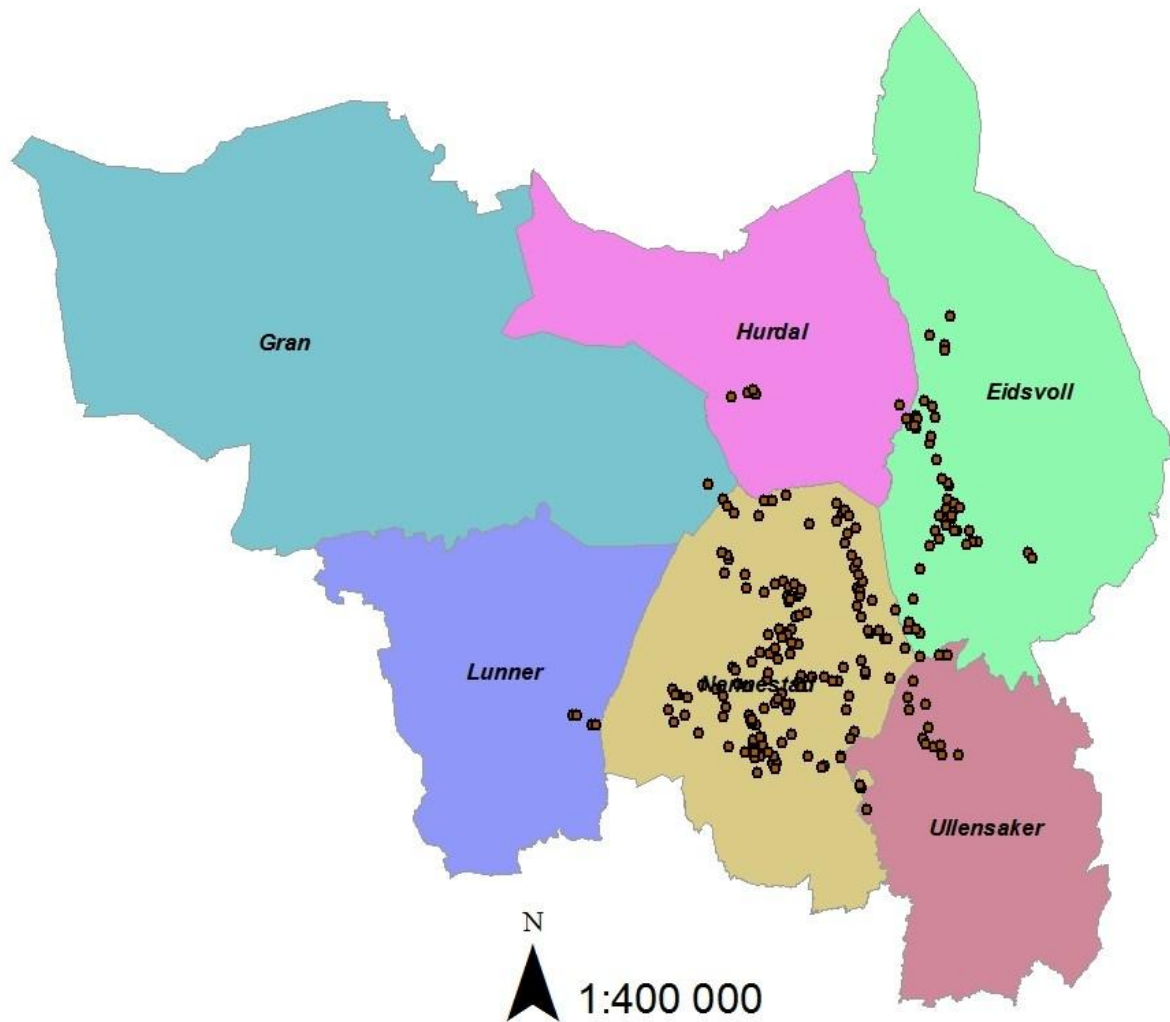
- Kastdalen, L. & Gundersen, H. (2004). Romerikselgen - arealbruk etter Gardermoutbyggingen. Konsekvenser av Forsvarets etablering av nye øvings- og undervisningsområder på Øvre Romerike. Høgskolen i Hedmark, rapport 7. 42 s.
- Laurian, C., Dussault, C., Ouellet, J-P., Courtois, R., Poulin, M. & Breton, L. (2008). Behavior of moose relative to a road network. *Journal of Wildlife Management* 72: 1550-1557.
- Lykkja, O.N., Solberg, E.J., Herfindal, I., Wright, J., Rolandsen, C.M. & Hanssen, M.G. (2009). The effects of human activity on summer habitat use by moose. *Alces* 45: 109-124.
- Meteorologisk institutt. (2009). Eklima - Gratis tilgang til Meteorologisk institutts vær- og klimadata. Lokalisert 27. april 2010 på URL:
http://sharki.oslo.dnmi.no/portal/page?_pageid=73,39035,73_39049&_dad=portal&_schema=PORTAL
- Murtaugh, P.A. (2009). Performance of several variable-selection methods applied to real ecological data. *Ecology Letters* 12: 1061-1068.
- Nellemann, C., Jordhøy, P., Støen, O-G. & Strand, O. (2000). Cumulative impacts of tourist resorts on wild reindeer (*Rangifer tarandus tarandus*) during winter. *Arctic* 53: 9-17.
- Nellemann, C., Vistnes, I., Jordhøy, P. & Strand, O. (2001). Winter distribution of wild reindeer in relation to power lines, roads and resorts. *Biological Conservation* 101: 351-360.
- Nellemann, C., Vistnes, I., Jordhøy, P., Strand, O. & Newton, A. (2003). Progressive impact of piecemeal infrastructure development on wild reindeer. *Biological Conservation* 113: 307-317.
- Olsson, M. (2007). The use of highway crossings to maintain landscape connectivity for moose and roe deer. PhD thesis. Karlstad, Karlstad University. 40 s.
- Ormsby, T., Napoleon, E., Bruke, R., Groessl, C. & Feaster, L. (2001). Getting to know ArcGIS desktop: Basic of ArcView, ArcEditor and ArcInfo. California. 541 s.
- Ramsrud, J.K. (2007). Calving site selection by moose: anti-predation versus feeding conditions. M.Sc. thesis. Trondheim, Norwegian University of Science and Technology. (Sitert etter Lykkja m.fl. 2009).
- Reimers, E. & Colman, J.E. (2006). Reindeer and caribou (*Rangifer tarandus*) response towards human activities. *Rangifer* 26: 55-71.
- Reimers, E., Eftestøl, S. & Colman, J.E. (2003). Behavior responses of wild reindeer to direct provocation by a snowmobile or skier. *Journal of Wildlife Management* 67: 747-754.

- Roer, O. (2009). Elgmerkeprosjektet i Akershus 2008 – 2013, statusrapport mai 2009. 14 s.
- Samdal, B.O. & Wammer, E. (1996). Elgens valg av sommerbeite og -habitat i Nannestad og Hurdal. Hovedoppgave. Ås, Norges Landbrukshøgskole. 51 s.
- Seiler, A. (2003). The toll of automobile: Wildlife and roads in Sweden. PhD thesis. Uppsala, Swedish University of Agriculture Sciences. 48 s.
- Solberg, E.J., Rolandsen, C.M., Herfindal, I. & Heim, M. (2009). Hjortevilt og trafikk i Norge - En analyse av hjorteviltrelaterte trafikkuulykker i perioden 1970-2007. NINA Rapport 463. 84 s.
- Solbraa, K. (1998). Elg og skogbruk – biologi, økonomi, beite, taksering, forvaltning. Biri, Skogbrukets Kursinstitutt. 32 s.
- Solbraa, K. (2002). Veiledning i elgbeitetaksering. Biri, Skogbrukets Kursinstitutt. 28 s.
- Spellerberg, I.F. (1998). Ecological effects of roads and traffic: A literature review. *Global Ecology and Biogeography Letters* 7: 317-333.
- Statens vegvesen. (2010). Nasjonal vegdatabank. Lokalisert 13.april 2010 på URL: <http://svvgw.vegvesen.no/http://svvnvdbappp.vegvesen.no:7778/webinnsyn/anon/index>
- Statistisk sentralbyrå. (2009a). Statistikkbanken, felt elg i Norge. Lokalisert 9. februar 2010 på URL: http://statbank.ssb.no/statistikkbanken/Default_FR.asp?Productid=10.04&PXSid=0&nvl=true&PLanguage=0&tilside=selecttable/MenuSelP.asp&SubjectCode=10
- Statistisk sentralbyrå. (2009b). Statistisk årbok 2009, transport og kommunikasjon. Lokalisert 1. mars 2010 på URL: <http://www.ssb.no/aarbok/tab/tab-416.html>
- Strand, O., Bevanger, K. & Falldorf, T. (2006). Villreines bruk av Hardangervidda. Sluttrapport fra Rv7-prosjektet. NINA Rapport 131. 67 s.
- Sweanor, P.Y. & Sandgren, F. (1989). Winter-range philopatry of seasonally migratory moose. *Journal of Applied Ecology* 26: 25-33.
- Sweanor, P.Y., Sandegren, F., Bergström, R. & Cederlund, G. (1992). A synopsis of moose movement studies in Furudal, Sweden. *Alces supplement* 1: 115-120.
- Sæther, B-E., Solbraa, K., Sødal, D.P. & Hjeljord, O. (1992). Sluttrapport Elg-Skog-Samfunn. NINA Forskningsrapport 28. 153 s.
- Vistnes, I. & Nellemann, C. (2001). Avoidance of cabins, roads, and power lines by reindeer during calving. *Journal of Wildlife Management* 65: 915-925.

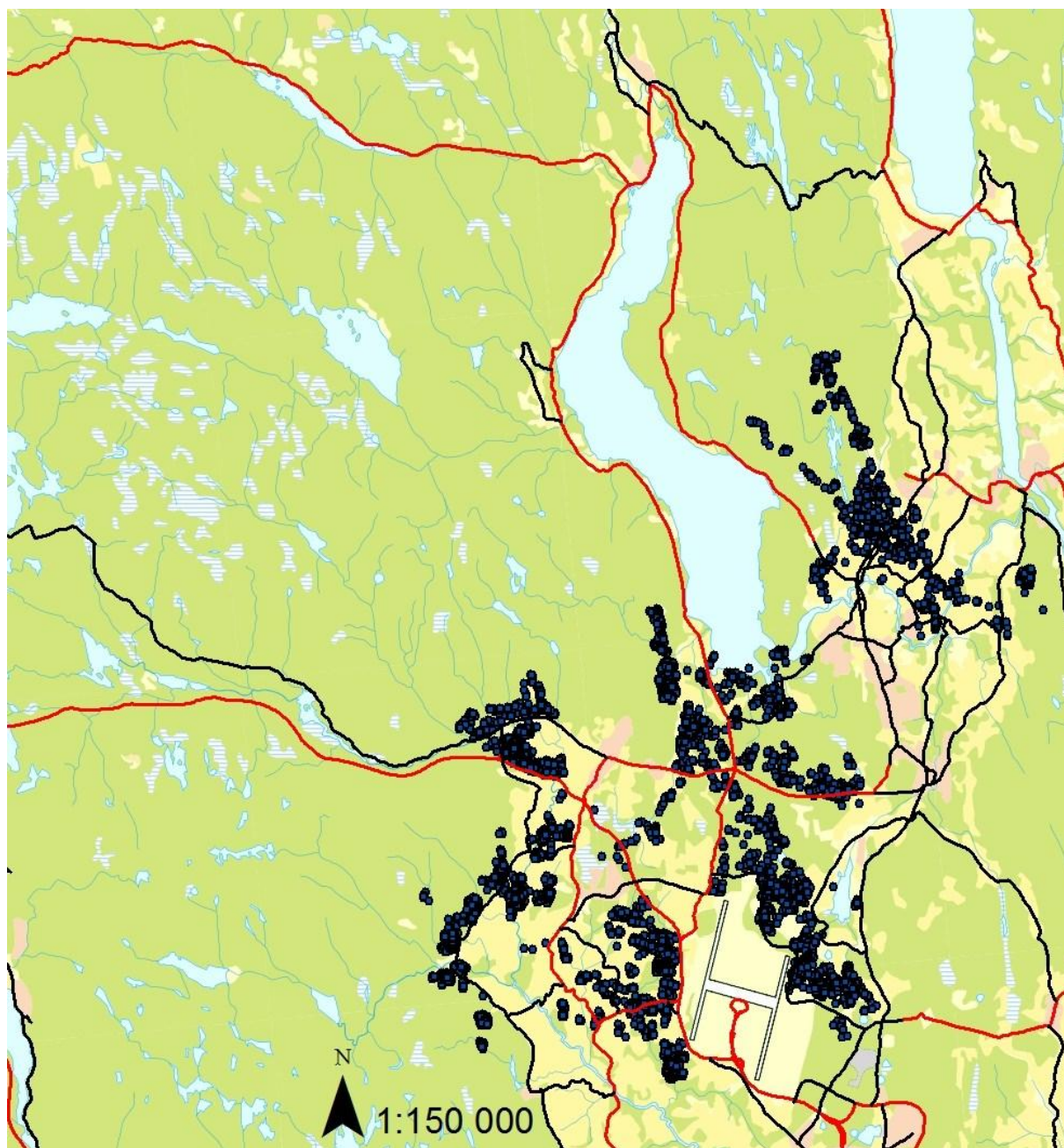
- Vistnes, I., Nellemann, C., Jordhøy, P. & Strand, O. (2004). Effects of infrastructure on migration and range use of wild reindeer. *Journal of Wildlife Management* 68: 101-108.
- Yost, A.C. & Wright, R.G. (2001). Moose, caribou, and grizzly bear distribution in relation to road traffic in Denali national park, Alaska. *Arctic* 54: 41-48.

[illegible]

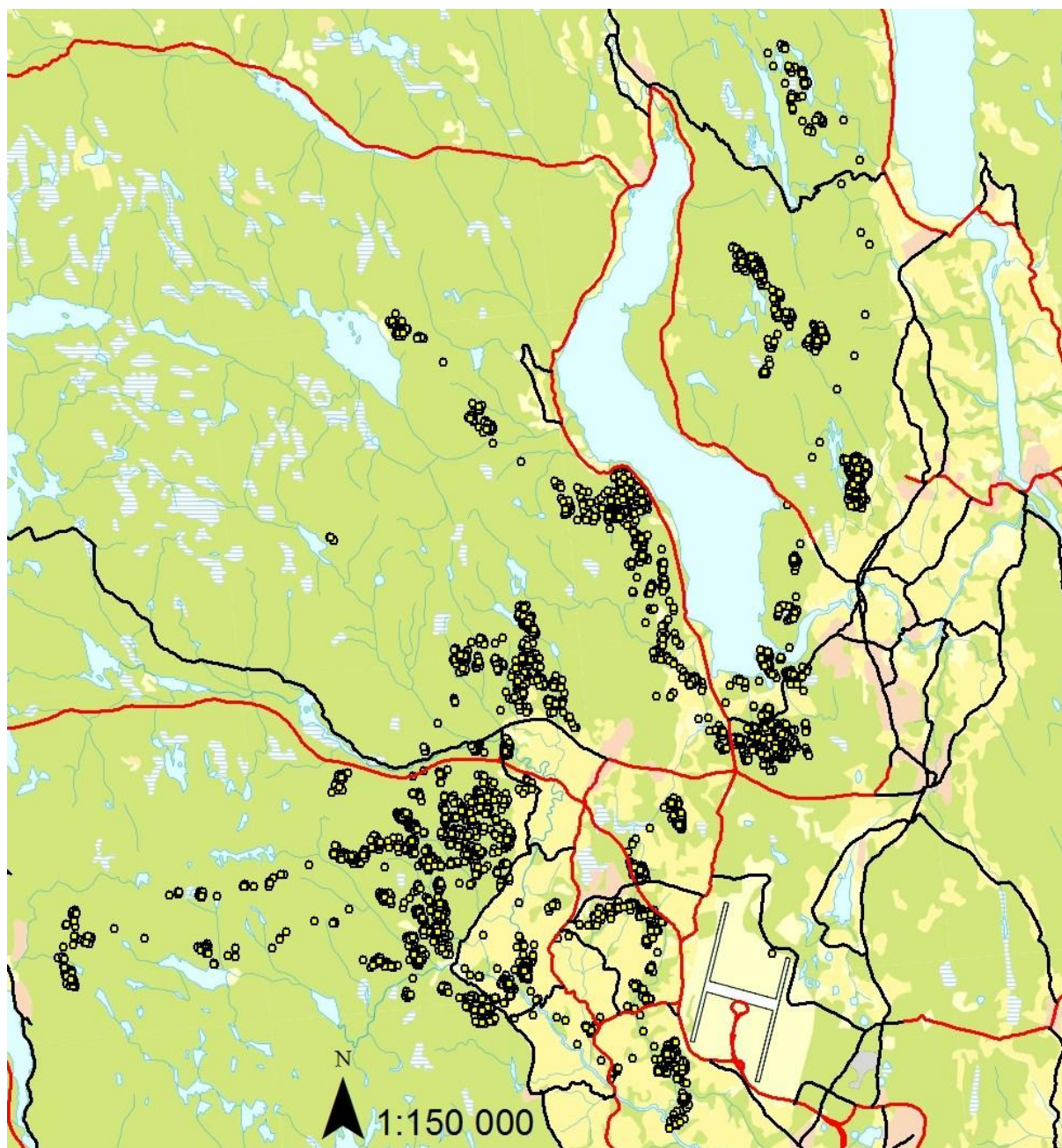
Vedlegg 2: Fordeling av beiterregistreringene i de respektive kommunene i studieområdet. Brune prikker illustrerer hvor beitetaksering ble utført.



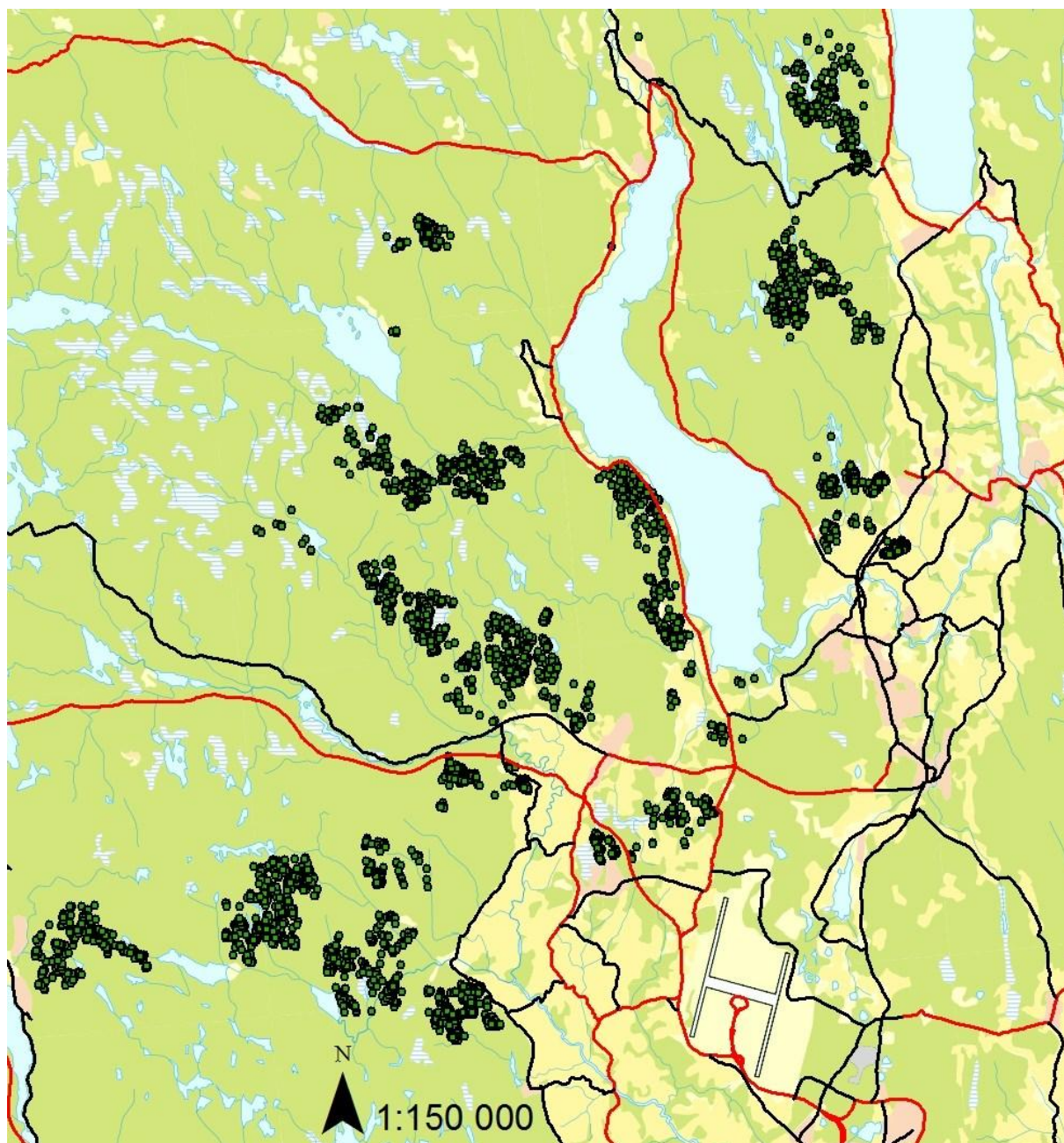
Vedlegg 3: Elgenes GPS-posisjoner i vinterperioden. Svarte linjer er fylkesvei, røde linjer er riksvei. Midt i bildet ligger Hurdalssjøen, lenger sør kan man se Gardermoen lufthavn.



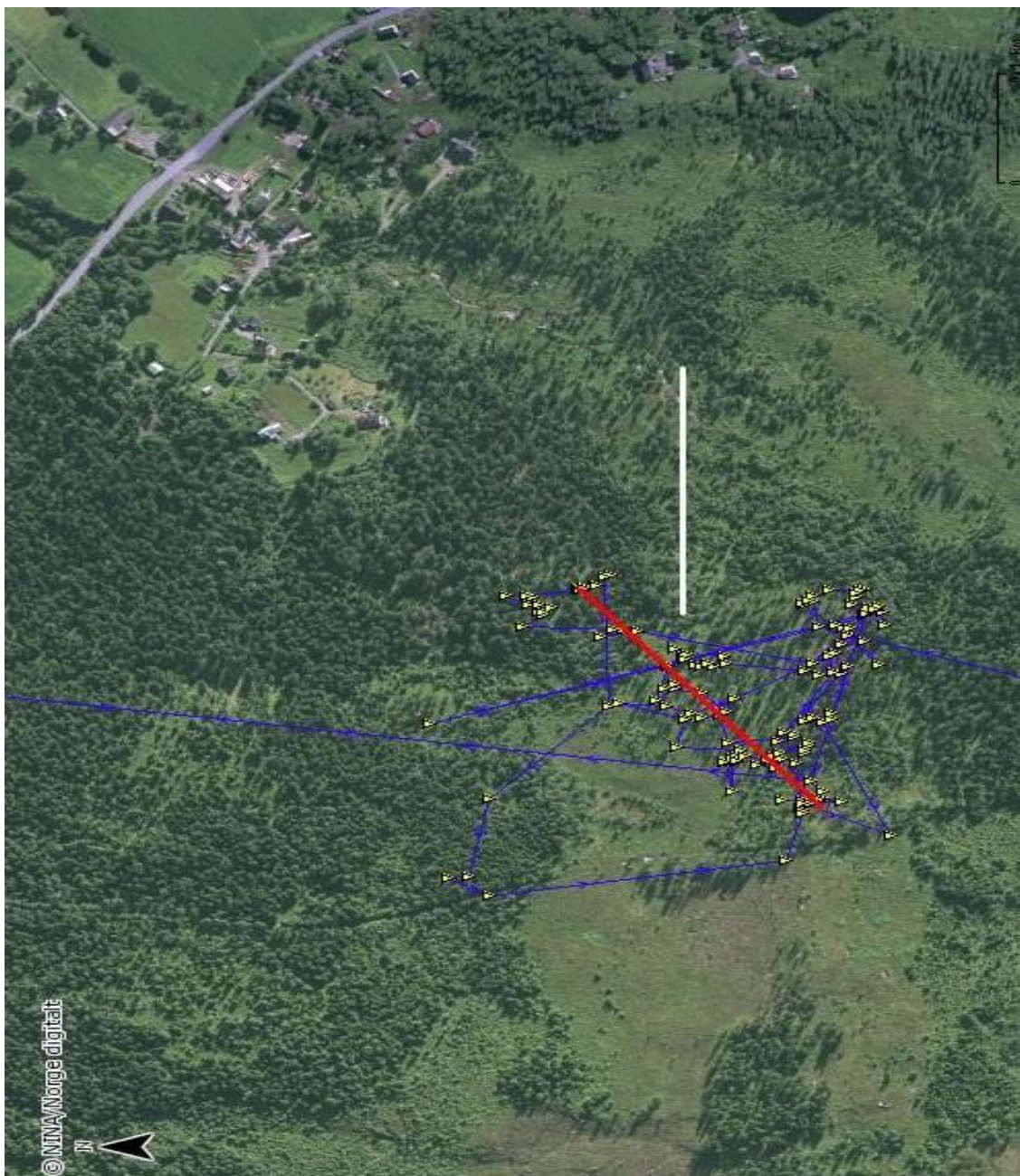
Vedlegg 4: Elgenes GPS-posisjoner i vårperioden. Svarte linjer er fylkesvei, røde linjer er riksvei. Midt i bildet ligger Hurdalssjøen, lenger sør kan man se Gardermoen lufthavn.



Vedlegg 5: Elgenes GPS-posisjoner i sommerperioden. Svarte linjer er fylkesvei, røde linjer er riksvei. Midt i bildet ligger Hurdalssjøen, lenger sør kan man se Gardermoen lufthavn.



Vedlegg 6: Eksempel på hvordan vi la ut beitetakseringslinjer i studieområdet. De høyprefererte linjene ble valgt subjektivt ut der GPS-posisjonene lå tettest og elgene derfor hadde oppholdt seg mest. Lavprefererte linjer ble lagt i nærområder til, og med samme skogtype som, de høyprefererte linjene, men hvor elgene ikke hadde oppholdt seg over tid. Utvelgelsen av lavprefererte linjer skjedde ved loddtrekking. Vi oppsøkte senere linjene i felt og foretok beiterregistrering for hver linje. Rød linje er høypreferert, hvit linje er lavpreferert. Gule trekkanter angir elgens GPS-posisjon, og smal blå linje illustrerer bevegelsesretning. Kartet er hentet fra vinterperioden.



Vedlegg 7: Beiterregistreringsskjema som ble benyttet under feltarbeidet.

Elg nr:

Linje nr:

Veg.type:

Gj.snitthøyde lauvskog:

Bekkekorridor:

Linjelengde:

Dato:

Start/stopp koordinat:

[illegible]

Art: Einer= Ei, Hegg=He, Or, andre treslag sett de to første bokstavene i artsnavnet.

Høydeklasse bartrær $1 + 2 = 0 - 4 \text{ m}$, $3 + 4 = >4,1 \text{ m}$ Kommentar:

Vedlegg 8: Analyser av data fra høyprefererte linjer.

Modell	Y = respons	Y (spesifisering)	Type data	Fordeling
1	Tetthet av beitetrær	Sum totalt antall trær fra to høyprefererte linjer for hver elg og periode	'Telle data'	Poisson/ negativ binomial
2	Beitegrad	Beitegrad vinterklipp (gjennomsnitt)	Proporsjon [0,1]	Binomial
3	Dekningsgrad	Dekningsrad feltsjiktvegetasjon	Proporsjon [0,1]	Binomial

Forklaringsvariable i modell 1 og 2Faste effekt:

Kjønn [hann,hunn]

Arter [ulike arter av trær]

Sesong [vinter,vår, sommer]

Tilfeldig effekt:

Elgidentitet

Forklaringsvariable i modell 3Fast effekt:

Kjønn [hann,hunn]

Arter [ulike arter i feltsjiktet]

Sesong [vinter,vår, sommer]

Tilfeldig effekt:

Elgidentitet

Vedlegg 9: Treveis kontingenstabell som viser totalt antall registrerte trær for høyprefererte takseringslinjer, fordelt på art, kjønn og sesong.

Art	Vinter		Vår		Sommer		Totalt
	Okse	Ku	Okse	Ku	Okse	Ku	
Annet lauv	97	72	1	23	11	0	204
Bjørk	451	1242	259	620	380	914	3866
Furu	209	703	137	89	31	34	1203
Hegg	229	781	0	15	8	0	1033
Or	182	547	0	207	11	12	959
Osp	59	220	7	1	9	2	298
Rogn	649	1121	542	226	780	765	4083
Vier/selje	135	307	38	130	24	38	672
Totalt	2011	4993	984	1311	1254	1765	12318