

Hjorten (*Cervus elaphus atlanticus*) i Telemark

¹⁾Olav Rosef, ¹⁾Jostein Sageie, ¹⁾Berit Nordtug og ²⁾Knut H. Røed

¹⁾ Høgskolen i Telemark, 3800 Bø

²⁾ Norges veterinærhøgskole, Postboks 8146, 0033 Os

**Avdeling for allmenne fag (Bø)
Institutt for natur- helse- og miljøvern**

HiT skrift nr 1/2001

ISBN 82-7206-196-1 (online)

ISBN 82-7206-188-0 (trykt)

ISSN 1503-3767 (online)

ISSN 1501-8539 (trykt)

Høgskolen i Telemark

Postboks 203

3901 Porsgrunn

Telefon 35 57 50 00

Telefaks 35 57 50 01

<http://www.hit.no/>

Trykk: Kopisenteret. HiT-Bø

© Forfatterne/Høgskolen i Telemark

Det må ikke kopieres fra rapporten i strid med åndsverkloven og fotografiloven, eller i strid med avtaler om kopiering inngått med KOPINOR, interesseorganisasjon for rettighetshavere til åndsverk

Sammendrag

Hjorten øker i utbredelse og antall i Telemark og har blitt et viktig jaktobjekt. På en fôringsplass i Nome kommune var det sist vinter (2000/2001) en ansamling av over 100 hjorter. Bevegelsene til hjorten i Telemark er blitt kartlagt ved å sette GPS- mottakere og VHF sendere på hjorten. 7 voksne hinder ble immobilisert på fôringsplassen og påsatt en halsklave med sender og posisjonsmottaker. Ett av dyra ble skutt under jakta, mens de resterende 6 hindene ble immobilisert igjen på fôringsplassen, hvor halskragene ble demontert for logging. På to av dyra ble det registrert og lagret posisjoner hele året, på to andre ble det registrert posisjoner frem til oktober, mens det på tre hadde oppstått tekniske feil på ulike tidspunkt slik at posisjonsmålinger ikke ble lagret lenger enn til tidlig på sommeren. Hindene viste forskjellig bevegelsesmønster, og de hadde sommerbeite på ulike områder med liten overlapping. Ett av dyra hadde vandret over 50 km til sommerbeiteområdet i løpet av 92 timer. Fra begynnelsen av mai trakk dyra mot disse områdene og oppholdt seg der stabilt i tiden under kalving og tiden etter. Dyra trakk tidlig på høsten, allerede i august, mot vinterbeitet (fôringsplassen) hvor en de siste årene hadde gitt dem rikelig (ad libitum) med rundballefôr og noe bygg i tillegg. I siste del av jaktperioden var alle dyrene i nærheten av fôringsplassen. Det er tydelig at vinterfôring påvirker hjortens matsøk om vinteren. De skiller lag om sommeren og finner sine favorittområder. Med GIS som verktøy kunne de mottatte posisjonene legges inn på digitale kart for å visualisere trekkrutene. Ved tellinger på fôringsplassen og kvalifiserte estimater kan en anslå stammen i området som trekker mot fôringsplassen, til ca 190 dyr.

Da kobbermangel er gjenstand for et bredt klinisk sykdomsbilde hos hjorten, ble kobbernivået i serum og i lever undersøkt. Kobbernivået i lever ble undersøkt i prøver samlet inn under jakta og sammenlignet med tilsvarende i Namsos, Nord-Trøndelag. Serumprøvene hos hindene hadde verdier godt over de som regnes som kritiske. Leverprøvene viste noe høyere kobberverdier hos hjorten i Telemark enn hos de i Nord-Trøndelag . Det var store individuelle variasjoner i kobberverdiene i lever. Mineraler som Mo, Zn, Cd og S kan påvirke kobberutnyttelsen. De hadde alle forventede verdier bortsett fra S som lå noe over. Undersøkelsene viser at det ikke er nødvendig å tilføre hjorten mineraler med saltslikkesteiner da beitet gir tilstrekkelig mengde.

Den genetiske strukturen hos hjorten i Telemark ble undersøkt ved å studere variasjonsmønsteret i ulike genetiske markører. Markørene som ble analysert er mikrosatellitter som er korte repeterte DNA fragmenter som hos de fleste arter viser relativt stor grad av genetisk variasjon. Den genetiske

variasjonen hos Telemarkshjorten ble sammenlignet med variasjonen hos hjort fra andre områder i Norge. Variasjonsmønsteret hos hjort fra de ulike områdene i Norge viste klare genetiske forskjeller, noe som tyder på at den norske hjortestammen ikke består av en genetisk homogen stamme, men er genetisk strukturert. Telemarkshjorten viste grad av genetisk variasjon som tilsvarte det som ble funnet hos hjort fra de andre områdene. Dette tyder på at etableringen av hjortestammen i Telemark har foregått uten at bestanden har vært så liten at det har foregått betydelig tap av genetisk variasjon.

Takk

Til innkjøp av GPS- utstyr har foruten Høgskolen i Telemark, Fylkesmannen i Telemark, Skogbruksetaten i Nome kommune og Nome kommune bidratt finansielt. Videre takkes Trond A. Lerstang for utarbeidelse av poster og Ralph Stålberg for nedlasting av dataene lagret i GPS- mottakerne.

Innledning

Vinterføring av rådyr har blitt gjort hver vinter siden 1965 i Flåbygd, Nome kommune i Telemark fylke. I 1993/94, som var en snørik vinter, kom de første hjortene til fôringsplassen og 17 dyr ble observert denne vinteren. Selv om det regelmessig var gjort observasjoner på hjort i dette området fra tidlig i 1970 årene, kom de ikke til fôringsplassen. Bare rådyra kom regelmessig. Jakt på hjort startet midt på 1970 tallet og bukker ble regelmessig felt de første årene. Antallet hjort som frekventerer foringsplassen har økt til ca 100 i 2000/2001. I hovedsak er det hinder med kalv og fjorårshinder som dominerer fôringsplassen. Noen spissbukker og enkelte større bukker blir og observert. Fôringen har vært omdiskutert, og en ønsket sikrere data på betydningen av vinterfôringen da det har hersket tvil om denne fôringen har hatt betydning for overlevelse og styrking av bestanden. Det har skjedd en betydelig økning av antall hjort på den aktuelle fôringsplassen, og det er registrert at hindene kommer igjen år etter år, og med kalv. Hjorten har kommet til fôringsplassen med snøen, og de har reist med snøen. De har blitt fôret med noe havre som blir spredd ut på marka og med rundballer som blir satt ut etter behov.

Dersom fôring styrker overlevelse av hjort om vinteren, kan det være et tiltak forvaltningen kan bruke for å få opp en stamme på utsatte områder. Dersom hjorten trekker langt og frekventerer et stort geografisk område, er det viktig å ta hensyn til dette i forbindelse med fastsetting av jaktkvoter og uttak ved jakt. I Telemark blir imidlertid bare en mindre del av tildelt jaktkvote på hjort tatt ut. For å oppnå en kontrollert bestandsutvikling trenger forvaltningen større kunnskap om populasjon, trekk, oppholdssteder og hvor den er i jaktbar periode. Hensikten med tellingene av hjort på fôringsplassen har vært å øke kunnskapene om hjorten for å kunne gjøre disse bestandsvurderingene.

Den vanligste metoden for å følge hjorten har vært ved radiotelemetri med VHF sendere. Dette forutsetter manuell datainnsamling med klare begrensninger. Videre har VHF-radiotelemetri begrenset anvendelse på dyr som trekker langt (White & Garrott 1990). Global Position System (GPS)-basert telemetri fremskaffer data på dyrene over et stort geografisk område med stor nøyaktighet. Med GPS kan man registrere posisjoner hele året under ulike meteorologiske betingelser. Den krever liten innsats, gir få feil og er kostnadseffektiv (Rempel et al. 1995). Bruk av GPS- mottakere i viltforskningen har blitt rapportert de siste årene. Vekten av GPS- mottakere vært

en begrensning i bruken. Omtrent all publisert litteratur som omhandler bruk av GPS er på store pattedyr som elg (Rempel & Rogers 1997, Edenius 1997) og uten korreksjon av målingene. I metoder hvor GPS- posisjonsmålinger inngår, har man større muligheter for å studere landskapsstrukturer og bruk av habitater. Den stadig økende bruken av analyseverktøy med Geografiske Informasjonssystemer (GIS), gjør at digitale habitat-data kan gjøres tilgjengelig (Hoodge & Eichenlaub 1997). Hensikten med å bruke GPS i denne undersøkelsen har derfor vært å kunne bruke posisjonsmålinger og GIS for å følge hjorten gjennom året, og for å kunne finne preferanseområdene i sommerhalvåret. På den måten kan vi øke kunnskapen om hjorten slik at vi bedre kan forvalte hjortebestanden. Inngående studier av avdekkede preferanseområder er ikke gjennomført i denne undersøkelsen.

Beinskjørhet hos elg har vært satt i sammenheng med mineralbrist (Frank et al. 1994). En kjenner til at brist i kobberbalansen hos hjort kan føre til ulike sykdomstilstander som enzootisk ataksi, leddbetennelser, dårlig tilvekst, avmagring og død (Wilson et al. 1979). Slike tilstander er godt kjent blant oppdrettsvilt (Suttle 1986, Geisel et al. 1997). Den sikreste metoden for å kunne vurdere mineralbalansen på, er å analysere lever. Kobbernivået i lever gir det beste bildet på om nivået er tilstrekkelig høyt. Da lever-biopsier er vanskelig og risikofylt å utføre tas det blodprøver av hjort i hegn for å kunne vurdere en eventuell mineralbrist. Hos villhjørt må en analysere mineralene i lever som er tatt ut i jakttida. I forbindelse med immobilisering av hjort kan det tas blodprøver for analyse, noe som ble gjort i denne undersøkelsen. Hensikten med mineralanalysene har vært å se om beitet ga tilstrekkelig med mineraler (spesielt Cu) for blant annet å kunne vurdere om det er nødvendig å sette ut saltslikkesteiner for vilt.

Kjennskap til grad av genetisk strukturering av våre viltarter er en forutsetning for en optimal forvaltning. For å studere den genetisk strukturen til populasjoner er det viktig å ha tilgang til genetisk markører som viser variasjon og som er relativt enkle å studere. Svært egnede genetiske markører er mikrosatellitter som er korte repeterte DNA fragmenter (Weber og May 1989). Hos de fleste arter finnes det svært mange mikrosatellitter spredt rundt i genomet som viser relativt stor grad av genetisk variasjon og som relativt enkelt lar seg analysere ved hjelp av PCR (polymerase chain reaction)-teknikk og elektroforese. Videre er mange av mikrosatellittene sammen med sine flankerende DNA-sekvenser konserverte mellom nærstående arter slik at teknikker utviklet for å studere variasjon i mikrosatellitter hos en art til dels kan overføres også til andre. En kjenner ikke til i hvilken grad hjortestammen i Norge er genetisk strukturert og eventuelt om Telemarkshjørt er genetisk

forskjellige fra hjorten fra andre mer sentrale hjorteområder i Norge. En kjenner heller ikke til hvilke populasjonsdynamiske og genetiske prosesser som har foregått i den tidlige etableringen av hjortestammen i Telemark. Dersom dagens bestand har sitt opphav fra kun noen få individer uten at det senere har foregått ny innvandring til stammen, kan stokastiske prosesser som genetisk drift ha ført til en reduksjon i genetisk variasjon hos denne bestanden. Vi har derfor analysert for grad av genetisk variasjon i ulike DNA mikrosatellitter hos Telemarkshjorten, og det genetiske variasjonsmønsteret er sammenlignet med variasjonsmønsteret hos hjort fra andre mer sentrale hjorteområder i Norge.

Materialer og metoder

For å kunne utføre undersøkelser hvor bruk av dyr inngår, kreves tillatelser fra Direktoratet for naturforvaltning og Forsøksdyrutvalget. Likeledes kreves godkjenning og tillatelse fra Post- og Teletilsynet for bruk av VHF signaler. Slike tillatelser er innhentet.

For å muliggjøre immobilisering av dyra ble det føret regelmessig med rundballer (silo) fra januar til april. Dyra ble på ettermiddagen gitt noe bygg eller havre under tilrop for å venne de til fôrverten. Immobilisengsvæsken må injiseres med et spesialgevær på ca 10 meters avstand, og det var nødvendig å venne dyra til aktiviteter for å komme på skuddhold. Til immobilisering brukes injeksjonsgeværet Daninject IM, Boerkop, Danmark.

I siste del av mars 2000 ble det immobilisert 7 voksne hinder med en blanding av Rompun® og Zoletil forte vet.®. Alle hindene ble injisert med blandingen 207 mg Xylazin, 103 mg Tiletamin og 103 mg Zolazepam. Halskrage med GPS- mottager og VHF- sender ble påmontert samtidig som gule øremerker med nr. og teksten "Nome viltutvalg" ble påført. Ingen av dyra ble gitt antidot for en rask oppvåkning, men ble fulgt opp til de var våknet. Samme prosedyre ble fulgt når halskragene ble tatt av.

Det ble brukt GPS av merket GPS-simplex™ med ikke differensiell posisjonsmåler fra Televilt, Lindesberg i Sverige. Utstyret er basert på signaler fra det amerikanske NAVSTAR (NAVigation Satellite with Time And Ranging)-systemet. Frem til 1. mai 2000 ble disse signalene av militære hensyn påført forstyrrelser, 'selective availability' (SA), som reduserer posisjoneringsnøyaktigheten til ± 100 m. Fra 2. mai ble SA fjernet og nøyaktigheten ble forbedret til \pm ca 15 m. I halsklavene var det også montert radiosendere, og Telonics-mottaker ble brukt for å motta VHF signaler i

området 142.000 til 142.500 MHz. Hindene ble fulgt i en måned etter at klavene var påsatt. De ble senere fulgt opp ved radiotelemetri fra slutten av august og til immobiliseringen i 2001.

Vi antok at det var større mulighet for å få klavene tilbake ved å merke hinder da disse trolig ville returnere til foringsplassen sammen med kalvene. Syv hinder ble derfor valgt ut. De fikk klavene påsatt i siste halvdel av mars 2000. Med antagelsen om at dyrene var aktive morgen og kveld ble GPS-mottakerne frem til 1. januar 2001 programmert for å registrere og lagre posisjoner kl. 0200, 0700, 1100, 1600 og 2100. Om vinteren antok man at dyrene hadde lavere aktivitetsnivå og trakk nærmere fôringsplassen. Det ble derfor bare registrert og lagret posisjoner kl. 0700 og 2200 etter 1. januar. De to tidspunktene ble valgt fordi man antok at dyrene da var i bevegelse til eller fra foringsplassen. Posisjoner ble lagret som lengde- og breddegrader og det ble i tillegg registrert PDOP-verdier, dato og klokkeslett for hver posisjon.

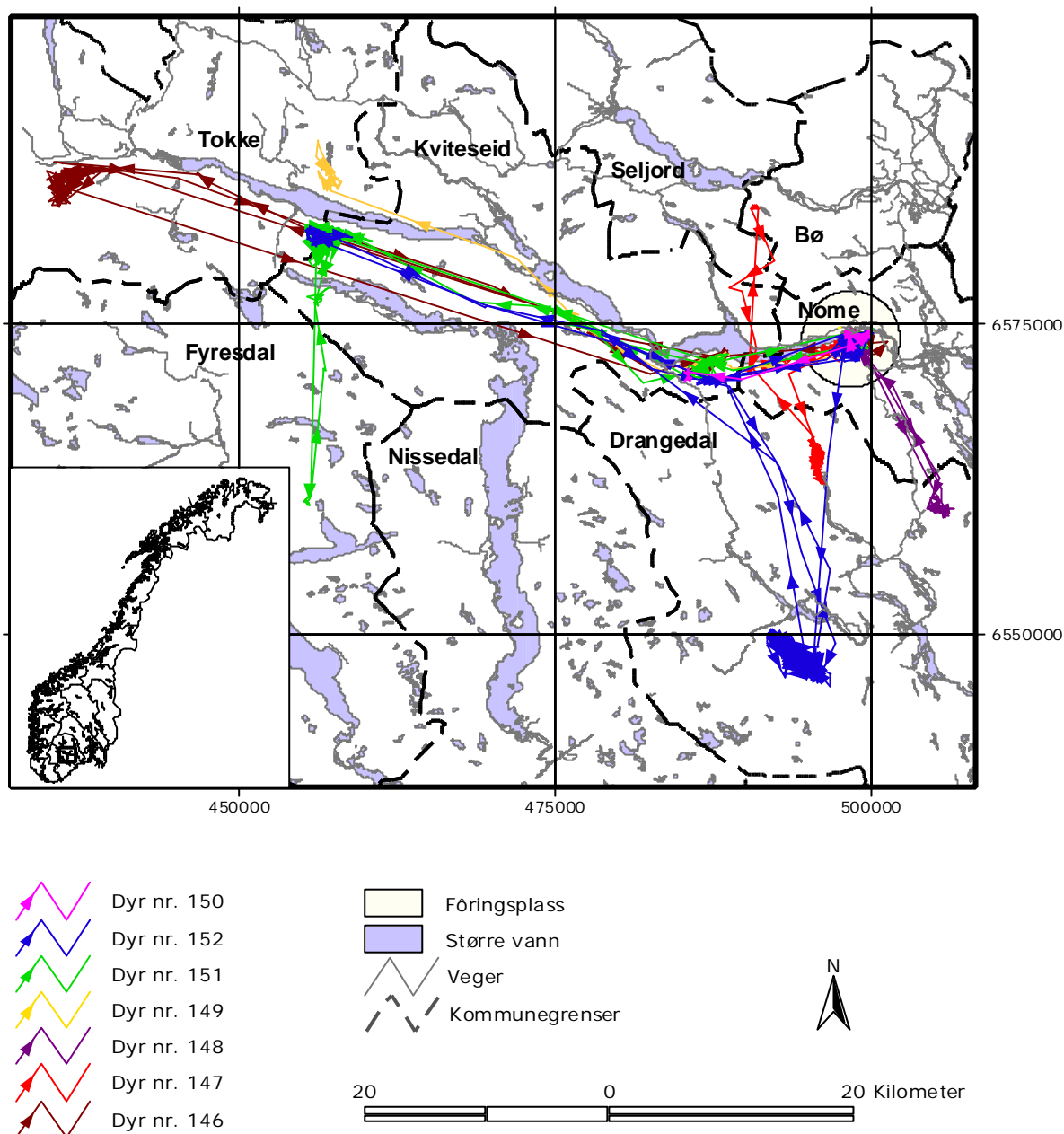
Posisjoner ble lagret på ASCII-format, lastet ned til en PC og overført til programvaren WSKTrans 3.0 (Halvorsen 1996) for transformasjon til kartesiske koordinater i referansesystemet EUREF89, UTM sone 32. For presentasjon av posisjoner på digitale kart og analyser av dyrenes bevegelser ble programvaren ArcView 3.2 (ESRI inc. 1992-1999[©]) med tilleggsmodulen 'Animal movement' (Hooge, Eichenlaub & Solomon 1999) benyttet. 'Minimal Convex Polygon' og 'Kernel homerange' er funksjoner i tilleggsmodulen. 'Minimal Convex Polygon' trekker linjer gjennom posisjonene ved yttergrensene av et dyrs oppholdsområde, beregner areal og viser arealet som et polygon. Funksjonen 'Kernel homerange' beregner størrelse og plassering av oppholdsområde for 50% og 95 % av tiden innenfor et gitt område, og tegner disse som sirkulære flater. 'Homerange' er bare beregnet for dyrenes oppholdsområder i sommerhalvåret. I denne undersøkelsen går vi ikke grundig inn på algoritmene og det statistiske grunnlaget i de to nevnte funksjonene i modulen 'Animal movement', og bruk av funksjonene her, er ment som eksempler på bruksområder for forvaltningen. Mens dyra var immobilisert ble det tatt blodprøver for serologisk testing av kobberinnholdet. Serum ble tatt over i små cryorør og frosset ned ved -20°C for senere analysering. Serumprøvene ble fortynnet 5 ganger og analysert ved AA (atomabsorpsjonsspektrofotometri). Det ble undersøkt totalt 20 serumprøver hvor 9 representerer uttak fra 2000 og 11 fra 2001.

Femten prøver av lever som ble samlet inn i forbindelse med jakta høsten 2000 ble analysert med hensyn på Cu, Mo, Zn, S og Cd. Som sammenligningsområde ble tilsvarende 24 prøver fra Namsos analysert. Det ble utført våtvektsanalyser ved at 1-2 g lever ble oppløst i salpetersyre i mikrobølgeovn og analysert med ICP ved aktuelle bølgelengder. Det ble også tatt hårprøver med

hårrøtter fra de immobiliserte hjortene for å undersøke genetisk variasjon. Hårprøvene ble oppbevart tørt i papirkonvolutter ved romtemperatur. I forbindelse med jakta ble det tatt ytterligere prøver fra til sammen 26 hjort. Disse ble analysert for variasjon i 10 ulike genetiske markører. Markørene som ble analysert er mikrosatellitter som tidligere er karakterisert hos reinsdyr eller hos sau og som også viser variasjon hos hjort (Talbot, Haigh & Plante 1996, Røed & Midthjell 1998). DNA fra hårrøttene ble isolert og mikrosatellittene ble oppkonsentrert ved hjelp av PCR. Primere til PCR-reaksjonen var merket med fluorescein og variasjonen i mikrosatellittene ble synliggjort ved å analysere PCR produktene på en ABI 310 automatisk sekvenseringsmaskin. Grad av genetisk variasjon i de ti mikrosatellittene uttrykkes som gjennomsnittlig antall alleler per mikrosatellitt og som gjennomsnittlig heterozygositet. For å sette den genetiske variasjonen hos Telemarkshjorten inn i en større sammenheng ble den genetiske variasjonen som ble funnet hos hjort fra Telemark sammenlignet med hjort fra Møre og Romsdal, fra Sogn og Fjordane og fra Nord-Trøndelag. Materiale fra disse områdene har blitt fremskaffet ved hjelp av viltavdelingen ved Veterinærinstituttet og av Rolf Langvatn ved NINA. Grad av genetisk differensiering ble analysert ved hjelp av F-statistik (Wright 1978). Fst, som er et mål på variasjonen i allelfrekvensen mellom populasjoner ble beregnet ved hjelp av dataprogrammet GENPOP (Raymond & Rousset 1995). På fôringsplassen ble det gjort regelmessige tellinger og observasjoner for at vi kunne danne oss et bilde av hvor mange dyr som besøkte plassen. Disse tellingene dannet grunnlaget for en kvalifisert bestandsestimering.

Resultater

Antall posisjoner registrert av GPS- mottakerne er vist i Tabell 1. Det er stor variasjon i antall registrerte posisjoner fra de ulike hjortene, og antall registrerte punkter per dag er nede i 0,29 for en av hjortene (nr. 150). Tabellen viser at det er mottatt betydelig færre posisjoner enn de 5 i døgnet som mottakerne var programmert til å motta. Tabellen viser dessuten at bare tre av mottakerne fungerte i hele undersøkelsesperioden, en fungerte til oktober, mens de tre siste sluttet å fungere alt i mai og juni 2000. GPS-mottakeren på hjort nr. 147 mottok posisjoner frem til den ble skutt i jakta 05.11.00.



Figur 1. Områdene dyrene har beveget seg i.

Som Figur 1 viser er det stor variasjon i bevegelsesmønstrene mellom de sju hindene, og de oppholder seg i store deler av sommeren i avgrensede områder. De oppholder seg vesentlig i områdene sør for Flåvatn, Kviteseidvatnet og Bandak. Bare ett dyr har hatt oppholdsområde nord for Bandak. Resultatene viser at de syv hindene oppholder seg i grenseområdene mellom kommunene Bø, Nome, Tokke, Kviteseid, Drangedal og Fyresdal. Hjort nr. 146 har bare i løpet av

92 timer vandret over 5 mil, til vestsiden av Dalen i Tokke. Tabell 2 viser oppholdstidspunkter rundt fôringsplassen. En ser at dyrene oppholder seg ved fôringsplassen frem til slutten av april, vandrer til sommerbeiteområdene og vender tilbake til områdene rundt fôringsplassen mot slutten av september og tidlig i oktober, hvor de oppholder seg til klavene blir tatt av i februar-mars. Figur 2 viser antall registrerte posisjoner per dyr i prosent, fordelt på registreringstidspunkt. Figuren viser at det er registrert færrest posisjoner rundt kl. 11.00 og flest rundt kl. 02.00 og kl. 21.00. Figur 3 viser antall registrerte posisjoner i prosent fordelt på måned, for dyr nr. 151 og for dyr nr. 152. Figuren viser at antall registrerte punkter synker med tiden for begge dyrene. VHF-signaler ble mottatt fra alle 7 hindene tidlig i jaktseasonen (ca. 15. sept.) og en kunne observere dem i området rundt fôringsplassen. Figur 4 viser den enkelte hinds oppholdsområder som flater, vist med funksjonen 'Minimum Convex Polygon'. Tabell 3 viser en oversikt over arealet i km² den enkelte hind har beveget seg i. De største områdene er tilbakelagt av de fire hindene hvor posisjoner er registrert over de lengste tidsrommene. Figur 5 og 6 viser 'homerange' for to av hindene i undersøkelsen.

Leverprøvene hadde høye nivåer av Cu. Verdiene var noe lavere i Nord-Trøndelag enn i Telemark som vist i Tabell 4. De fleste verdiene ligger høyt over det som regnes som kritiske minimumsverdier i lever for hjort (5-6 ppm). Av mineraler som regnes å samspille med Cu var det forholdsvis høye verdier av S, mens for Mo, Cd og Zn var det ventede verdier. Verdiene av Cu i serum er vist i Tabell 5. Verdiene lå godt over de kritiske minimumsverdiene for utvikling av klinisk kobbermangel. Det var ingen målinger under den kritiske verdien som en regner er 8 µmol/liter i serum.

Resultatene fra leverprøvene viser at det er store individuelle variasjoner i mengden kobber mens det er liten variasjon i forekomsten av de andre mineralene (Tabell 4).

Tabell 6 viser variasjonen i 10 mikrosatellitter hos hjort i Telemark sammenlignet med andre områder. For alle områdene viste alle ti mikrosatellitter variasjon. Både gjennomsnittlig antall alleler per lokus og gjennomsnittlig heterozygositet viste at det var liten eller ingen forskjell i grad av genetisk variasjon mellom de ulike hjortebestandene. Grad av genetisk differensiering, uttrykt som Fst-verdier er gitt i tabell 7. De parvise Fst-verdiene viste alle relativt høye verdier og alle verdiene var signifikante. Dette tyder på at den norske hjortestammen er genetisk strukturert og at hjorten i Telemark i dag er genetisk adskilt fra hjort fra de andre undersøkte områdene. Telemarkshjorten var genetisk mest lik hjort fra Sogn og Fjordane og minst lik hjort fra Nord Trøndelag. En estimering av bestanden i tilknytning til registreringer på fôringsplass og trekkområde er gitt i Tabell 8. Vi anslår

bestanden til å være minst 190 dyr i registreringsområdet. Det er og forsøkt å gjøre noen kvalifiserte estimeringer av alders og kjønnsfordeling som vist i Tabell 8.

Diskusjon

GPS posisjonsmålinger

Antall registrerte posisjoner var lav i forhold til forventet antall registreringer i undersøkelsesperioden. Færrest punkter ble registrert hos dyr nr 150 med 5% av det forventete, mens flest ble registrert hos dyr nr. 147 med 64 %. Gjennomsnittlig er det registrert posisjoner i 31 % av tiden dyrene har gått med klavene. De registrerte posisjonene gir oss dermed ikke et fullstendig detaljert bilde av bevegelsesmønsteret. De målte posisjonene gir oss likevel registreringer nok til å kunne oppgi "home range". Antall registrerte posisjoner varierer i løpet av døgnet og synker med tiden. Registreringstidspunktene ble valgt med utgangspunkt i det man vet om hjortens bevegelsesmønster. Dyrene hviler midt på dagen og beveger seg i beiteområdet eller mellom beiteområdene tidlig om morgenen og om kvelden. Undersøkelser viser at det ble registrert færrest posisjoner kl. 11.00 på formiddagen (Fig 4). Relativt få registreringer ble også gjort rundt kl. 07.00 og kl 16.00. Variasjonen i antall registrerte punkter fordelt på klokkeslett er tilnærmet like for alle de sju hindene. Moen (1999) fant i en undersøkelse med elg at det ble registrert færre posisjoner når dyrene var i aktivitet enn når dyrene hvilte. Dyrenes aktivitet hindret posisjonsbestemmelse på grunn av skygge fra trekronene som forstyrret satellittsignalene. I denne undersøkelsen viser resultatene det motsatte. Flest registreringer ble gjort når dyrene var i antatt aktivitet. Visuelle undersøkelser av topografiske forhold i oppholdsområdene viser at det er registrert få posisjoner i bratte nordvendte lier og i dype daler. De fleste posisjonene ble registrert i områder med lett kupert eller flatt terreng, på koller og i sør-, øst- eller vestvendte lier. Hvis dyrene i hvilperioden oppholder seg i trange daler, eller i terreng med tett kronesjikt vil det være vanskelig å motta signaler fra satellittene i området. Når dyrene hviler vil de oppholde seg i nærheten av beiteområdene. Dette er gjerne områder med skog, siden trekronene gir skygge og ly. Man må anta at dyrene har en tilnærmet lik adferd med hensyn på valg av hvileområder. Trolig vil de også ha et tilnærmet likt bevegelsesmønster i løpet av døgnet. Variasjonen over døgnet kan dermed skyldes et felles bevegelsesmønster og felles preferanser for hvileområdene. Vi kan derfor også anta at dyrene har vært i områder hvor det enten er vanskelig topografi og/eller tett kronesjikt i perioder hvor det ikke er registrert posisjoner. Kombinasjonen

topografi/vegetasjon og satellittgeometri kan dessuten ha betydning for posisjonsregistrering. I denne undersøkelsen er det ikke gjort noen grundigere analyser av eventuelle sammenhenger mellom disse faktorene. Satellittgeometrien alene kan ha betydning for posisjonsregistreringen. For de to dyrene med registreringer frem til klavene ble tatt av, er det registrert færre posisjoner med tiden (Fig 5). Årsakene til dette er ukjente, men kan ha sammenheng med batterikapasitet i mottakerne, temperatur eller andre ikke kjente forhold.

Mineralbalansen

En har sett effekt med økt kroppsvekt hos oppdrettshjort ved å gi tilskudd av kobberoksyd biter (Wilson 1989). Effekten av kobber på tilveksten hos hjortevilt, er ikke ny kunnskap. Her i landet beskrev Odhner allerede i 1917 god effekt på tilveksten på dyr med lungeorm ved bruk av kobberbiklorat som ble blandet inn i slikkesteiner. Det er ikke usannsynlig at kobbermangel nedsatte de generelle forsvarsmekanismene som derved medførte større mottakelighet for parasittære sykdommer som lungeorm. Det settes mange steder ut saltslikkesteiner for vilt. Disse har et større kobberinnhold enn de som brukes til husdyr. Hensikten med kobbertilsetningen er å sikre tilstrekkelig opptak og derved sikre en sunn hjortebestand. En må også være klar over at Cu er et metall som gir toksiske effekter i for store doser. Den toksiske effekten av Cu er artsavhengig. Kronhjorten er trolig meget tolerant for store doser, mens for eksempel sau er følsom. I beiteområder med mye kobber har en registrert forgiftning på sau. Det må derfor utvises en varsomhet ved bruk av saltslikkestein for vilt i beiteområder for sau. Kunnskaper om mineralstatus på hjorten i Norge er mangelfull, men en del registreringer er gjort av Kålås og Øyan i 1997. Den undersøkelsen viste kobberverdier over de kritiske verdiene for hjort, men også denne undersøkelsen viste stor individuell variasjon.

En observerer enkelte år stor dødelighet hos hjort på våren i områder med stor bestandstetthet, også i år hvor det ikke skulle være mye snø og mangel på fôr alene som er årsaken. I de områdene kan en ikke se bort fra mineralmangel kan ha betydning for overlevelse hos hjorten. Clutton-Brock og Albon (1989) beskriver dødelighet hos hjort på våren (i Skottland) når det har vært dårlig næringstilgang på vinteren og det har vært regn og vind i mars/april måneder. Dyra er avmagret. Denne undersøkelsen viste likevel at mineralbalansen i de to undersøkte områdene var tilfredsstillende. Kobberinnholdet i serum viser ikke alltid et riktig bilde av det totale kobberlageret i kroppen. Når verdiene i serum synker under 8 $\mu\text{mol/l}$ regner en med at kobberreservene er brukt

opp og det er kritisk for utvikling av sykdom. Serumprøvene i denne undersøkelsen viser gjennomsnittlig 21,1 $\mu\text{mol/L}$ (Tabell 5). Alle verdiene var godt over den kritiske verdien. Nivået av kobber i lever regnes som en sikrere parameter for å kunne vurdere kobberreservene fordi kobber lagres i leveren. Nivået hos hjorten i Telemark var gjennomsnittlig 54,9 ppm våtvekt (Tabell 4) mens det for et sammenlignende område på Otterøya i Namsos var 41,9 ppm. Når verdiene er ned mot 5-6 ppm regner en med at lagrene kan være brukt opp og at en kan utvikle sykdom. Som tabellen viser er det ingen indikasjoner på at hjorten i Telemark ikke får tilstrekkelig med Cu. De høye verdiene som er målt tilsier at det er unødvendig å tilføre Cu med viltsaltslikkesteiner. Molybden er antagonistisk til kobber. Et overskudd av kobber fortrenger Mo og vice versa. Når Cu/Mo forholdet ligger under 2-3 i fôret er faren for induert Cu-mangel stor (McDowell 1992). I denne undersøkelsen var denne verdien 65 i lever ved bruk av medianverdien hos alle undersøkte dyrene (Rosef, Fimreite & Egeland 2001). Frank og medarbeidere (1994) hevder at når verdien er over 20 i lever, er det fare for kobberforgiftning. Hjorten ser imidlertid ut til å være meget tolerant for Cu, og det er ikke registrert negative effekter ved slike høye verdier som er rapportert i Telemark. En antar også at det er et samspill mellom S, Cu og Mo, et forhold som ikke er helt klarlagt. Likeledes regner en med at også Zn og Cd har betydning (McDowell 1992). Tabell 4 viser verdiene for disse mineralene. Svovelinnholdet er relativt høyt, mens det er innenfor det forventede for Zn og Cd.

Vinterfôring av hjorten

Tilgangen på vinterbeite setter ofte grenser for hvor store viltbestander som kan livberge seg innen et område. Støttefôring vinterstid kan virke som et godt hjelpemiddel. Gjennom planmessig og målrettet fôring kan en oppnå å avlaste skadeutsatte og sårbare områder. Dødelighet som oppstår om våren etter knapphet på fôr om vinteren kan trolig unngås. Ved vinterfôring kan dyrene også være sårbare, fordi de fullt og helt er prisgitt den hjelpen som blir gitt (Veiberg 2001).

Motivasjonen for tilleggsfôringen som blir gitt i Nome var opprinnelig å hjelpe rådyr til å overleve vinteren. Denne fôringen hadde en holdt på med siden midten av 60 årene. Et stort snøfall vinteren 1993/94 medførte at hjort dukket opp på fôringsplassen sammen med rådyra. Det ble observert 17 hjorter som omfattet eldre hinder, 11/2 års hinder og kalver. Hjorten ble fôret med rundballer og ble gitt noe havre. Dyrene ble i løpet av vinteren temmelig tamme for fôrverten. Fôringen fortsatte, og vinteren 2000/01 ble det observert over 100 dyr. Det ble telt 75 individer på ett tidspunkt. Disse utgjorde hinder og kalver.

Første året ble ingen bukker observert. Det dukket en og annen bukk opp etter hvert og siste året ble det observert 10 kronhjorter, en del yngre bukker og en del halvannet-årige bukker.

Det er kjent at hjorten har tilpasset seg mange forhold, men har problemer med mye snø. Det ble observert stor dødelighet på hjort på Vestlandet etter den rike snøvinteren 1967 (Langvatn 1980). I Telemark kan det være rike snøvintre. Hjorten har relativt små klauver og er tunge og vil derfor ha vanskelig for å ta seg fram i dyp snø. Dyra er da også i større grad utsatt for predasjon av rovdyr. Det er liten tvil om at vinterfôring, særlig i harde vintre, kan bidra til økt overlevelse for hjorteviltet. Klimatisk ligger vi i yttergrensen for den europeiske utbredelsen av hjort (og rådyr). Store bestandssvingninger kan som følge av klimatiske forhold reduseres med fornuftig tilleggsfôring. Observasjoner på foringsplasser kan brukes som redskap for den lokale viltforvaltningen, for eksempel til bestandsestimering. En må derfor vite noe om hvor stor del av vinterbestanden som regelmessig anvender fôringsplassen. Ved å bruke GPS posisjoneringsutstyr som det er gjort i denne undersøkelsen, kan det gi oss bedre kunnskaper om trekk og bevegelsesmønster og gi oss kunnskaper slik at estimeringen kan bli sikrere. Hjort har vært sett i fôringsområdet siden ca 1970, og det første individet ble skutt under jakt tidlig i 70 årene. Da det ble åpnet for ordinær hjortejakt ble det regelmessig observert og skutt hjort i dette området. Til tross for dette var de ikke å observere på fôringsplassen. Rådyra kom regelmessig. En må kunne anta at hjorten har et kommunikasjon/signalsystem som gjør at det kom såpass mange første året når først noen var begynt å ta til seg av rundballene som var lagt ut. Det er vanskelig å tenke seg noen annen forklaring på at det kom flere dyr etterhvert enn at de kommuniserer. Det er først og fremst hinder og kalver som kommer til fôringsplassene. Det er også observert andre steder (Veiberg 2001). En har observert at hjorten kan ha lange vandringer mellom sommer- og overvintringsbeite. Dette har en kunne registrere ved ulike merkeprosjekter, særlig på Vestlandet hvor hjortetettheten er høy. Vi har i denne undersøkelsen ved hjelp av GPS, kunne se trekkmønsteret til hjorten i Telemark. Vi registrerer at hindene kan vandre flere mil til gode sommerbeiter og at de ikke følger hverandre når de reiser fra vinterfôringsplassen. (Fig 1). I Sverige er det er gjort økologiske undersøkelser av kronhjort i områder med nyetablerte populasjoner. I vintre med lite snø dominerte beitet nær bakken, mens en med vintre med mer snø var buskskiktet viktigst. Hjortens næringsvalg sammenfaller med elgens i vintre med mye snø. Elg og hjort utnytter de samme biotopene og beiter ofte innen samme område uten aggressive tendenser. Snødypp over 50 cm er beskrevet som besværlig for hjorten. I nyetablerte

områder vil vanligvis veksten og kroppsvekten og drektighetsprosenten (96%) være høy (Lauvsund 1976). En registrerer at dyra som er på fôringsplassene er store og velutviklede individer.

I og med at dyra er tilvendt vinterbeitet og det er et stort antall dyr, vil fortsatt støttefôring være nødvendig dersom ikke stammen skal bryte sammen. Dersom en slutter brått med fôring i dette området vil en risikere at dyra sulter i hjel da de ikke kan finne nevneverdig fôr om det kommer en del snø. Så fort snøen blir borte trekker hjorten fra fôringsområdet mot sine sommerhabitater.

Estimering av antall dyr i området

Det kan ikke gis et sikkert anslag på antall hjort i området. Estimateret bygger på kvalifiserte vurderinger med utgangspunkt i observasjoner på fôringsplassen og trekkrutene basert på GPS registreringene. Ut fra disse vurderingene kan en gi et estimat som vist i Tabell 8. Den viser og kjønn og aldersfordeling på fôringsplassen. Ut fra antallet voksne hinder og en normal kjønnsfordeling av kalver kan en lage et estimat av bestanden. Antall hjort må betraktes som minimumstall da en ikke kan regne med at alle dyr i området trekker til fôringsplassen. Det registreres at bukker i mindre grad kommer til fôringsplassen. Kjønnsfordelingen på kalver er vanligvis 51-52% bukkekalver slik at en må anta at antallet bukker vil være noe høyere enn hinder, men en antar at dødeligheten er større hos eldre bukker (returbukker) slik at dette kompenseres. Ved et forsiktig anslag på at 10 % av dyrene i området ikke besøker fôringsplassen, vil det være minst 190 dyr i området. (Tabell 8). Det er observert hjort og hjortespor i områder om vinteren, ikke langt fra fôringsplassen, men som trolig ligger utenfor fôringsplassens influensområde. Det tyder på at våre estimater er forsiktige. Vi har ikke noe grunnlag for å si hvor mange hjorter som ikke er påvirket av fôringsplassen. Vi har heller ikke noe grunnlag for å ekstrapolere og estimere antallet hjort i hele fylket da preferanseområder kan variere mye innen fylket. Vi kan likevel si at det i dette området er en høy bestand av hjort. Det er også klart at den er i kraftig utvikling. De foreliggende dataene kan være et grunnlag for den lokale og regionale forvaltning av hjorten når det gjelder vurdering av tiltak som vinterfôring og jaktuttak.

Hjortens historie og genetisk struktur

Utbredelsesmønsteret til hjorten forteller mye om dens evne til å tilpasse seg ulike klimaforhold. Innen hjortens utbredelsesområde viser de ulike rasene stor variasjon med hensyn på pelsfarge, størrelse og gevir.

Så langt en kjenner til, går hjortens historie i Norge tilbake til steinalderen, ca 3000 år f. Kr, en periode med varmt klima. Dette er klarlagt gjennom daterte fossilfunn (Langvatn 1980). Noen tror at hjorten kom hit til landet fra sør, via Sverige, mens andre hevder at hjorten kom til Norges vestkyst fra Skottland. Vestlandet synes å ha vært det mest attraktive område for hjorten. En kan se hjort på helleristninger, og en har funnet gamle dyregraver som viser at hjorten har vært et viktig jaktobjekt. Det er grunn til å tro at hjorten hadde en omfattende utbredelse i Norge allerede i middelalderen. Gamle nedtegnelser viser at det rundt 1300 ble eksportert hjortehuder og hjortegevir til England. På 14-1500 tallet synes hjorten å ha vært tallrik på flere steder langs sørlandskysten. Forordninger fra 15-1600 tallet inneholdt bestemmelser for reguleringer av hjortejakta. I 1632 skriver P. Claussøn at hjorten forekommer ved Nedenes like sør for Arendal, på Hitra og Vikna i Nord Trøndelag og i Nord Norge. Mye tyder på at hjorten gikk sterkt tilbake tidlig på 1700 tallet. Flere mener at denne tilbakegangen skyldes store bestander av ulv og bjørn. Hjorten ble da presset ut til et fåtall lokaliteter langs kysten, særlig øyer hvor de store rovdyrene ikke forekom i stort antall. På midten av 1800 tallet fantes hjort trolig bare på spredte lokaliteter langs kysten fra Boknfjorden til Tronheimsfjorden. Mot slutten av 1800 tallet ble det registrert en generell oppgang i bestanden. Fra denne perioden foreligger det mer detaljerte nedtegnelser som viser at hjorten overveiende var å finne i Vest-Norge, fra Nord-Rogaland til Nord Trøndelag (Ingebrigtsen 1924, Langvatn 1980).

Det er sannsynlig at vi har hatt hjort i Telemark i perioder hvor hjortebestanden har vært høy på Sørlandet. Samtidig har det også vært gjort registreringer på Østlandet. En må anta at hjorten ble fortrent fra Telemark i periodene hvor predasjonen var høy (rovdyr) og de klimatiske forholdene forverret seg.

Hjortebestanden er under sterk utvikling i Telemark i dag. Fra enkelte observasjoner på 1960 tallet til en avskyting ved jakt på over 100 dyr høsten 2000 viser dette klart. En tett og økende bestand er registrert i forbindelse med vinterfôringen på Strengen i Nome kommune. Trekkmønsteret registrert ved GPS underbygger også dette.

I dag har man en DNA-teknologi hvor en relativt godt kan beskrive den genetiske variasjonen innen og mellom bestander. Vi har undersøkt den genetiske variasjonen i hjortebestanden i Telemark, og sammenlignet den med hjort fra andre lokaliteter for å kunne vurdere om denne skilte seg ut fra annen norsk hjort. De foreliggende dataene viser at grad av genetisk variasjon hos telemarkhjorten ikke atskiller seg fra det vi finner hos hjort fra de mer sentrale hjorteområdene i Norge. Dette tyder på at den effektive populasjonsstørrelsen av hjort i Telemark ikke har vært nede på en størrelse hvor

det har foregått betydelig tap av genetisk materiale. Det kan likevel ikke utelukkes at bestanden har vært nede på en kritisk størrelse i en kortere periode hvor stokastiske prosesser (som genetisk drift) har hatt betydning for den genetiske variasjonen. At den norske hjortestammen gjennomgående synes å være genetisk strukturert tyder på at det er svært liten genetisk utveksling mellom de ulike bestandene. Til tider kan derfor den effektive populasjonsstørrelser ha vært nede på størrelser hvor effekten av genetisk drift har større betydning for den genetiske strukturen enn effekten av eventuell inn- og utvandring.

Oppdrett av hjort er en stor næring i mange land. Det er nå stor interesse for oppdrett av hjort i Norge. Forskrift om hold av vilt i fangenskap setter krav til at den norske hjorten ikke skal blandes med annet genetisk materiale. Det uttrykkes i § 1-3 "Når det gjelder farming av hjort opprettholdes kravet fra den tidligere forskriften at det kun tillates oppdrettet hjort som stammer fra norske viltlevende bestander. Dette av hensyn til fare for genetisk utvanning". For å få en fullstendig forståelse for den genetiske strukturen i den norske hjorten, vil det være behov for mer detaljerte data og en mer fullstendig genetisk beskrivelse. Undersøkelser av svensk og skotsk hjort vil kunne si noe om innvandring og likheter, og ulikheter med den norske hjorten. Denne kunnskapen er viktig for at forvaltningen skal kunne ha en reell mulighet for kontroll av hjortens avstamning. Dette også sett i lys av at det er tilgjengelig "ny" teknologi når det gjelder avl, hvor både kunstig inseminering og embryo implantasjoner kan utføres på hjort.

Tabell 1. Oversikt over antall registrerte posisjoner per dyr i forsøksperioden. Den siste kolonnen viser det forventede antall posisjoner i forsøksperioden. Forventede antall registrerte posisjoner per dag for dyr nr. 151 og 152 etter 31.12.2000 er 2. Før 31.12.2000 er det forventede antallet 5.

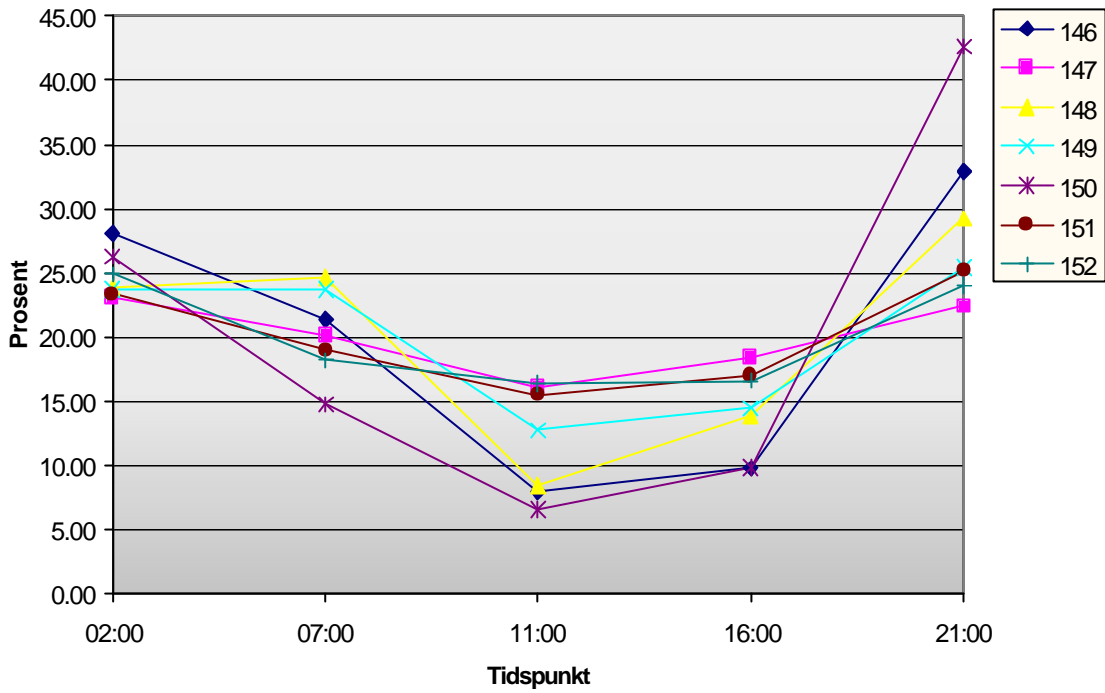
| Individ | Første observasjon | Siste observasjon | Ant. Punkt | Dager | Punkt/dag | Forventet ant. pkt |
|---------|--------------------|-------------------|------------|-------|-----------|--------------------|
| 146 | 09.03.2000 | 10.10.2000 | 164 | 216 | 0.76 | 1080 |
| 147 | 12.03.2000 | 05.11.2000 | 777 | 242 | 3.21 | 1210 |
| 148 | 12.03.2000 | 24.06.2000 | 130 | 105 | 1.24 | 525 |
| 149 | 21.03.2000 | 22.06.2000 | 173 | 94 | 1.84 | 470 |
| 150 | 09.03.2000 | 05.05.2000 | 61 | 208 | 0.29 | 1040 |
| 151 | 09.03.2000 | 31.12.2000 | 773 | 449 | 1.72 | 2245 |
| 151 | 01.01.2001 | 02.02.2001 | 33 | 33 | 1.00 | 66 |
| 152 | 23.03.2000 | 31.12.2000 | 415 | 436 | 0.95 | 2180 |
| 152 | 01.01.2001 | 28.01.2001 | 19 | 28 | 0.68 | 56 |

Tabell 2. Oppholdstidspunkter ved fôringsplassen.

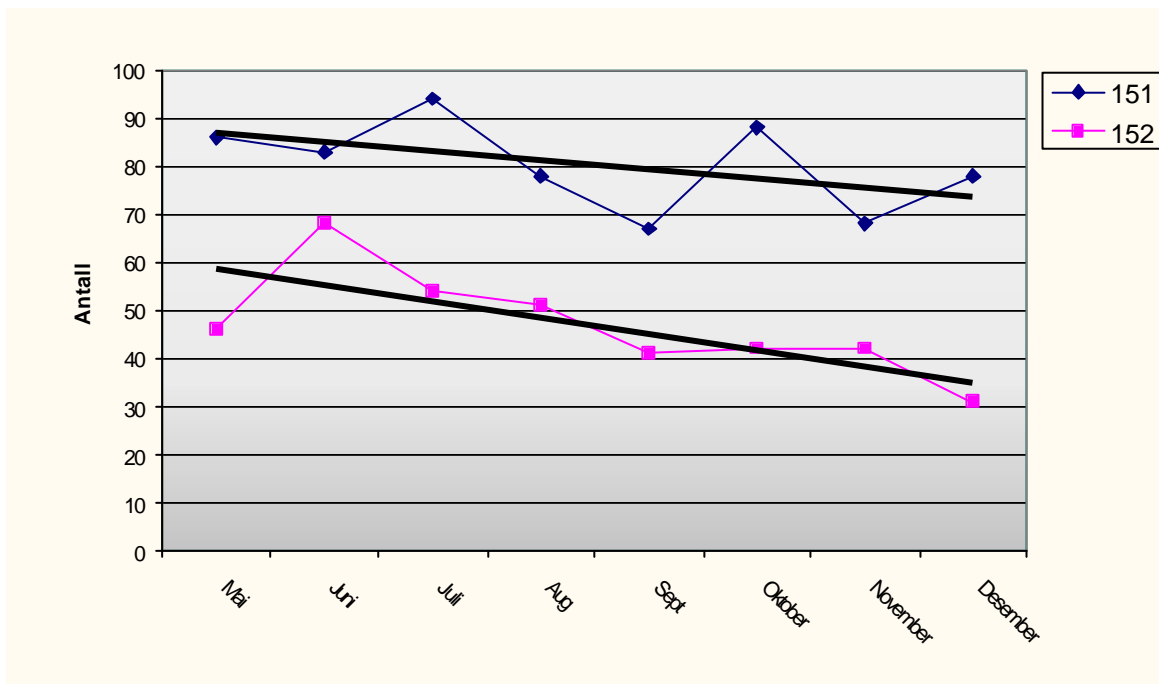
| Individ | Tidsperiode på fôringsplass (4 km radius) |
|---------|--|
| 146 | 9. mars – 23. april 2000 |
| 147 | 12. mars – 27 april og 20. september – 5. november 2000 |
| 148 | 12. mars – 20. april 2000 |
| 149 | 21. mars – 23. april 2000 |
| 150 | 9. mars – 24. april 2000 |
| 151 | 9. mars – 23. april 2000 og 19. oktober – 2. februar 2001 |
| 152 | 23. mars – 18. april 2000 og 25.oktober 2000 – 28. januar 2001 |

Tabell 3. Totalt areal for oppholds områdene beregnet med 'Minimal Convex Polygon'.

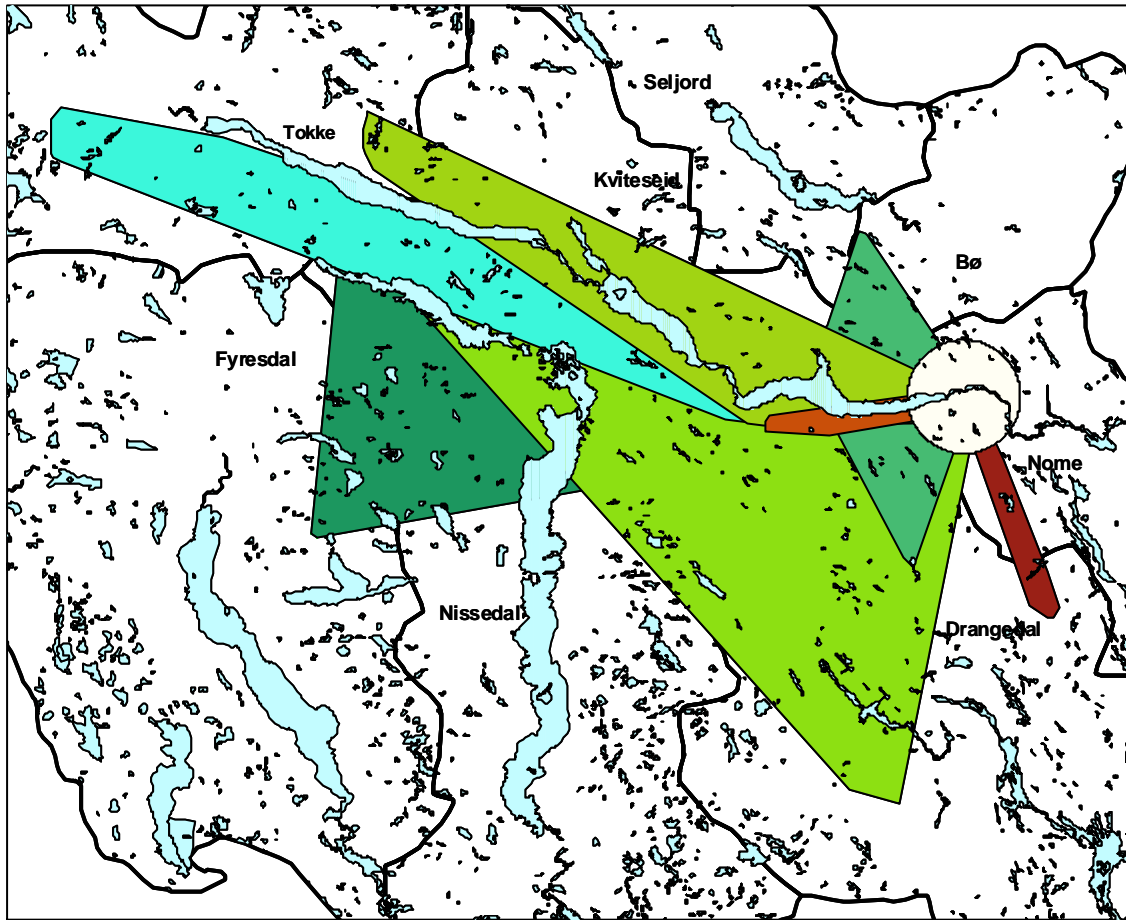
| Individ | Areal i km2 |
|---------|-------------|
| 146 | 403,45 |
| 147 | 136,37 |
| 148 | 29,07 |
| 149 | 268,52 |
| 150 | 26,05 |
| 151 | 598,34 |
| 152 | 765,91 |



Figur 2. Antall registrerte posisjoner pr. dyr fordelt på klokkeslett.

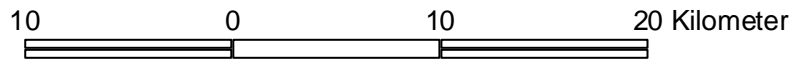


Figur 3. Antall registrerte posisjoner pr. dyr fordelt på mnd. for hjort nr. 151 og 152.

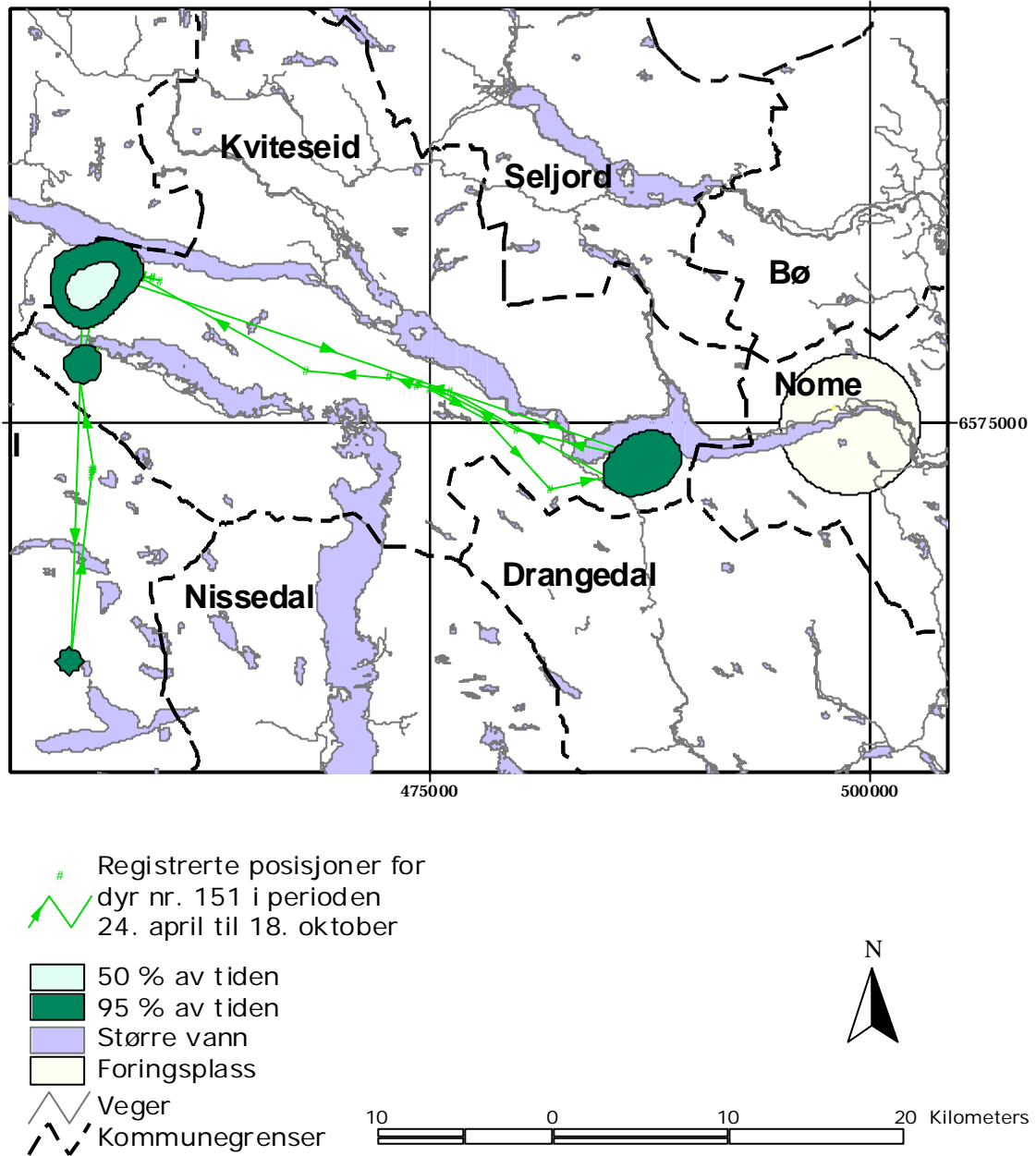


- Mcp150
- Mcp149
- Mcp148
- Mcp147
- Mcp146
- Mcp152
- Mcp151

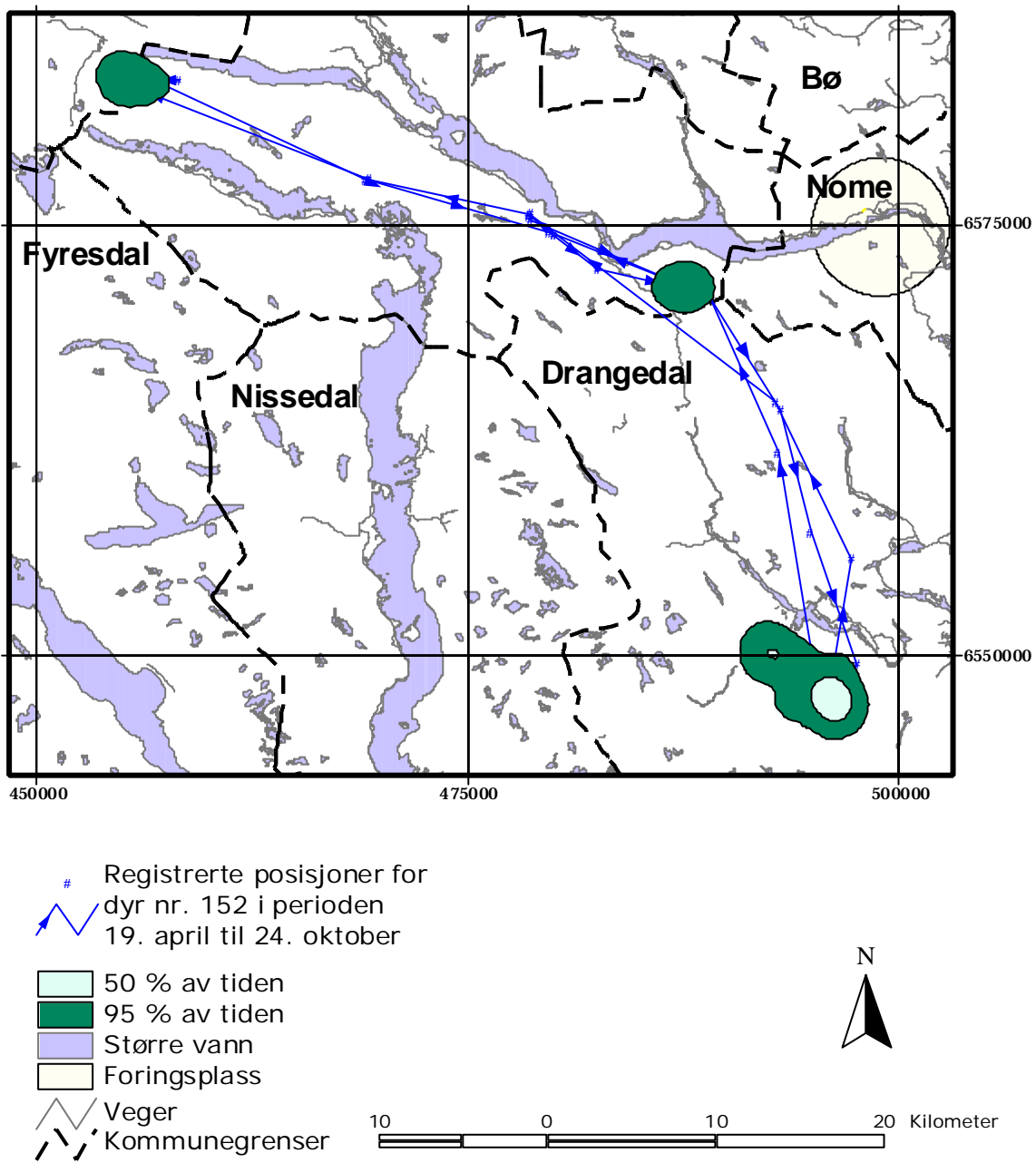
- Større vann
- Kommunegrenser
- Foringsplass



Figur 4. Oppholdsområdene for 7 hinder gjennom en 3–12 mnd. periode beregnet med funksjonen Minimum Convex Polygon (MCP).



Figur 5. Homerange for dyr nr. 151.



Figur 6. Homerange for dyr nr. 152.

Tabell 4 . Utvalgte mineraler i lever hos villhjort i mg per kg våtvekt.

| | Telemark | | | | | | Namsos, Nord-Trøndelag | | | | | |
|-----------|----------|----------|--------|--------|-------|-------|------------------------|----------|--------|--------|-------|-------|
| | Antall | Gj.snitt | Median | St.avv | Maks | Min | Antall | Gj.snitt | Median | St.avv | Maks | Min |
| Cu | 15 | 54,9 | 60,6 | 27,4 | 87,2 | 0,8 | 24 | 41,9 | 32,1 | 28,5 | 111,6 | 10,3 |
| Mo | 15 | 0,220 | 0,757 | 0,419 | 1,439 | 0,046 | 24 | 0,928 | 1,007 | 0,340 | 1,400 | 0,282 |
| Zn | 15 | 0,683 | 64,7 | 26,4 | 112,8 | 15,2 | 24 | 41,2 | 40,2 | 26,0 | 79,1 | 3,7 |
| S | 15 | 2310 | 2275 | 258 | 2748 | 1950 | 24 | 2454 | 2487 | 469 | 3592 | 1067 |
| Cd | 15 | 61.3 | 0,212 | 0.119 | 0,476 | 0,037 | 24 | 0,079 | 0,066 | 0,037 | 0,191 | 0,043 |

Tabell 5. Kobber i serum hos voksne hinder fra Telemark i mmol pr. liter.

| | Antall | Gj.snitt | Median | St.avv | Maks | Min |
|-----------|--------|----------|--------|--------|------|-----|
| Cu | 20 | 21,1 | 17,5 | 9,9 | 42 | 9,4 |

Tabell 6. Grad av genetisk variasjon i 10 mikrosatellitter hos hjort fra Telemark sammenlignet med hjort fra andre områder i Norge.

| | Antall individer | Gjennomsnittlig antall alleler pr. lokus | Gjennomsnittlig heterozygositet |
|-----------------------|------------------|--|---------------------------------|
| Telemark | 26 | 3,7 | 0,54 |
| Møre og Romsdal | 21 | 3,5 | 0,57 |
| Sogn og Fjordane | 18 | 4,0 | 0,53 |
| Nord-Trøndelag | 25 | 3,5 | 0,53 |
| Hitra, Nord-Trøndelag | 12 | 3,3 | 0,53 |

Tabell 7. Parvis grad av genetisk differensiering, uttrykt som Fst-verdier, mellom hjort fra ulike områder i Norge basert på variasjon i 10 mikrosatellitter.

| | Telemark | Sogn og Fjordane | Møre og Romsdal |
|------------------|----------|------------------|-----------------|
| Sogn og Fjordane | 0,099 | | |
| Møre og Romsdal | 0,137 | 0,063 | |
| Nord-Trøndelag | 0,238 | 0,175 | 0,107 |

Tabell 8. Estimering av lokal hjortebestand ut fra tellinger på fôringsplassen vinteren 2000/2001 sammenholdt med GPS registreringer av 7 hinder.

| | Hinder | Hinder 1 1/5 år | Kalver | Kronhjort | Andre bukker | Bukker 1 1/5 år |
|--------------------------------------|---------------|----------------------------|---------------|------------------|-------------------------|----------------------------|
| Registrerte* | 40 | 20 | 40 | 10 | 10 | 10 |
| Ikke registrerte bukker** | | | | 34 | | 10 |
| Ikke registrerte 10% *** | 4 | 2 | 4 | 4 | | 2 |
| Sum (190) | 44 | 22 | 44 | 48 | 10 | 22 |

* Observasjoner på fôringsplassen

** Estimering av bukker som ikke er på fôringsplassen

*** Det legges til 10 % som et minimum av dyr som ikke er registrert

Referanser

- Clutton-Brock M.A. & Albon S.D. 1989: Red deer in the Highlands, BSP Professional Books, Oxford London Edingburg Boston Melbourne.
- Edenius L. 1997: Field test of GPS location system for moose *Alces alces* under Scandinavian boreal conditions. *Wildlife Biology* 3:39-43.
- Environmental Systems Research Institute Inc. (ESRI) 1992-1999: ArcView 3.2.
- Forskrift om hold av vilt i fangenskap, oppdrett av vilt i innhegnet område, og om jakt på oppdrettet utsatt vilt. 15 feb. 1999: Direktoratet for naturforvaltning.
- Frank A., Galgan V. & Petersson L.R. 1994: Secondary copper deficiency, chromium deficiency and trace element imbalance in the moose (*Alces alces* L.): effect of anthropogenic activity. *Ambio* 23:315-317.
- Geisel O., Betzl E., Dahme E., Schmahl W. & Hermanns W. 1997: Enzootische spinale Ataxie bei Dam- und Rotwildt in Gehenen in Oberbayern. *Tierärztl Prax* 25: 598-604.
- Halvorsen T. 1996: WSKtrans. Ver. 3.0. Statens Kartverk.
- Hooge P.N. & Eichenlaub B. 1997: Animal movement extension to arcview. ver.1.1. Alaska Biological Science Center, U.S. Geological survey, Anchorage, AK, USA.
- Hooge P.N., Eichenlaub B. & Solomon E. 1999: Animal movement program. Ver 2.0 Beta-USGS, Alaska Biological Science Center, USA.
- Ingebrigtsen O. 1924: Hjortens utbredelse i Norge. Bergens Museums Aarbok 1922-1923. Naturvitensk. Række Nr. 6.
- Kålås J. A. & Øyan H. S. 1997: Terrestrisk naturovervåking Metaller, selen, kalsium og fosfor i elg, hjort og rådyr, 1995-96. Program for terrestrisk overvåking, Rapport nr 77, NINA.
- Langvatn R. 1980: Hjorten in: Norges Dyr ed: Frislid, R og Semb-Johansen A. Bind 1 Pattedyr: J.W Cappelens forlag A.S. side 422-445.
- Lavsund S. 1976: Kronhjortens, *Cervus elaphus* L., ekologi i områden med nyetablerade populasjoner i Syd- og Mellansverige. Institutionen för Skogszoologi nr. 25.
- McDowell L.R. 1992: Minerals in animal and human nutrition, Academic Press.
- Moen R., Pastor J. & Cohen Y. 1997: Accuracy of GPS telemetry collar location with differential correction. *Journal of Wildlife Management* 61:530-539.

- Moen R., Pastor J. & Cohen Y. 1999: Effects of animal activity on GPS telemetry location attempts. Center for Water and Environment, Natural Resources Research Institute University of Minnesota.
- Odhner T. 1917: Nye undersøkelser av lungeorm hos husdyr og vildt. Norsk Jæger og fiskerforenings tidsskrift 46: no 4, 13-15.
- Raymond M. & Rousset F. 1995: GENEPOP (version 1.2): population genetics software for exact tests and ecumenicism. *Journal of Heredity* 86:248-249.
- Rempel R.S. & Rodgers A.R. 1997: Effects of differential correction on accuracy of a GPS animal location system. *Journal of Wildlife Management* 61:525-529.
- Rempel R.S., Rodgers A.R. & Abraham K.F. 1995: Performance of a GPS animal location system under boreal forest canopy. *Journal of Wildlife Management* 59:543-551.
- Rosef O., Fimreite N. & Egeland B. 2001: Koppermangel hos oppdrettshjort. *Norsk Veterinærtidsskrift*, 113: 771-775.
- Røed K. H. & Midthjell L. 1998: Microsatellites in reindeer, *Rangifer tarandus*, and their use in other cervids. *Molecular Ecology*, 7, 1773-1776.
- Suttle N.F. 1986: Copper deficiency in ruminants; recent developments. *Veterinary Record* 119: 519-522.
- Talbot J., Haigh J. & Plante Y. 1996: A parentage evaluation test in North American Elk (Wapiti) using microsatellites of ovine and bovine origin. *Animal Genetics*, 27:117-119.
- Veiberg V. 2001: Hjorteskadeprosjektet 1998-2000-Sluttrapport. Norsk hjortesenter, Rapport 1/2001.
- Weber J.L. & May P.E. 1989: Abundant class of human DNA polymorphisms which can be typed using the polymerase chain reaction. *American Journal of Human Genetics*, 44:388-396.
- White G.C. & Garrott R.A. 1990: *Analysis of Wildlife Radio Tracking Data*. Academic San Diego, California, USA.
- Wilson M.P., Orr M.B. & Key E.L. 1979: Enzootic ataxia in red deer. *N Z Vet J* 27:252-254.
- Wilson P.R. 1989: Bodyweight and serum copper concentration of farmed red deer stags following oral copper oxide wire administration. *N Z Vet J* 37:94-97.
- Wright S. 1978: *Evolution and genetics of populations*. Vol. 4. Variability within and among

natural populations. Chicago, University of Chicago Press.