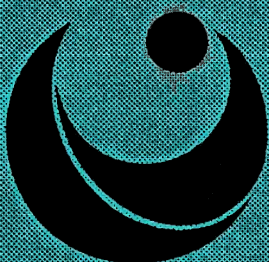


098

oppdragsmelding

Støy og forstyrrelser, – metodikk
til registrering av hjortedyrs
reaksjon på militær aktivitet

Rolf Langvatn
Reidar Andersen



NINA

NORSK INSTITUTT FOR NATURFORSKNING

Støy og forstyrrelser, – metodikk til registrering av hjortedyrs reaksjon på militær aktivitet

Rolf Langvatn
Reidar Andersen

Langvatn, R. og Andersen, R. 1991.
Støy og forstyrrelser, – metodikk til registrering av
hjortedyrs reaksjon på militær aktivitet.
NINA Oppdragsmelding 98: 1–48.

ISSN 0802–4103
ISBN 82–426–0174–7

Klassifisering av publikasjonen
Norsk: Vassdragsutbygging og andre tekniske inngrep.
English: Hydro–power construction and other technical
development.

Copyright (C) NINA
Norsk institutt for naturforskning
Oppdragsmeldingen kan siteres fritt med kildeangivelse

Redaksjon:
Rolf Langvatn, Lill Lorck Olden og Jorunn J. Pettersen

Opplag: 120

Kontaktadresse
NINA
Tungasletta 2
7005 Trondheim
Tlf. (07) 58 05 00

Referat

Langvatn, R. og Andersen, R. 1991. Støy og forstyrrelser, – metodikk til registrering av hjortedyrs reaksjon på militær aktivitet. – NINA Oppdragsmelding 98: 1–48.

I samarbeid med Forsvaret og Direktoratet for naturforvaltning har NINA og SINTEF, Reguleringssteknikk, utviklet telemetriutstyr og metodikk for registrering av reaksjoner hos elg og hjort på ulike typer støy og forstyrrelse. Som kriterium på dyras reaksjoner har vi benyttet hjerteslagsfrekvens i kombinasjon med aktivitetssignal. Disse kriteriene skiller mellom ulike typer aktivitet (fysisk reaksjon). I tillegg vil hjertesignalet avsløre orienteringsrespons (stimulusdeteksjon).

Både elg og hjort viser relativt høy toleranse for luftfartøy og mekanisk støy. Motorkjøretøy på bakken virker forstyrrende først og fremst på kort hold (<150–180 m) og ved at de beveger seg direkte mot dyra. Generelt synes mennesker å være det stimulus som elg og hjort reagerer mest på. Toleransegrensene overfor motorkjøretøy og mennesker er avhengig av forstyrrelseskildens bevegelsesmåte og trasémønstre, samt dyrenes tilgang på tilfredsstillende skjul.

Emneord: hjerteslagsfrekvens – forstyrrelsesstimuli – reaksjon.

Rolf Langvatn og Reidar Andersen, Norsk institutt for naturforskning, Tungasletta 2, 7005 Trondheim.

Abstract

Langvatn, R. and Andersen, R. 1991. Noise and disturbance, – a method for recording responses in cervids to military activity. – NINA Oppdragsmelding 98: 1–48.

Financed by the Defence Ministry and Directorate for Nature Management, a three year project was carried out by NINA, in cooperation with SINTEF, Automatic Control, to develop telemetry equipment and methods for monitoring reactions in cervids (moose and red deer) towards various noise – and harassment stimuli. Combined signals for heart rate and physical activity provided indications of stimulus detection and behavioural response.

Both moose and red deer demonstrated a relatively high tolerance for aircrafts and mechanical (engine) noise. However, all-terrain vehicles may cause fright and alarm responses at short distance (< 150–180 m) and when heading directly towards the animals. In general, moose and red deer exhibit high alertness towards humans. Tolerance-thresholds towards vehicles and humans are probably dependent on movement pattern, track fidelity and the animals access to cover.

Key words: heart rate – alarm stimuli – response.

Rolf Langvatn and Reidar Andersen, Norwegian Institute for Nature Research, Tungasletta 2, N-7005 Trondheim.

Forord

Forsvaret ved Forsvarets bygningstjeneste (FBT) og Direktoratet for naturforvaltning (DN) har vært oppdragsgivere, og har i hovedsak finansiert dette prosjektet med utvikling av telemetriutstyr og metodikk til registrering av hjortedyrs reaksjoner på støy og forstyrrelser knyttet til militær aktivitet. NINA har vært faglig prosjektansvarlig og gjennomført undersøkelsene i felt, mens SINTEF, Regulerings-teknikk har stått for utvikling av telemetriutstyr.

Styringsgruppen for prosjektet har bestått av følgende personer:

- oblt. Bjørn Boye (DKØ)
- kontorsj. Reidar Hindrum (DN)
- kontorsj. Morten Johannesen (FBT, – leder).

NINA vil takke styringsgruppen for hyggelig og konstruktivt samarbeid i alle faser av prosjektet. Støtte fra styringsgruppen kom spesielt godt med da tapet av to kostbare hjertesendere trued med å forkludre prosjektet både faglig og tidsmessig, og delvis gjorde det økonomisk. Takk for forståelsen dere viste og for godt samarbeid.

Prosjektet hadde ikke som siktemål å gi svar på alle spørsmål omkring støy, forstyrrelser og dyreliv, men det viser en mulig vei inn i problemområdet. Henviste litteraturreferanser og bibliografier gir et rimelig oppdatert og representativt bilde av kunnskapsgrunnlaget ved prosjektets avslutning.

Trondheim, desember 1991

Rolf Langvatn
Reidar Andersen

Innhold

	Side
Referat	3
Abstract	3
Forord	4
1 Innledning	6
2 Prosjektet	7
3 Metodikk og forsøksprosedyrer	10
4 Resultat og erfaring fra forsøkene	17
5 Generelle kommentarer – diskusjon	33
6 Sammendrag og konklusjon	40
7 Videreføring av prosjektet	41
8 Referert litteratur	43
9 Utredninger og bibliografier vedrørende militær aktivitet og dyreliv	48
APPENDIX 1.	

1 Innledning

Økt oppmerksomhet omkring naturforvaltning og miljøvern generelt gjennom 70–80 åra gjenspeiles i flere lovrevisjoner og nye lover med tilknytning til dyreliv og utmarksområder i denne perioden. Det gjelder bl.a.: plan- og bygningslov, viltlov, lov om naturvern, lov om motorferdsel, lov om friluftsliv, fjelloven, og andre.

Forsvaret har lange tradisjoner i å bruke norsk utmark til øvelser og annen virksomhet knyttet til oppgaver Forsvaret skal løse i vårt samfunn. Etter hvert er en del faste installasjoner med tilhørende infrastruktur (veier, strømtilførsel etc.) bygd ut, og vesentlige deler av virksomheten har dermed blitt fastere knyttet til bestemte lokaliteter. En del av øvingsaktiviteten vil likevel foregå i varierende terrengetyper og på ulike lokaliteter, avhengig av øvingsopplegg. Boye og Borg (1989) har i en rapport vurdert hærens øvinger i utmark og sett på konsekvensene med hensyn til enkelte sider av utmarksforvaltningen. Rapporten gir en god og strukturert oversikt over problemområdet, og påpeker en rekke felt hvor kunnskapsgrunnet bør styrkes for å oppnå bedre og mer skånsom bruk av utmarksområdene.

Gjennom de siste ti-år har også sivilbefolkningens bruk av utmarksområdene økt vesentlig i fritidssammenheng, og delvis også til næringsformål. I begge tilfeller har utmarksbruken fått stadig større preg av "motorisert aktivitet", noe som gjenspeiles i økt antall snøscootere, traktorer og skogsmaskiner. Et økende nettverk av skogsveier har dessuten bidratt vesentlig til at tilgjengeligheten har blitt større til områder som tidligere var relativt lite benyttet både til næringsformål og fritidsbruk.

Direktoratet for naturforvaltning har nasjonalt ansvar innen fauna- og naturområdeforvaltning. I tillegg har DN oppgaver når det gjelder tilrettelegging og utvikling av naturbasert friluftsliv. Åpenbart kan det her oppstå konfliktsituasjoner. Friluftsliv vil i mange sammenhenger representere en negativ faktor for plante- og dyreliv. Samtidig er det å kunne oppleve vitale dyrebestander i naturen et ønske hos mange mennesker, og et betydelig element i livskvaliteten ved vårt samfunn. DN har sett det som viktig å bidra til at dyrelivets reaksjon på menneskelig virksomhet i utmark blir nærmere belyst med faktisk informasjon, for dermed å kunne tilrettelegge forvaltning og bruk av utmarksområder på en relevant måte.

Konsekvensene av menneskelig virksomhet i utmark vises stadig større oppmerksomhet, og et viktig punkt i den sammenheng har vært dyrelivets reaksjon på støy og andre typer forstyrrelser forårsaket av menneskelig virksomhet i utmarksområdene. Spesielt har det vært fokusert på Forsvarets aktiviteter, selv om det prinsipielt ikke skulle være noen forskjell på om virksomhet med uheldige konsekvenser for naturen skjer i militær eller sivil regi. I den grad et slikt inntrykk er reelt kan forklaringen kanskje være at Forsvarets virksomhet ofte oppfattes som "dramatisk" og av stort omfang. Det gjelder eksempelvis aktivitet i forbindelse med skytefelt og øvelser i terrenget. På den sivile sektor har spesielt orienteringsløp og arrangement av lignende karakter skapt bekymring og debatt, uten at synspunktene alltid har vært særlig godt belagt med faktisk kunnskap.

Det synes derfor klart at det både fra sivilt og militært hold var et reelt behov for å framskaffe konkret kunnskap om dyrs reaksjoner på ulike former for menneskelig virksomhet, et stort forskningsfelt selv om det begrenses til støy og direkte forstyrrelser.

2 Prosjektet

Bakgrunn

På bakgrunn av orienteringsmøter våren 1986 og høsten 1987, bl.a. med Forsvarets veterinærkorps og representanter for sjefsveterinæren for Hæren, ble det i desember 1987 av NINA (den gang viltforskningen, DN) utarbeidet et prosjektforslag for å se nærmere på Forsvarets aktivitet i forhold til eventuelle forstyrrelser av hjortevilt. Forslaget hadde som utgangspunkt bl.a. erfaringer fra problemstillinger og metodikk som NINA tidligere hadde anvendt for å studere forstyrrelsesreaksjoner hos nyfødte kalver av hjortedyr.

Forut for dette hadde en arbeidsgruppe med medlemmer fra DN og Forsvaret vært i virksomhet for å utrede samarbeidsformer mellom Miljøverndepartementet og Forsvaret. I et notat 27.8.87 skisserer arbeidsgruppen mer konkret problemstillinger til et felles prosjekt mellom DN, Forsvaret og NINA, med hovedvekt på forstyrrelsesreaksjoner hos hjortedyr som følge av skyteaktivitet, motorisert ferdsel til lands

og i luften samt personellforflytninger. Samme høst tok NINA kontakt med SINTEF, avd. for reguleringsteknikk, for å få utviklet elektronisk utstyr og telemetri til bruk i prosjektet.

Etter et møte i april 1988 ble det gitt klarsignal for oppstartning av et fellesprosjekt (viltprosjektet) mellom Forsvaret, DN og NINA. Det ble fremlagt forslag til budsjett, kostnadsfordeling mellom finansieringskilder og forslag til tidsramme for prosjektet. Det ble også foreslått å nedsette en prosjektgruppe med representanter fra oppdragsgiverne. I slutten av november 1988 kom endelig bekreftelse på at viltprosjektet var godkjent av Forsvarsdepartementet og Miljøverndepartementet, inkludert godkjenning av finansieringsplan og budsjett. Prosjektet var i utgangspunktet planlagt med en tidsramme på 3 år, og reell oppstartning ville skje i 1989. Dette var et år senere enn opprinnelig tenkt, etter som planlegging og endelig avklaring og godkjenning hadde dratt ut. NINA hadde i mellomtiden, for egne midler fortsatt arbeidet med metodeutvikling i samarbeid med SINTEF.

Organisering

En rekke personer hadde vært involvert i saksbehandling og planlegging av viltprosjektet på tidligere trinn. I desember 1988 ble det imidlertid bestemt at en styringsgruppe skulle oppnevnes, bestående av:

- oblt Bjørn Boye, DKØ (oppnevnt av FD)
- kontorsjef Reidar Hindrum, DN (oppnevnt av MD)
- kontorsjef Morten Johannesen, FBT (leder).

I tillegg skulle prosjektets faglige ansvarlige møte i styringsgruppen uten stemmerett. Første konstituerende møte ble holdt januar 1989. NINA som utførende forskningsinstitusjon (oppdragstaker) var representert med forskningssjef Rolf Langvatn og forsker Reidar Andersen, med førstnevnte som prosjektansvarlig. NINA inngikk avtale med SINTEF om utvikling av telemetriutstyr til prosjektet, et arbeid som ble utført av forsker Inge Mohus. Inge Mohus hadde da i mange år vært en sentral person i forbindelse med utvikling og bygging av telemetriutstyr for fysiologiske registreringer på pattedyr og fugl for en rekke prosjekt og forskningsinstitusjoner.

Prosjektets problemstilling

Ved NINA har vi siden 1977 arbeidet med elektrokardiogram (EKG) og kardiofysiologiske kriterier som indikatorer på dyrs reaksjon overfor ulike typer forstyrrelsesstimuli. Undersøkelsene har i første rekke vært utført på nyfødte hjortekalver, og viser at EKG-signaler og pulsfrekvens kan avdekke nervøse reaksjoner og orienteringsresponser hos dyr som utsettes for forstyrrelser. NINA har også flere års erfaring med bruk av radiosendere som reflekterer dyras aktivitet og dermed indikerer noe om energiforbruk og forflytninger. Ved å kombinere disse signaltypene ville det være mulig å få mer omfattende informasjon om dyras reaksjonsmønster både fysiologisk og fysisk i forhold til forstyrrelsessituasjoner.

I startfasen ble en rekke problemstillinger med relevans til militær virksomhet i utmark drøftet. Gjennom diskusjoner i styringsgruppen, og ut fra hensynet til tid og økonomi, ble målsetningen for prosjektet begrenset til følgende:

1. Utvikle telemetriutstyr egnet til å måle hjortedyrs fysiske og fysiologiske reaksjoner på ulike typer forstyrrelser.
2. Kvalitativ og kvantitativ beskrivelse av fysiske og fysiologiske reaksjoner.
3. Indikere deteksjons- og reaksjonsavstand for ulike forstyrrelsessituasjoner.
4. Forsøk med tilvenning til ulike forstyrrelsesstimuli.
5. Gjennomføre eksperimenter representative for Forsvarets aktiviteter på bakken og i lufta.
6. Vurdere mulighetene for å redusere forstyrrelseseffekten av menneskelig virksomhet.

Som en følge av denne prioriteringen vil problemstillinger knyttet til energiforbruk, næringsopptak og aktivitetsmønster måtte omtales mer generelt ut fra bl.a. foreliggende litteratur. Styringsgruppen ønsket også at prosjektrapporten skulle inneholde en litteraturoversikt med relevans til militær virksomhet og konsekvensene for hjortedyr.

Til å belyse de prioriterte problemstillingene ble en i styringsgruppen enig om å konsentrere seg om

følgende forstyrrelseskilder:

- Skyteaktivitet
- Motorkjøretøy i terrenget
- Personell til fots i terrenget
- Helikopter
- Jagerfly i lav høyde

I utgangspunktet var det tanken å gjøre undersøkelsene i to områder hvor dyra var utsatt for ulike nivå av forstyrrelser. Progresjonen i prosjektet med hensyn til tid, økonomi og framdriften i utvikling av det tekniske utstyret gjorde det imidlertid nødvendig å velge ett område til eksperimentene. En fant det da hensiktsmessig å konsentrere virksomheten til Songli Forsøksgård i Orkdal. Området har gode bestander både av elg og hjort, og dyra er i svært liten grad utsatt for forstyrrelser, spesielt av den type som inngår i forsøksopplegget for dette prosjektet. Forutsetningsvis skulle det gi et bra referansegrunnlag for forstyrrelsesreaksjoner hos dyr som ikke har vært gjennom en habitueringsprosess (tilvenning). Hvordan de ulike arter utvikler en tilvenning til forskjellige typer forstyrrelsesstimuli er imidlertid fortsatt lite kjent.

3 Metodikk og forsøksprosedyrer

Fysiologisk bakgrunn

Det fysiologiske grunnlaget for å registrere dyras spontanreaksjoner elektronisk er knyttet til hjerterytme og det elektriske feltet som dannes omkring hjertet ved sammentrekning av muskulaturen. Hjertets slagfrekvens er i utgangspunktet regulert av sinusknuten på høyre forkammer. Selve hjertekontraksjonen starter i dette området og brer seg som en bølge over de to forkamrene og videre til de to hjertekamrene. Et spesialisert ledningsnett i hjertet sørger for at impulser til kontraksjon i ulike deler av hjertet brer seg på en slik måte at blodstrømmen pumpes i riktig retning. Kontraksjonsbølgen som forplanter seg over hjertet medfører at det tilhørende elektriske feltet får polaritet. Det vil si at det oppstår spenningsforskjeller over ulike deler av hjertet som en følge av at muskelceller utlades og lades opp igjen til ulike tidspunkt. Det er disse spenningsforskjellene som fanges opp av elektrodene i radiosenderen og som videresendes

som telemetriske impulser.

Hjertets slagfrekvens og arbeidskapasitet kan reguleres av en rekke faktorer, både hormonelle og neurofysiologiske. I forbindelse med spontanreaksjoner på forstyrrelsesstimuli er de raske nerveimpulsene som påvirker hjertets aktivitet av spesiell interesse. Det autonome nervesystem er betegnelsen på deler av sentralnervesystemet som regulerer fundamentale livsprosesser, bl.a. hjerteaktiviteten. Navnet henspiller på at denne del av nervesystemet ikke er underlagt viljens kontroll. Det autonome systemet er videre delt inn i to underavsnitt, det sympatiske og det parasympatiske system. Disse systemene er anatomisk adskilt og har motsatt virkning på organsystemene. Forenklet kan en si at det første stimulerer og det sistnevnte hemmer aktiviteten i organene, bl.a. hjertet. De to delene av det autonome nervesystemet kan raskt innstille kroppens funksjoner til plutselige stimuli fra omgivelsene, og spesielt sympatikus-stimulering mobiliserer årvåkenhet og fysisk yteevne. Det autonome nervesystemet er underordnet mellomhjernens hypothalamus, en dyptliggende del av sentralnervesystemet som sammen med det nærliggende limbiske system spiller en avgjørende rolle for vår oppfatning av omgivelsene. Gjennom en rekke kompliserte mekanismer er det autonome nervesystem i stand til å innstille organismens ulike funksjoner både til spontane stimuli og mer langvarige stress-situasjoner. I det siste tilfellet vil økt mobilisering av hormoner og andre kjemiske forbindelser som aktiverer organene til mer langvarig respons være framtrendende.

Metodikk og kriterier for å registrere forstyrrelsesreaksjoner i dette prosjektet bygger altså på kardiofysiologiske responser til nerveimpulser fra de deler av sentralnervesystemet som står utenfor viljens kontroll. Tilnæringsmåten burde derfor kunne gi relativt objektive og eksakte opplysninger om både kvalitative og kvantitative sider ved forstyrrelsesreaksjonene.

Dyr som plutselig sanser et uidentifisert og ikke lokalisert stimulus reagerer spontant og ubevisst med en orienteringsrespons. Denne refleksen ytrer seg ved spontan, kortvarig reduksjon i hjertets slagfrekvens samt kortvarig respirasjonsstans. Dersom dyret er i bevegelse vil det stanse opp og innrette sanseapparatet på nærmere identifisering og lokalisering av stimulus. Orienteringsresponsen vil med andre ord kunne være et hjelpemiddel til å registrere deteksjonsavstand for bestemte forstyrrelseskilder (Espmark og Langvatn 1979, 1986). Når forstyrrelseskilden er identifisert og lokalisert kan dyret reagere taktisk enten

med bradycardi (senket hjerterytme, – ofte dramatisk) og fryktparalyse, eller med tachycardi (økt hjertetak) og mobilisering til flukt eller kamp. I det første tilfellet vil strategien være å unngå å bli oppdaget, noe som er vanlig hos nyfødte hjortedyrkalver. Hos voksne hjortedyr er flukt eller kamp det vanlige mønsteret (Langvatn 1983).

Hjertets hvilepuls hos ulike hjortedyrarter varierer bl.a. med alder, kondisjon og årstid (Silver et al. 1969, Moen 1978, Baker et al. 1979, Jacobsen 1979, Robbins et al. 1979). Korrigert for disse forhold vil hjertets slagfrekvens kunne være en god indikator på metabolismenivå og energiforbruk (Holter et al. 1976, Kautz et al. 1982, Freddy 1984, Nilssen et al. 1984, Parker et al. 1984, Renecker og Hudson 1985). Ved å kombinere registrering av orienteringsrespons og hjertets arbeidsytelse vil en kunne få informasjon både om sanseterskler og reaksjonsmønster for ulike stimuli, og energetisk og metabolsk belastning ved vedvarende forstyrrelser. Telemetriutstyr og forsøksprosedyrer som beskrevet nedenfor åpner for slike muligheter.

De siste 10–12 år har stadig flere undersøkelser av forstyrrelsesreaksjoner benyttet hjerteaktivitet som kriterium (Espmark og Langvatn 1979, Jacobsen 1979, Mac Arthur et al. 1979, Mac Arthur et al. 1982, Moen et al. 1982, Mac Arthur et al. 1986, Harlow et al. 1987a, b). Dette har gitt økt og mer presis informasjon sammenlignet med andre undersøkelser som ofte var basert på visuell observasjon eller telemetrisk registrering av dyras flukt eller unnvikende adferd i forhold til forstyrrelseskilden (Ferguson og Keith 1982, Kuck et al. 1985, McLaren og Green 1985, Edge et al. 1985, Freddy et al. 1986, Krausman et al. 1986, Jeppesen 1987, Tyler 1991).

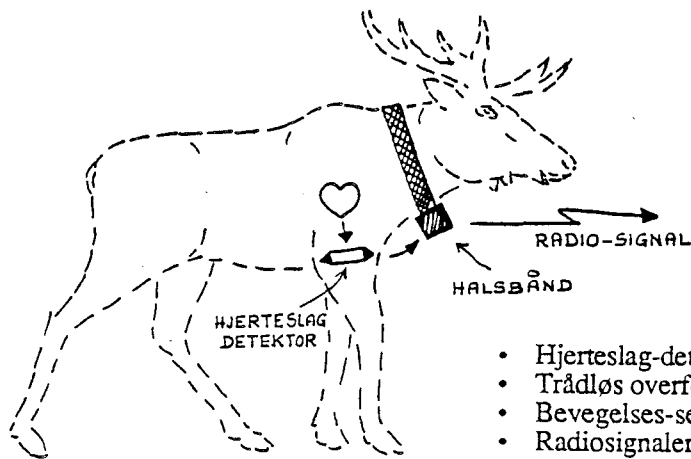
Telemetrisystemet

Nedenfor følger en kort beskrivelse av telemetrisystemets struktur og virkemåte. En mer teknisk detaljert beskrivelse på engelsk inngår som appendix 1.

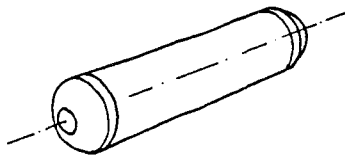
Hjerteslag / aktivitet sendersystem TRE-5

Systemet er spesielt laget for hjort og elg. En detektor-enhet under huden trigges av svake elektriske signaler fra hjertet, og sender hjerteslags-pulser trådløst til en mottaker i halsbåndet. Her kodes signalene fra en bevegelses-sensor sammen med hjertesignalene, og en radiosender i halsbåndet gjør meldingen hørbar i flere km omkrets.

Med dette utstyret kan en studere dyr i naturen, og samle informasjon om både fysisk aktivitet (via bevegelses- sensoren) og følelsesmessige reaksjoner (forandringer i hjertetakt). Utstyret monteres ute i felten på en halvtime, og batteriene holder for over et års observasjon.

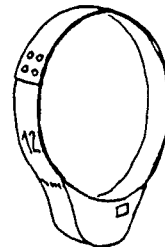


- Hjerteslag-detektor implantert
- Trådløs overføring til halsbånd
- Bevegelses-sensor i halsbånd
- Radiosignaler i kode fra halsbånd
- Operativ -20 / +40 °C



Hjerteslag detektor

- Ø18 x 82 mm
- 52 g



Halsbånd

- Omkrets ca 900 mm (for elg)
- 390 g
- Sender-frekvens ca 142 MHz

Implantering av hjertesender

Gode signaler av hjerteaktiviteten forutsetter at radiosenderens elektroder plasseres gunstig i forhold til det elektriske feltet omkring hjertet. Det er også viktig at minst mulig skjelettmuskulatur kommer mellom elektrodene og hjertemuskulaturen da dette ellers vil medføre signalstøy når musklene kontraherer. Vi valgte derfor å plassere radiosenderen i midtlinjen mellom brystmusklene på sternum (brystbeinet). For å bestemme gunstig plassering i lengderetningen av midtlinjen ble det foretatt en rekke testmålinger. Det ble da benyttet eksterne elektroder og ossiloskop for å finne den posisjon som ga best retning og amplitude på indikatorsignalet for hjertekontraksjonen. De beste signalene fikk vi ved å plassere radiosenderens fremre elektroder på høyde med mellomrommet mellom 4. og 5. ribbein.



Figur 1 Elgen er bedøvd og klargjøres for operasjon.

Forsøksdyra ble immobilisert medikamentelt ved hjelp av Injecta-utstyr (Øen 1982). Etter at dyra var tilfredsstillende anestesert ble i tillegg lokalbedøvelse injisert i området hvor radiosenderen skulle

implanteres. Anvendte medikamenter var henholdsvis "Large Animal Immobilon" og "Xylocain". Operasjonsområdet ble barbert og desinfisert, og et 2 cm transversalsnitt ble lagt i midtlinjen ca. 3 cm bak ønsket posisjon for radiosenderens bakre elektrode. Gjennom snittet i huden ble det ved stump disseksjon laget en subcutan kanal på ca. 11 cm. I denne kanalen ble så den steriliserte radiosenderen lagt inn, og snittet i huden lukket med to lag suturer. Det var på forhånd utført flere forsøk både med suturteknikk og valg av suturmateriale, og det beste resultatet ble oppnådd med cromert catgut både til indre og ytre suturlag. I alt ble det foretatt 3 prøveimplantering på dyr under kontrollerte betingelser før implantering ble gjort på ville dyr. Helt innledningsvis ble kirurgisk teknikk også innøvd på døde dyr. Det kirurgiske inngrepet ble i alle faser forsøkt gjennomført under mest mulig sterile betingelser.



Figur 2 Operasjonen avsluttet etter ca 25 min.

Etter at implantering av hjertesenderen var fullført, ble senderen med relèfunksjon for hjertesignaler og aktivitetssender festet rundt halsen på dyret, passe romslig til at variasjoner i pelstykkel og muskelfylde ikke skulle skape problemer. Deretter ble forsøksdyra gitt en injeksjon med antidot (motgift) i halsvenen,

og i løpet av 1 minutt var de på beina og fullt restituert kort tid etter.



Figur 3 En injeksjon med antidot (motgift) settes i halsvenen, og elgen reiser seg etter ca 1 min.

Registrering og bearbeidelse av signaler

Signalene fra radiosenderne ble tatt opp ved hjelp av en mottaker produsert av Televilt AB. Rekkevidden for signalene i rett siktlinsje var 5-6 km. Til mottakeren ble det koblet en to-kanals båndspiller av type Sony, TC-430, stereo, der radiosignalene gikk inn på den ene kanalen mens den andre kunne benyttes til kommentarer under eksperimentene. Til båndspilleren ble det benyttet vanlige kassetter av type Ferro ekstra I, 2 x 45 min.

Kassetter med registrerte radiosignal fra forsøkene ble bearbeidet på SINTEF ved at de elektroniske signalene ble overført til papirutskrift. Fra disse utskriftene kunne så signalkarakteristikk analyseres langs en tidsskala og i forhold til forsøksprosedyre og kommentarer innlest under forsøket.

Forsøksopplegg

I alt ble det gjort forsøk med 3 hjorter og 1 (2) elg i dette prosjektet. Elgene var ville dyr, fanget på Songli Forsøksgård, mens hjortene var tamme forsøksdyr i innhegning på samme sted.

For å kunne evaluere effekten av forstyrrelser var det nødvendig å ha signalkarakteristika representative for ulike typer aktivitet som fryktreaksjonene så ble sammenlignet med. Innledningsvis ble det derfor registrert hjerteaktivitet ved hvile, beiting, rolig og rask forflytning, uten at noen av disse aktivitetene var påvirket av forstyrrelsesstimuli. Alle forsøk med eksponering for forstyrrelser ble forsøkt tatt utgangspunkt i situasjoner hvor dyra var uforstyrret i ro. Forutsetningsvis ville dette gi de beste muligheter til å registrere orienteringsrespons (stimulus deteksjon) og frykt–fluktreaksjoner (tachycardi og fluktbevegelser). For hvert eksperiment ble det også forsøkt registrering av frykt– og fluktreaksjonens varighet i forhold til ulike stimuli. Følgende forstyrrelsesformer ble benyttet under forsøkene:

1. Skuddserier i kort avstand fra dyra.
2. Personell i terrenget i bevegelse mot dyra i ulike vindretninger.
3. Terrenggående firehjuls–motorsykel, kjørende med varierende vindretning mot dyra.
4. Kombinasjon av punkt 2 og 3.
5. To typer helikopter med varierende avstand og høyde til dyra.
6. F–16 jagerfly i varierende høyde og avstand fra dyra.

Forsøk med ulike typer stimuli ble adskilt i tid for å unngå mulige effekter av foregående eksperimenter. Som vist nedenfor ble enkelte stimulus–eksponeringer repetert for å se nærmere på habituerings effekter (tilvenning til spesifikke stimuli).

4 Resultat og erfaring fra forsøkene

Innfanging og implantering av radiosender

Innfanging av hjortene til forsøket var kurant ettersom dette var tamme forsøksdyr i innhegningen på

Songli Forsøksgård. Injekta-geværet og medikamentene fungerte godt slik vi er vant til fra hundrevis av tidligere immobiliseringer på hjort. Det samme var tilfellet ved innfangning av de to ville elgene, selv om medikamentell innfangning av elg fra helikopter er en betydelig mer krevende prosedyre. Her kunne vi imidlertid dra nytte av NINAs mangeårige erfaring med slik innfangningsteknikk.

Tiden fra injeksjonen av bedøvelsesmiddelet til dyra lå nede varierte fra 3 til ca 8 min., lengst for de to elgene. Anestesifasen utviklet seg normalt og uten fare for skader på dyra. Den ene elgen ble imidlertid liggende ulendt i et tilfrosset bekkefar hvor det var svært vanskelig å arbeide under det kirurgiske inngrepet.

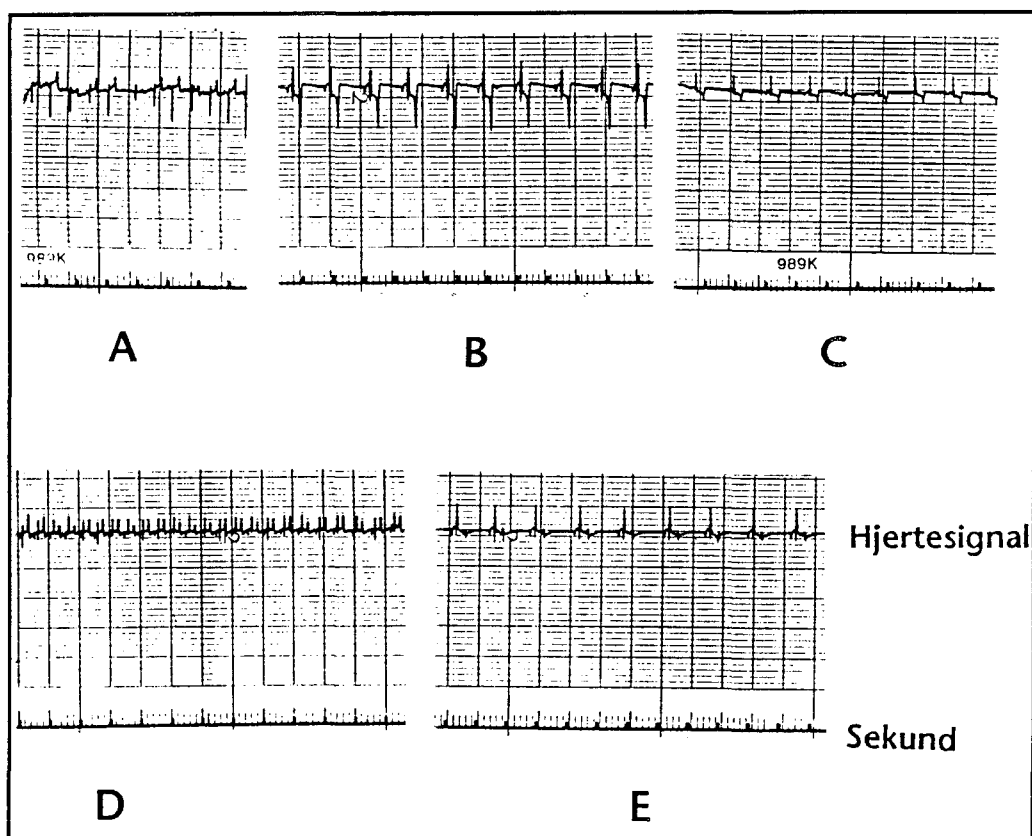
Selve det operative inngrepet ved implantering av radiosenderen tok fra 25 til 40 min., dette er på linje med tilsvarende inngrep i Nord-Amerika (se Renecker og Hudson 1985). Det kirurgiske inngrepet ble forsøkt gjennomført sterilt, men under feltforhold er dette vanskelig å oppnå. Etter et av de første implanteringsforsøkene på hjort oppstod en betennelse på sårstedet som måtte behandles med antibiotika. Dette hadde tilsiktet virkning, og dyret ble brukt i forsøket som planlagt. Svikt i suturene var årsak til at vi mistet en radiosender på ei elgku i løpet av ca. 2 døgn, og trolig en kombinasjon av betennelse og sviktende suturer forårsaket ytterligere tap av en radiosender og en "dummy" på hjort etter henholdsvis 6 uker og ca. 12 dager.

Implantering av hjertesender innebærer altså en viss risiko for komplikasjoner i form av sårbetennelse og mulig tap av senderen (Renecker og Hudson 1985). Erfaringer fra lignende implanteringer NINA har utført på hjort tidligere indikerer imidlertid at dette problemet vanligvis er mindre enn det som framkom i dette prosjektet. Profylaktisk behandling med antibiotika bør inngå som standard i operasjonsprosedyren.

Basissignal

Figur 4 illustrerer viktigheten av at hjertesenderen plasseres riktig i forhold til det elektriske feltet rundt hjertet. Kriteriet for ventrikelkontraksjon (QRS-komplekset) bør ha positiv retning og tilstrekkelig amplitude for å kunne skilles fra støysignaler. Spesielt er dette viktig når dyr er svært aktive, ettersom det

da i EKG-diagrammet oppstår en markert T-bølge. Som kommentert nedenfor kunne dette forholdet skape visse problemer med å beregne riktig hjerteslagsfrekvens på dyr i fullt sprang. Generelt må en likevel kunne si at implantering og signalkarakteristikk har fungert tilfredsstillende i forhold til de eksperimenter som er gjennomført i prosjektet.

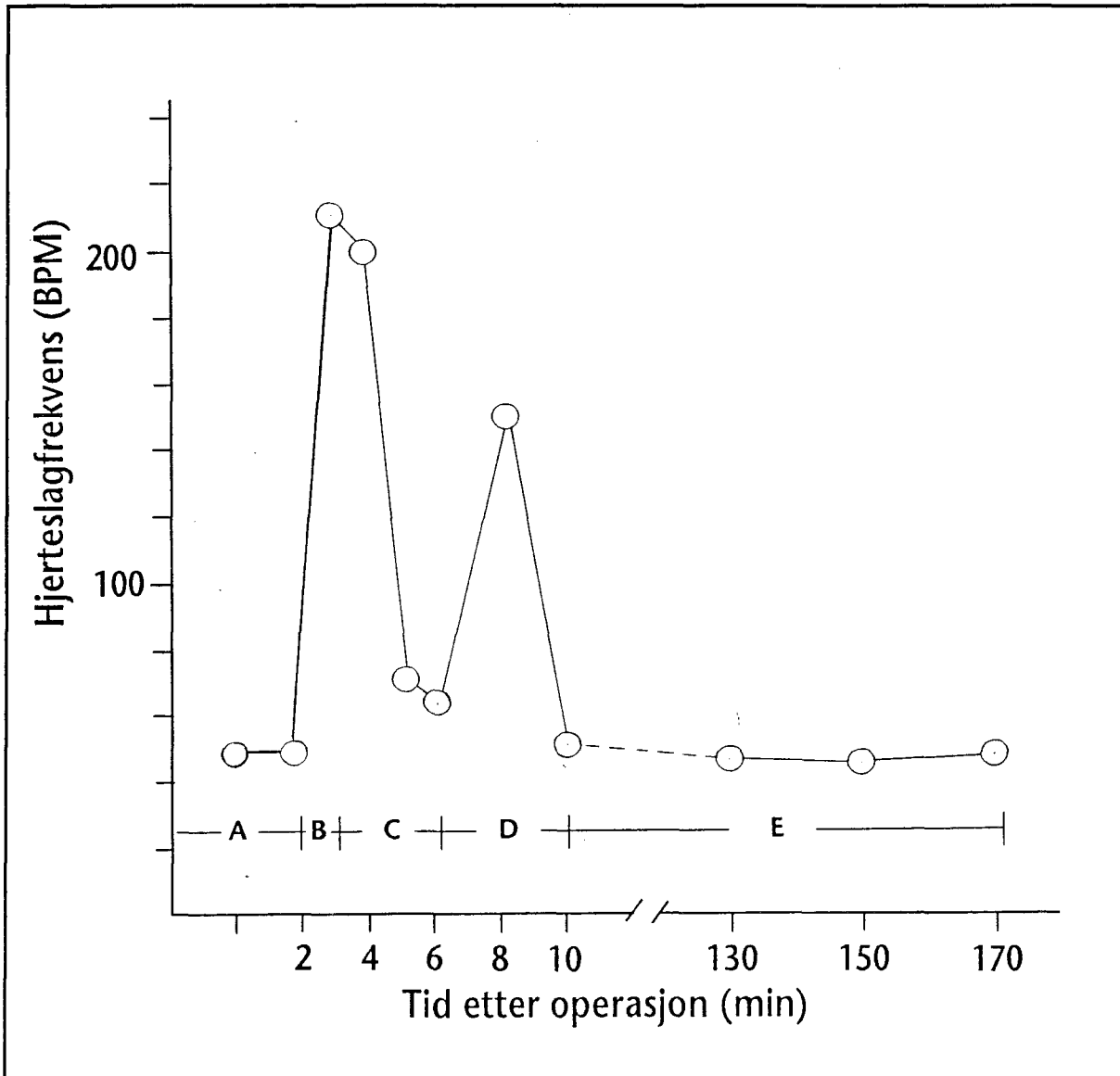


Figur 4 Eksempler på signalkarakteristikk ved ulik posisjon på hjertesenderens elektroder.

- A. Elektroder symmetrisk på tvers av midtlinja ved 4.ribben.
 - B. Elektroder midtlinja, e_p 5 cm bak 5.ribben.
 - C. Elektroder i midtlinja, e_p 10 cm foran 5.ribben.
 - D. E_p i implanteringsposisjon, e_n 45° lateralt på høyre side.
 - E. Implanteringsposisjon. Depolariseringsimpuls fra hjertekammer viser positiv retning.
- Målinger foretatt 15.11.1990 på hjort, ♂ 1½ år, Songli forsøksgård.

Som nevnt tidligere tar det operative inngrepet ca. 25 – 40 min., mens det tar ytterligere et par minutter fra dyra vekkes opp av anestesen til de er restituert. I praksis vil det bety at innfangings- og

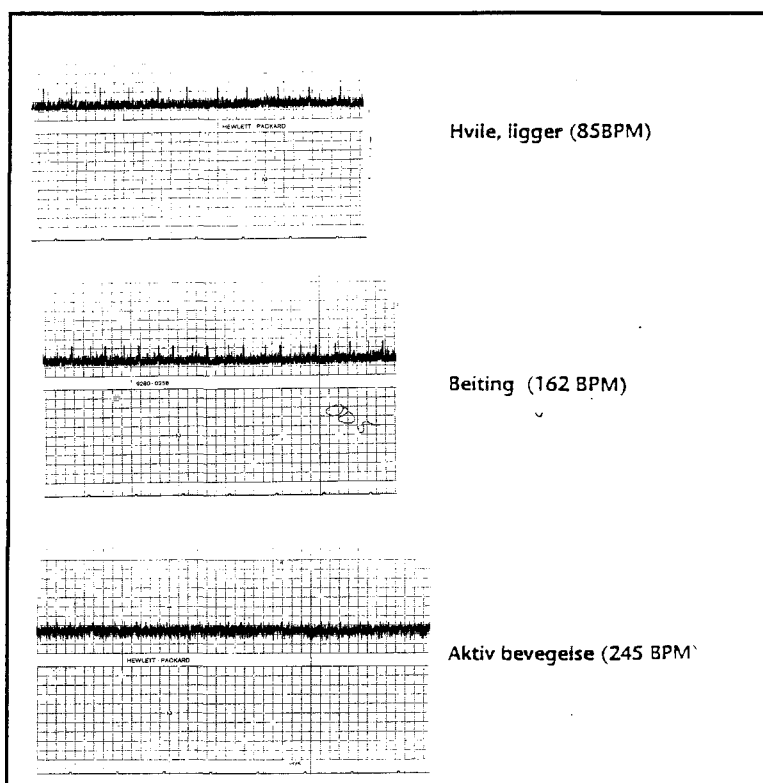
operasjonsprosedyren vil kunne gjennomføres på mindre enn en time. Både fra dette prosjektet og ut fra tidligere erfaringer tør vi hevde at belastningen på dyra er meget moderat, noe som gjenspeiles av at de gjenopptar naturlig adferd og aktivitetsmønster etter svært kort tid (fig. 5).



Figur 5 Hjerteslagfrekvens (BPM) i tiden under og etter implantering av radiosender. Hjort, ♂ 1½ år.
A=Anestesert, B=Reiser seg etter antidot injeksjon, C=Står -går, D=Løper, E=Uforstyrret

Ulik hjerteslagfrekvens ved forskjellige aktiviteter er illustrert i figur 6 – 9. De samme diagrammene

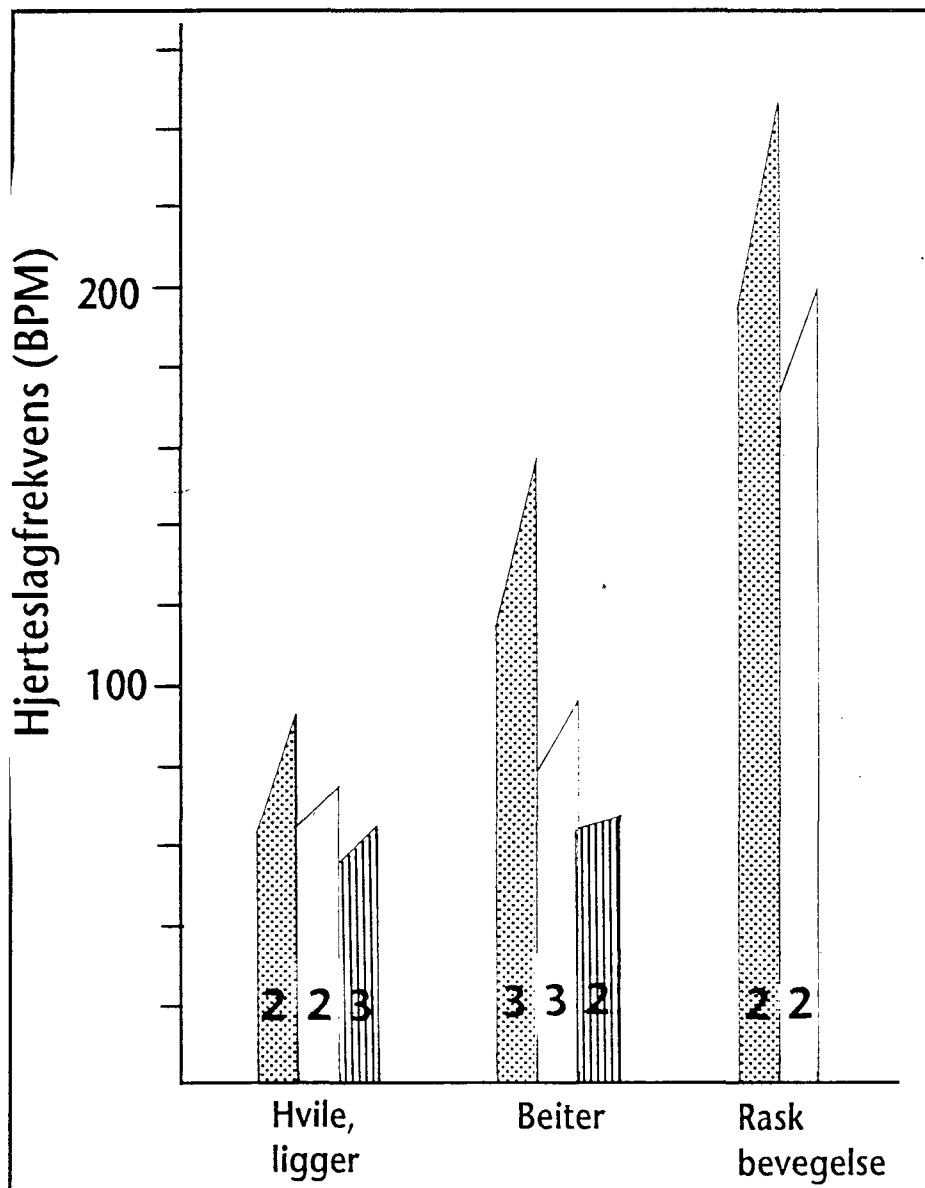
indikerer også forskjeller mellom dyr av forskjellig alder og størrelse. I diagrammet som viser hjerteslagsfrekvens hos elg i panisk flukt er signalkarakteristikken noe forskjellig fra de øvrige diagrammene. Dette skyldes interaksjoner mellom aktivitetssignal, signal for hjertekontraksjon og T-bølger. Dette gjør det vanskelig å beregne nøyaktig hjerteslagsfrekvens pr. minutt, og verdien 328 BPM må kun forstås som et nivå. De nevnte figurene illustrerer likevel tydelig at det anvendte sendersystemet fungerer tilfredsstillende når det gjelder å skille mellom ulike aktivitetsnivå. Nøyaktigheten er god ved lav aktivitet, mens usikkerheten er størst ved høy hjerteslagfrekvens, og spesielt koblet til stor fysisk aktivitet.



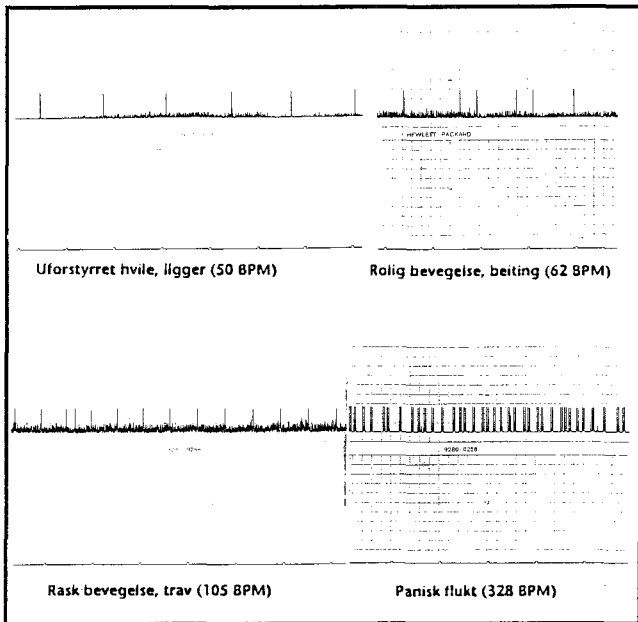
Figur 6 Hjertesignal ved ulike aktiviteter (Hjort, kalv ♂). Opptak 27–28/8–91, Songli forsøksgård.

Figur 7 illustrerer målte forskjeller i hjerteslagfrekvens hos hjort av forskjellig alder/størrelse ved varierende aktivitet. Verdiene må kun tolkes som relativt grove indikasjoner, ettersom det foreligger få målinger og bare på ett individ innen hver kategori. Dette gjelder i enda større grad figur 9 hvor 1 elg

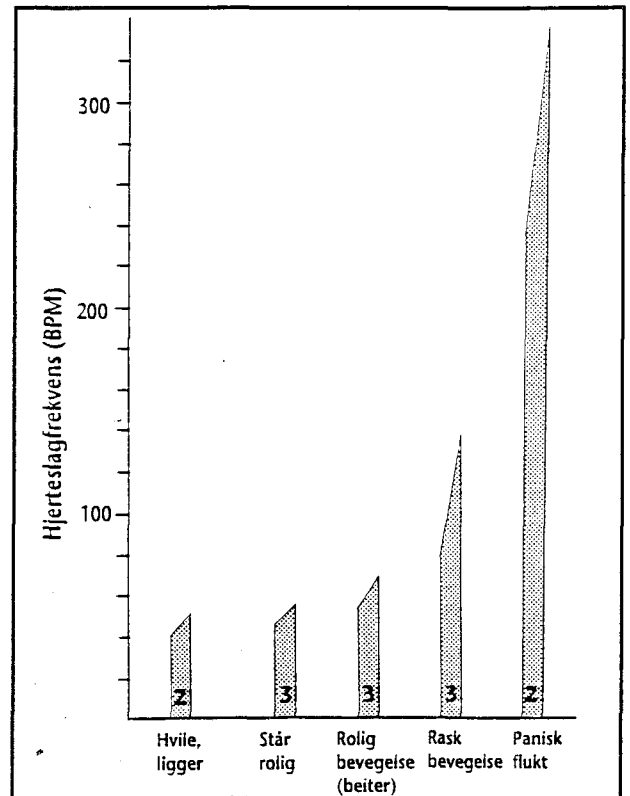
inngikk i registreringene. Ved tolkning av forstyrrelsesreaksjoner ut fra hjerteslagfrekvens er det viktig å være oppmerksom på at dyras alder, størrelse etc. må inngå i referansegrunlaget for signalkarakteristikken som responsene sammenlignes med.



Figur 7 Hjerteslagfrekvens ved ulike aktiviteter hos hjort av ulik alder og kjønn.
 ■=kalv ♂, □=♂ 1½ år, ▨=♀ 7 år. Antall måle sekvenser angitt i søylene. — =grenseverdier.



Figur 8 Hjertesignal ved ulike typer aktivitet. Elg, ♂ 1½ år.

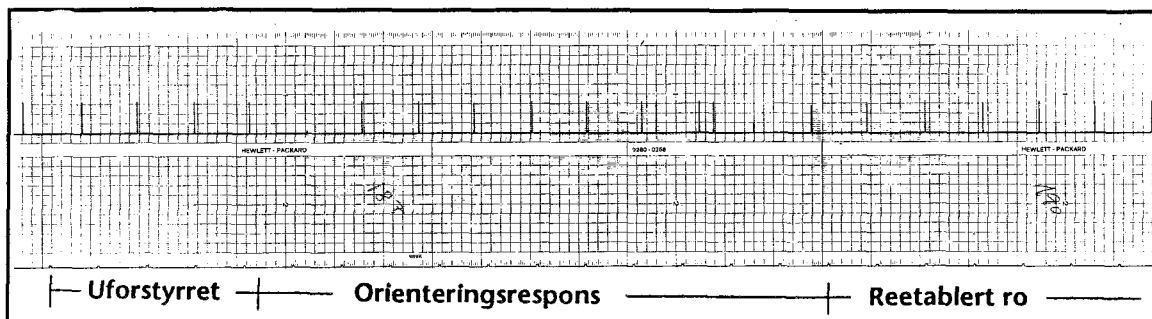


Figur 9 Hjerteslagfrekvens (BPM) ved ulike aktiviteter. ☉=grenseverdier, N=antall episoder målt. Elg ♂ 1½ år.

Reaksjonseksempler

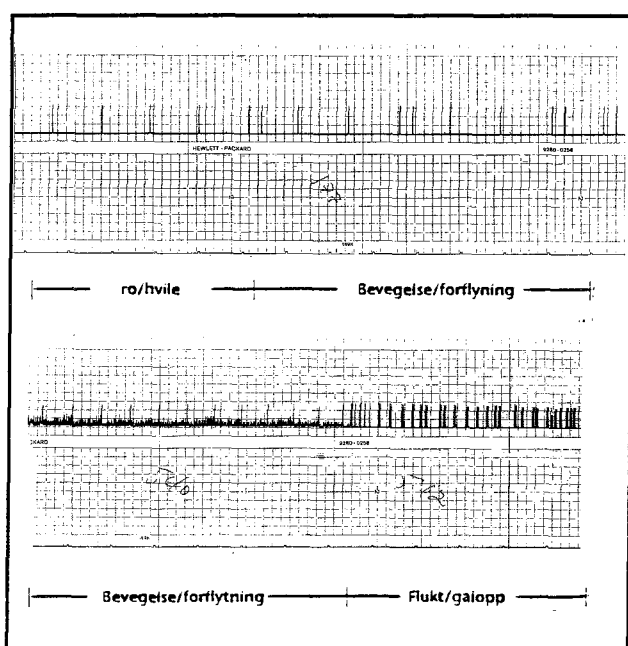
I figur 10 er vist et eksempel på såkalt orienteringsrespons. Dette er den reaksjon som oppstår i det et dyr oppdager et stimulus som foreløpig ikke er identifisert eller lokalisert. Selve orienteringsresponsen er egentlig en kortvarig men ofte dramatisk reduksjon i hjerteslagfrekvens, gjerne med bortfall av en eller noen få kontraksjoner. Ved identifikasjon av et "ufarlig" stimulus vil normal hjerteslagfrekvens være etablert etter kort tid som vist på figur 10. Reaksjonen i dette tilfellet var knyttet til et helikopter ("Lama") som passerte i 1600`-1200`og i avstand 1.4-0.8 km. Da helikopteret passerte nærmest og lavest var hjerterytmen den samme som før elgen ble eksponert for forstyrrelsen. Varigheten av orienteringsrespons

og arytmiperiode til vanlig hjerterytmе var reetablert var 11 sekunder, mens helikopteret oppholdt seg i angitt høyde og avstand i 3:50 min. Ved første synsobservasjon sto elgen rolig i et høytliggende skogområde, og den flyttet seg ikke under overflyvingen.



Figur 10 Eksempel på orienteringsrespons hos elg, ♂ 1½ år.

Orienteringsresponsen kan altså være et nyttig hjelpemiddel til å belyse hvilke avstander dyr oppfatter ulike forstyrrelseskilder på. Sammenholdt med registreringer over hjerteslagfrekvens og signalkarakteristika for overgang fra en aktivitet til en annen (fig.11), vil en kunne få nyttig informasjon om hvordan dyr sanser og reagerer i forhold til ulike former for støy og forstyrrelse.

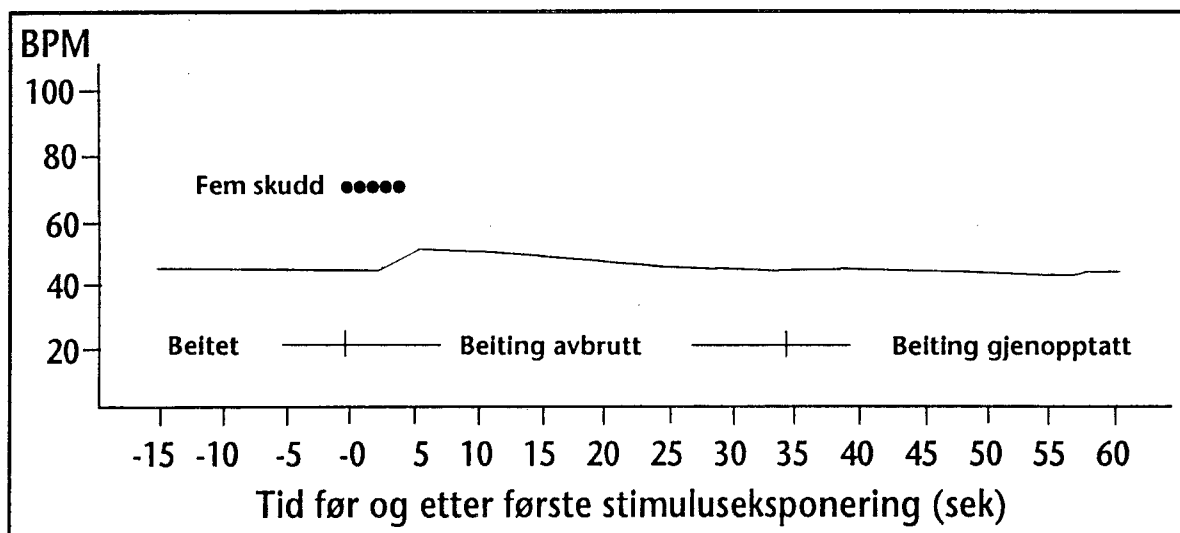


Figur 11. Hjertesignaler fra elg, ♂ 1½ år ved overgang fra ro/hvile (50 BPM) til bevegelse/fortlytning (93 BPM, – øvre diagram), og fra bevegelse/fortlytning (90 BPM) til flukt/galopp (295 BPM, – nedre diagram).

Figur 10 og 11 viser at telemetriutstyr og registreringsmetodikk som er utviklet i dette prosjektet fungerer etter målsetningen, selv om det som nevnt kan være visse vanskeligheter med tolkning av enkelte signalkarakteristika ved høye aktivitetsnivå.

Spesifikke forsøksresultat

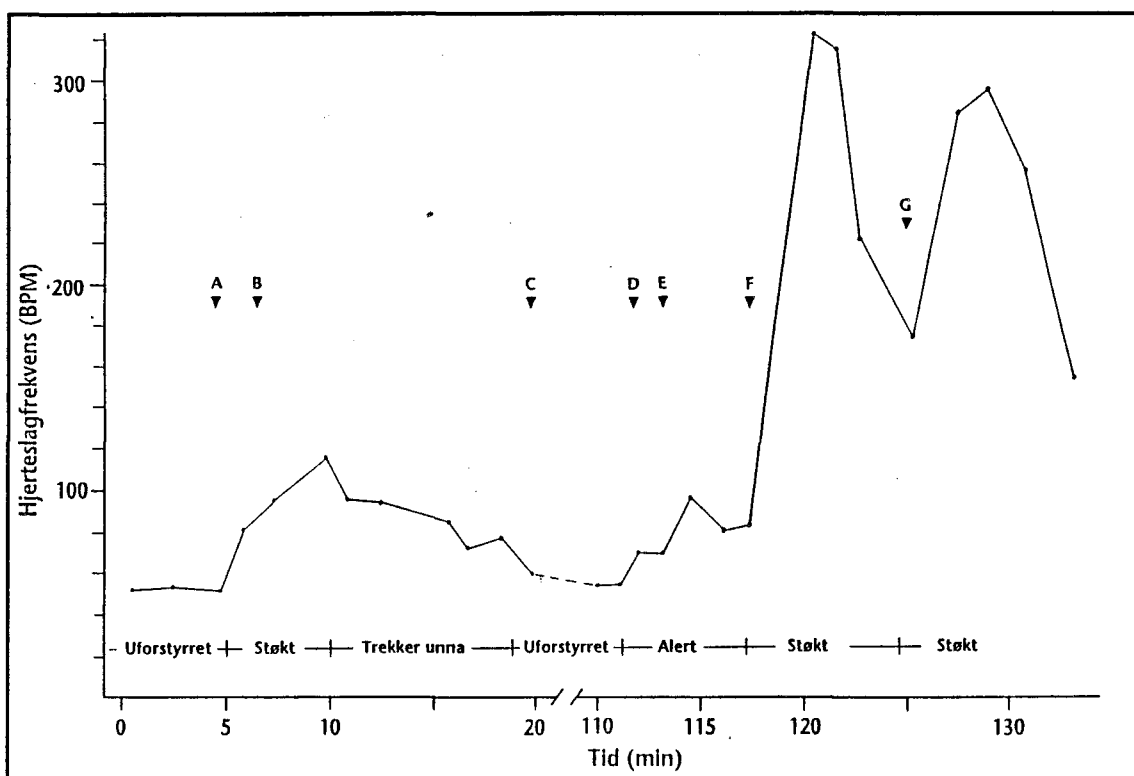
Skuddserie. Forsøket ble gjennomført på hjort i innhegning. Dyra var godt vant med mennesker, men ikke tidligere eksponert for skudd på nært hold. Skuddserien ble avfyrt med 1 sek. mellomrom over dyret på 3 m avstand. Hjorten beitet rolig i utgangspunktet, men avbrøt beitingen ved første skudd, løftet hodet og tok et par skritt fram. Ca. 17 sek. etter siste skudd ble beitingen gjenopptatt. Fire andre hjorter like ved viste tilsvarende atferd, ingen flukt eller støkkatferd. På utskriftene av hjertesignal fra forsøksdyret ble ett dobbeltslag (systole) registrert umiddelbart etter første skudd. Hjerteraten økte spontant med 5 BPM og holdt seg slik i ca. 15 sekunder. Deretter sank pulsrateen gradvis til samme nivå som før stimuliseksponering i løpet av ca. 20 sekunder.



Figur 12 Reaksjon hos hjort ved avfiring av fem skudd fra halvautomatisk våpen (haggevær).

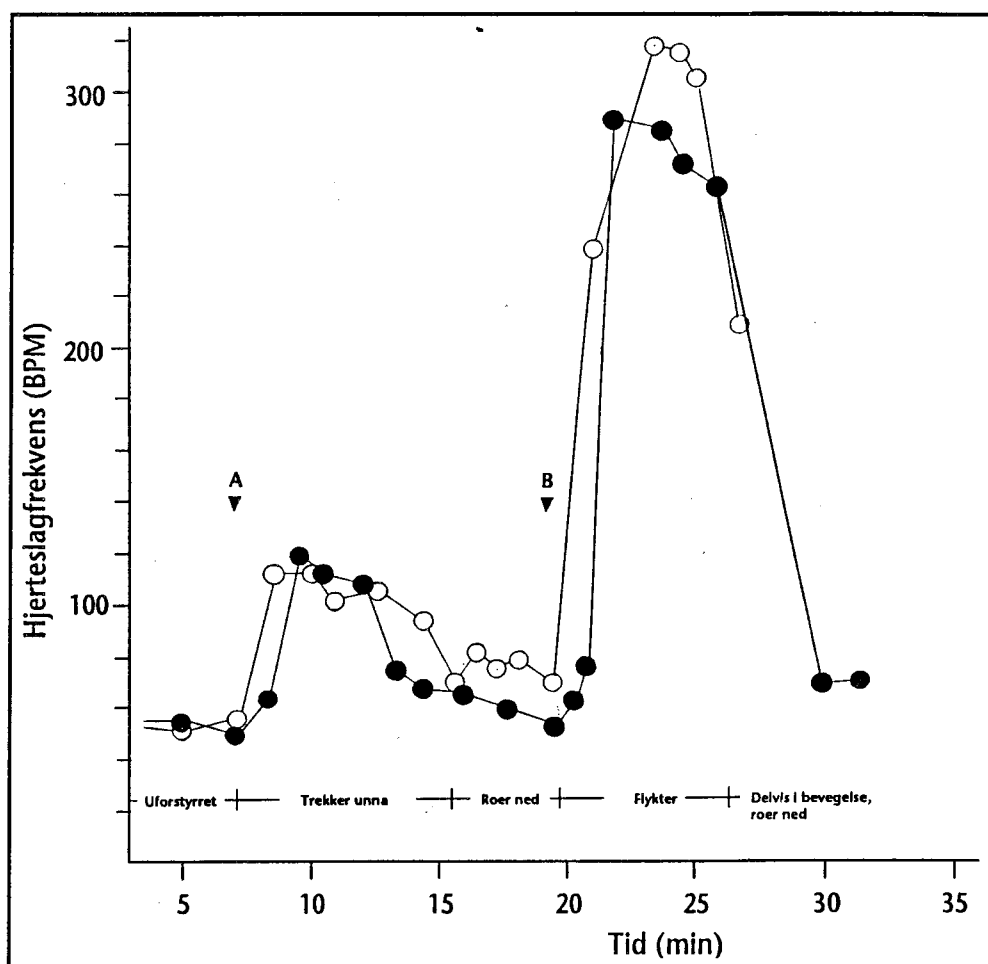
Personell i terrenget. De tre forsøkene illustrert i figur 13 og 14 var ment å vise reaksjonene ved gjentatte forstyrrelser etter samme mønster. Forløpet av reaksjonsmønster ble imidlertid noe forskjellig

i tid, spesielt for det ene eksperimentet (fig. 13). Basert på ett eneste forsøksdyr kan det selvfølgelig ikke sies noe generelt elgens reaksjon i slike forstyrrelsessituasjoner. Med det forbehold kan det likevel sies at et visst fellestrekk ved de tre provokasjonene synes å være at når forstyrrelseskilden ble identifisert og lokalisert på relativt lang avstand (300–400 m?) var økning i hjerterytme og fluktreaksjon relativt moderat. Forut for de tre provokasjonene var elgen inaktiv, og i det ene tilfellet ble den observert liggende ved støkking. I de to tilfellene elgen ble overrasket på relativt kort hold (B, fig.14) var reaksjonen både i herteslagfrekvens og fluktatferd langt mer dramatisk. Som det framgår av figur 14 var både herteslagfrekvens og fysisk aktivitet tilsvarende som før andre støkking etter ca. 10 minutter. Forsøket som er illustrert i figur 13 hadde mer preg av at elgen ble forfulgt (E, F, G). De to siste støkkingene kan likevel sies å ha en viss likhet med reaksjonsmønsteret illustrert i figur 14 hva angår varighet av fluktatferd og endringer i herteslagfrekvens.



Figur 13 Reaksjon på person som beveger seg i terrenget med varierende vindretning og avstand til elgen.

A=medvind, avstand ca. 400 m. B=sidevind, avstand ca. 200 m. C=motvind, avstand 1.4 km. D=motvind, avstand ca. 350 m. E=motvind, avstand ca. 250 m. F=side/medvind, avstand ca. 200 m. G=medvind, avstand ca. 350 m.



Figur 14 To eksempler på reaksjoner når en person går inn på en uforstyrret elg. A=minste avstand ca 350 m i medvind. B=elgen overraskes i motvind på 70–120 m, synskontakt.

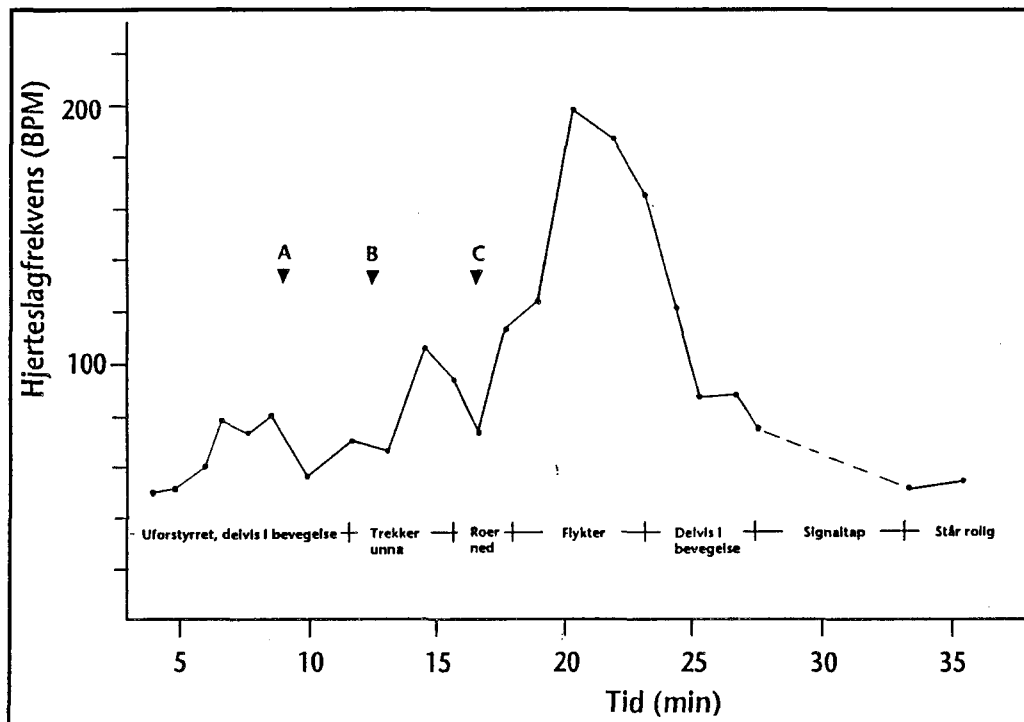
Spørsmålet om hvor langt elgen flykter ved slike provokasjoner er vanskelig å besvare ut i fra foreliggende forsøk. Ved moderate fluktreaksjoner registrerte vi forflytninger på mellom ca. 400 og 800 m før dyret stanset opp eller bare beveget seg svært rolig. I det tilfellet elgen ble forfulgt endte den opp ca. 2 km fra det stedet den først ble støkt på mer dramatisk måte (F, fig. 13). Det kan her føyes til at terrenget på stedet var relativt åpent med glissen furuskog. Ved et av forsøkene illustrert i figur 14 ble elgoksen sammen med 3 andre dyr overrasket i ei slak skogsli med lavtvoksende bjørkeskog. Etter støkking flyktet alle dyra ca. 700 m over til et høydedrag som var tett bevokst med gran og furu. Her stanset de opp og roet seg, og hele gruppen ble observert på samme lokalitet 1,5 time senere. I det andre

tilfellet mistet vi radiokontakt med dyret etter at det hadde forflyttet seg ca. 500 m over en åsrygg.

Som et generelt inntrykk fra forsøkene med å gå inn på elgen i terrenget kan det antydes at dyra gjerne søker til tettere vegetasjon, og at fluktavstanden dermed trolig i en viss grad blir avhengig av avstanden til tilfredsstillende skjul.

Motorkjøretøy i terrenget. Forsøket med terrenggående motorsykkel (Fig. 15) er vanskelig å trekke konklusjoner fra, ettersom elgen var aktiv og i bevegelse før forsøket startet. Det vi kan si er imidlertid at selv i medvind kom vi nærmere dyret med motorsykkel før det reagerte, enn tilfellet var da en person gikk til fots i terrenget. Først på en avstand av 150 m registrerte vi moderat økning av hjerteslagfrekvens samt aktivitetssignal som tydet på at dyret trakk rolig unna eller var i bevegelse. Elgen stanset imidlertid opp og roet seg etter ca. 2 min. I denne posisjonen ble motorsykkelen stanset og 2 personer begynte å bevege seg mot elgen som nå var anslagsvis 200 – 300 m unna. Etter ca. 50 meters bevegelse mot elgen reagerte denne med spontan flukt og markert økning i hjerteslagfrekvens. Pulsraten var likevel denne gang betydelig lavere enn de andre forsøkene med personer som forstyrrelsesstimulus. Fluktdistanse ble beregnet til ca. 800 m før den på nytt stanset og roet ned, og tiden fra støkking til hjerteslagfrekvensen var omtrent på samme nivå som før provokasjonen var ca. 7 min.

Under sammenlignbare vindforhold kom en altså nærmere elgen med motorsykkel enn tilfellet var når en person beveget seg til fots. Selv om dette forsøket ikke kan tillegges vekt i seg selv, er det i tråd med generell erfaring vi har når det gjelder hjortedyrs reaksjon på motorkjøretøy både langs veger og i terrenget i annen sammenheng.



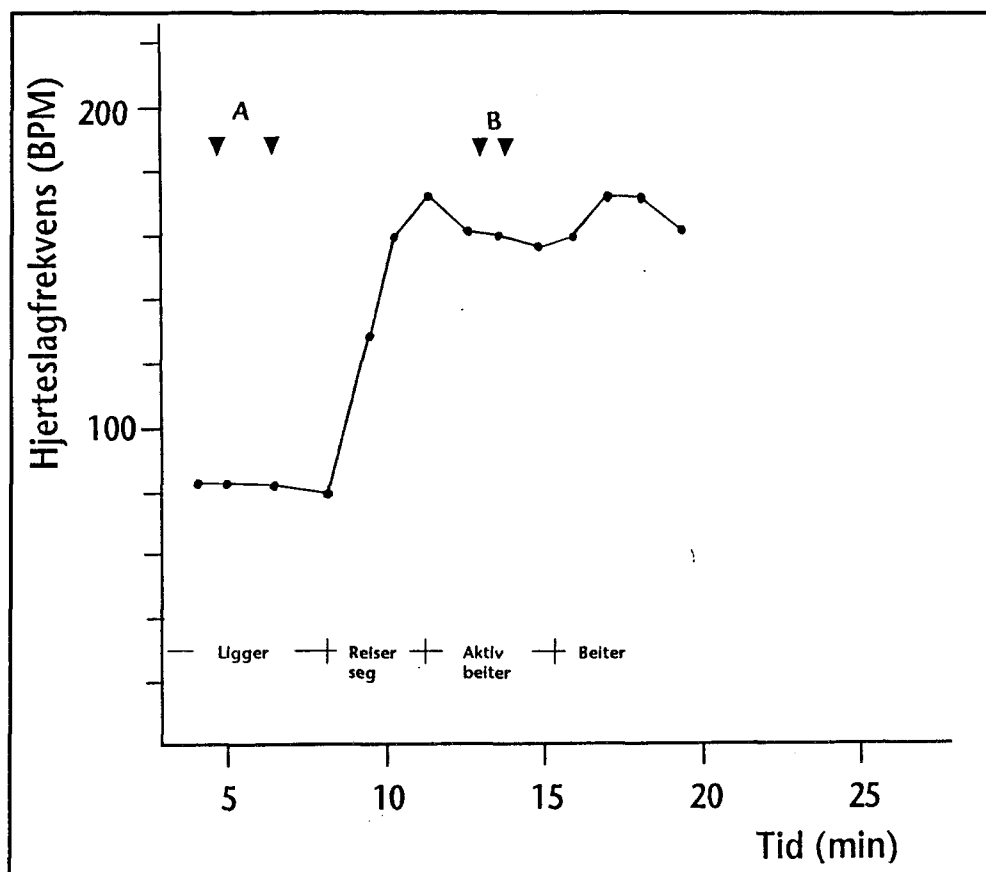
Figur 15 Reaksjon hos elg på terreng-gående motorsykkel som nærmer seg i medvind/sidevind. Elgen provoseres ytterligere ved at to personer stopper kjøretøyet og går videre mot dyret.

A = avstand 400 m (medvind)

B = avstand 120 m (medvind)

C = samme posisjon som B, men elgen var nå trolig 200–300 m unna. Motor stoppes og to personer går ca. 50 m mot elgen i medvind.

Reaksjon på helikopter. Kurven for hjerteslagfrekvens hos hjorten (hann 1,5 år) i figur 16 viser relativt høye verdier både under hvile og ved aktivitet. Verdiene er kanskje høyere enn forventet ut fra dyrets alder og størrelse, men opptaket ble gjort på en veldig varm dag og det kan kanskje være en del av forklaringen (se Holter et al. 1975, Freddy 1984). Hjorten ble eksponert for lavtflygende helikopter i 2 adskilte episoder med ca. 10 min. mellomrom (fig. 16 A,B). Ingen reaksjon kunne registreres i noe tilfelle, hverken i hjerteslagfrekvens eller endret aktivitetsmønster. Seks andre dyr som oppholdt seg på samme område i innhegningen viste heller ingen adferdsmessige reaksjoner, og beitingen fortsatte uforandret ved siste overflyging som varte ca. 1 min (B, fig. 16).

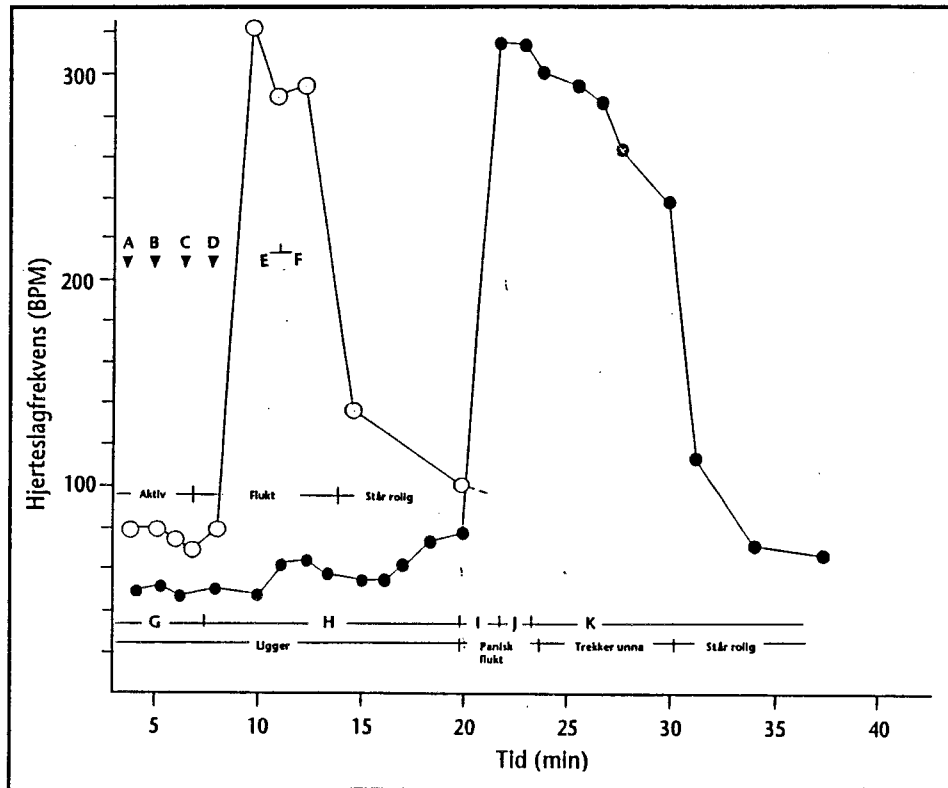


Figur 16 Reaksjon hos hjort på overflyving med helikopter. A=høyde 450 fot over dyret. B=500 fot over dyret.

Heller ikke elgen synes å reagere nevneverdig på helikopter som flyr i rimelig høyde (over 400 – 500 fot, fig. 17). Ved disse forsøkene ble det brukt 2 forskjellige helikoptertyper, og særlig Lama-helikopteret har ganske høyt støynivå. Først i høyder 120–150 fot over dyret reagerte dramatisk og med panikkartet flukt. I forsøket med Lama-helikopteret reiste elgen seg først når helikopteret hovret 150 fot over.

Det kan kanskje virke overraskende at elgen ikke reagerer tidligere på en så dramatisk forstyrrelse som et lavtflygende helikopter, og de to refererte forsøkene gir i seg selv ikke grunnlag for generelle oppfatninger. På den annen side er resultatene helt i tråd med omfattende erfaringer NINA har med bruk av helikopter til telling og merking av alle fire hjortedyrartene i Norge. Bare helt unntaksvis reagerer dyra

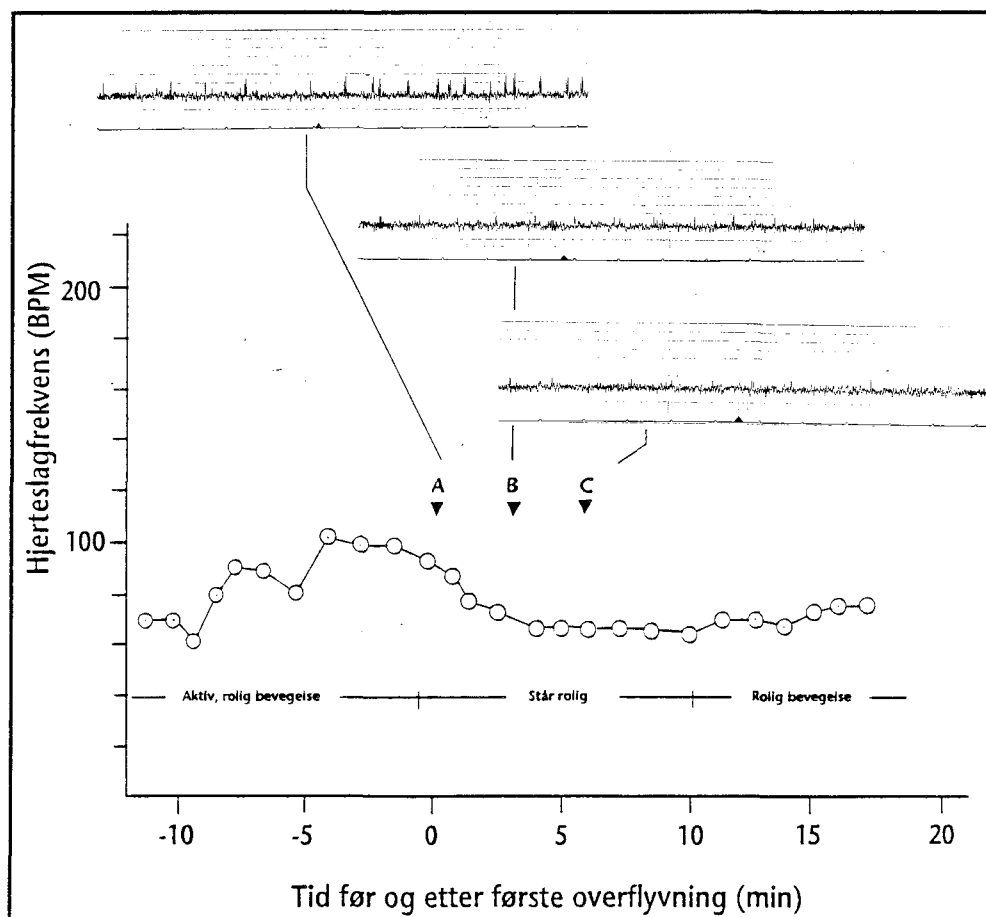
på helikopter i høyder over ca. 500 fot, og selv i noe lavere høyder er reaksjonen moderat og kortvarig spesielt om helikopteret passerer rett fram med jevn hastighet. Reaksjonen kan imidlertid bli mer uttalt dersom forstyrrelsen får preg av at helikopteret forfølger dyra over et lengre tidsrom.



Figur 17 Reaksjon på helikopter i ulike høyder og avstand fra elgen. ○=Equeul, ●=Lama.

- A = Høyde over dyret 1000', avstand 1.3 km
- B = Høyde over dyret 1300', avstand 800 m
- C = Høyde over dyret 1000', avstand 400 m
- D = Høyde over dyret 120', rett over
- E = Høyde over dyret 150–200', 20–100 m, følges i ca. 30 sek.
- F = Helikopter i 2000', avstand ca. 1 km
- G = Gjentatte overflyvinger i 1500'–400'. Avstand max. 1.2 km
- H = Gjentatte overflyvinger i 1000'–300'. Avstand max. 800 m
- I = Direkte provokasjon 150' over elgen som reiser seg
- J = Elgen følges i ca. 30 sek. Høyde 150'–300', avstand 0–100 m
- K = Helikopter i 2500', avstand 1–2 km.

Overflyging med F-16 jagerfly. I figur 18 er kurven for hjerterslagfrekvens vist kontinuerlig for hele forsøkets varighet. I tillegg er det vist utsnitt av utskriftene av hjertesignaler ved hver passering av flyene. Elgen hadde vært aktiv den siste halvtime før forsøket startet, og utgangspunktet slik sett var kanskje ikke helt ideelt. Eneste reaksjon som kunne påvises var en kortvarig orienteringsrespons ved første overflyging i 1050 fot. Omlag 1 min før første passering stanset elgen opp og forholdt seg rolig de neste 10 min., altså ca. 4 min. lengre enn forsøkets varighet. Hverken hjerterslagfrekvens eller aktivitetssignal tydet på reaksjon ved de to passeringene som foregikk i lavest høyde (750 og 310 fot). Elgen ble overvåket 1 time etter siste overflyging, og i hele denne perioden oppholdt dyret seg i samme område og viste normalt aktivitetsmønster.



Figur 18 Elgens reaksjon på overflyving med F-16 jagerfly. A=1.passering, høyde 1050' over dyret. B=2.passering, høyde 750' over dyret. C=3.passering, høyde 310' over dyret.

5 Generelle kommentarer – diskusjon

Registrering av EKG-diagram eller hjerteslagfrekvens har vist seg å være et nyttig hjelpemiddel til å belyse stress- og forstyrrelsesreaksjoner hos hjortedyr, enten det dreier seg nyfødte kalver som viser trykkrespons (Espmark og Langvatn 1979, Jacobsen 1979, Espmark og Langvatn 1985) eller eldre dyr som reagerer med fysisk mobilisering og flukt (MacArthur et al. 1979, 1982, Moen et al. 1982, Kuck et al. 1985). Hjerteslagfrekvens har også vist seg å være en god indikator på hormonelle tilstander som følge av mer langvarige stressituasjoner (Harlow et al. 1987a, b). Erfaringene fra denne undersøkelsen viser at riktig plassering av hjertesenderen er avgjørende for at signalene skal bli tolkbare og representative for hjertets slagfrekvens. Tilsvarende er rapportert fra andre undersøkelser, og det synes å være et generelt problem at signalene blir vanskeligere å tolke ved høye aktivitetsnivå hvor bl.a. støy fra annen muskelaktivitet interfererer med kontraksjonssignaler fra hjertet (Kautz et al. 1981).

Flere undersøkelser har dokumentert endringer i basismetabolisme og hjerterytme avhengig av dyras alder og størrelse (Jacobsen 1979, Robbins et al. 1979, Mautz og Fair 1980, Kautz et al. 1981). Blandt hjortedyr på nordlige breddegrader er det dessuten vel dokumentert at basismetabolisme og hjerteslagfrekvens endrer seg med årstid (Holter et al. 1976, Moen 1978). Generelt er det slik at dyra i vinterhalvåret senker stoffskiftet som en del av en strategi for å overleve perioder hvor tilgjengelig mat er av dårlig kvalitet og i begrenset mengde. Hjerteslagfrekvens som kriterium på forstyrrelsesreaksjon må derfor tolkes på bakgrunn av slike forhold i hvert enkelt tilfelle (se også Renecker og Hudson 1985).

Medikamentell innfangning av dyra slik som i dette prosjektet synes å gi langt raskere reetablering av normal hjerteslagfrekvens enn innfangning hvor dyra ikke anesteseres (MacArthur og Geist 1986). Anestesi eller sedasjon vil trolig redusere risikoen for myopaty (overanstrengelsessyndrom) eller andre skader på dyra. Det forutsettes imidlertid at virkningen av medikamentene som benyttes kan reverseres med rasktvirkende antidot. Myopaty kan være et reelt problem ved fysisk immobilisering av dyr, og en rekke dødsfall hos hjortedyr er kjent i forbindelse med at de skremmes og forfølges over lengre tidsrom (Sennstam 1974, Sennstam og Stålfeldt 1976, Borg 1974, Olsson 1976, Haigh et al. 1977, Lewis et al. 1977).

Alle målinger av hjerteslagfrekvens i denne undersøkelsen er foretatt i sommerhalvåret, og som nevnt foran må verdiene for ulike typer aktivitet betraktes som heller grove anslag for nivå. Sammenlignet med tilsvarende data fra andre undersøkelser virker de likevel gjennomgående fornuftige (Robbins et al. 1979, Mautz og Fair 1980, MacArthur et al. 1982, Harlow et al. 1987 a,b). Muligens er verdiene for høye aktivitetsnivå noe over det en kunne forvente (Freddy 1984), og spesielt gjelder det for elgen (Renecker og Hudson 1985). Verdiene for hjerteslagfrekvens ved panisk flukt er her så høye at en må ta forbehold om at vi har mistolket signalstøy med egentlige kriterier for hjertekontraksjon. I alle fall er imidlertid hjerteslagfrekvensen ved denne type aktivitet så høy at den betryggende kan skilles fra lavere aktivitetsnivå. I praksis skulle derfor dette ikke skape noe problem i forhold til formålet med undersøkelsen. Relativ økning i hjerteslagfrekvens i forhold til ulike typer aktivitet samsvarer generelt bra med andre undersøkelser (Freddy 1984, MacArthur og Geist 1986), og figur 7 og 9 viser at de virkelig høye verdier for hjerteslagfrekvens er knyttet til ekstreme fluktreaksjoner med høyt stressnivå og fysisk innsats.

Flere undersøkelser har demonstrert godt samsvar mellom hjerteslagfrekvens og energiforbruk (Holter et al. 1976, Freddy 1984, Nilssen et al. 1984). Hos elg har Renecker og Hudson (1985) vist at dette forholdet er kurvilineært (eksponensielt) på den måte at metabolismen øker relativt mer ved høyere hjerteslagfrekvens. En rekke andre undersøkelser (Robbins 1979, Mautz og Fair 1980, Kautz et al. 1981) har påvist lignende korrelasjoner, men påpeker variasjonen i forholdet og behovet for korreksjon for faktorer som dyrets alder, vekt, kjønn, årstid, ernærings situasjon og tid på døgnet. Flere modeller som tar hensyn til slike forhold foreligger (Moen 1978, Robbins et al. 1979, Parker et al. 1984), og disse vil i varierende grad gi et mer nyansert grunnlag for beregninger knyttet til forholdet mellom hjerteslagfrekvens og energiforbruk – metabolisme. I tabell 1 er det vist noen eksempler på enkle, kvantitative sammenhenger (lineær regresjon) mellom hjerteslagfrekvens og metabolisemate-energiforbruk.

Parker et al. (1984) har dessuten presentert data som viser energikostnader for hjort som beveger seg i snø av ulik dybde og tetthet. Sammenhengen er også her kurvilineær (eksponensiell) på den måte at

energikostnadene øker relativt mer jo større snødybden er:

$$Y = [0.71 + 2.6 (p - 0.2)] X e^{[0.0191 + 0.016 (p - 0.2)] x}$$

Y = relativ økning i energiforbruk, p = snøtetthet, X = gjennomsynk i snøen.

Beregninger viser at differansen i energiforbruk mellom gåing og løping for caribu er 20 kcal pr. min. (Klein 1973), og dette samsvarer godt med beregninger for andre store hjortedyr basert på Gold's formel (1973). Sammenlagt viser det som er nevnt ovenfor at det er en sammenheng mellom hjerteslagfrekvens og energiforbruk, og at energiforbruket øker relativt mer ved høye hjerteslagfrekvenser og fysiske anstrengelser. I praksis vil det si at dyr som presses til store fysiske anstrengelser, indikert ved høy hjerteslagfrekvens, bruker uforholdsmessig mye energi. Konsekvensene av dette vil være størst i vinterhalvåret når dyp snø kanskje gjør det vanskelig å ta seg fram, og dyra er i energetisk underbalanse og kanskje i dårlig kondisjon. Næringstilgangen på denne tida av året er dessuten begrenset og av dårlig kvalitet, noe som gjør det enda vanskeligere å kompensere for økt energiforbruk og tap av kondisjon.

Som nevnt innledningsvis tok ikke dette prosjektet sikte på å gjøre nærmere undersøkelser av energetiske konsekvenser av forstyrrelser. Registreringene av hjerteslagfrekvens ved ulike aktivitetstyper hos elg og hjort, selv om de er begrenset i omfang, samsvarer likevel bra med tilsvarende opplysninger i litteraturen, og gir slik sett et visst grunnlag for å antyde generelle, energetiske konsekvenser av forstyrrelsesgrad. Det synes også klart at telemetrisystemet og registreringsprosedyrene som er utviklet i dette prosjektet fungerer tilfredsstillende og at vi har unngått en del av de tekniske problem som er rapportert fra andre undersøkelser (Renecker og Hudson 1985).

De enkelte forsøk med ulike typer forstyrrelser som ble utført i dette prosjektet er i hovedsak omtalt tidligere, og i det følgende diskuteres resultatene mer generelt og i forhold til lignende undersøkelser rapportert i litteraturen. Reimers (1984) refererer Geist (1971) med et regneeksempel som viser at en karibu som løper i 10 minutter, går i 1 time og forblir urolig i nok en time, krever 21% mer energi enn et dyr som beiter og ligger i samme tidsrom. Dette betyr en økt forbrenning av 24g kroppsvev (fett) som ville tilsvare et inntak av 1 kg fôr av god kvalitet. Reimers (op.cit) viser også i en tabell hvor raskt

energibehovet for rein øker ved økning i aktivitetsnivå.

For norske forhold er det lite litteratur som omtaler hjortedyrs reaksjoner på forstyrrelsesstimuli. Reimers (1984) har imidlertid gjennomført en litteraturstudie over menneskelig aktivitets virkninger på rein og karibu. Hans hovedkonklusjoner når det gjelder menneskelig ferdsel til fots, motorkjøretøy til lands og til vands, og luftfarttøy som forstyrrelseskilde er følgende:

1. Reinens reaksjon på mennesker er i stor grad knyttet til tidligere erfaringer med etterstrebelse fra mennesker og rovdyr, og reaksjonsmønsteret er mer uttalt til mer dyra har vært etterstrebet.
2. Generelt viser dyra sterkere reaksjon mot forstyrrelser fra mennesker enn fra motorisert ferdsel, forutsatt at mennesket ikke identifiseres i tilknytning til motorkjøretøyene.
3. Motorferdsel utløser fryktreaksjoner hos rein og karibu, men graden av reaksjon avhenger av motorkjøretøyenes bevegelsesretning, hastighet og i hvor stor grad de er knyttet til faste traseer.
4. Dyras reaksjon på motorkjøretøy varierer mellom kategorier dyr og avhengig av habitatmessige og bestandsmessige faktorer.
5. Luftfarttøy vil bare i lave høyder og på kort avstand utløse nevneverdige frykt- og fluktreaksjoner hos rein og karibu.

Lignende konklusjoner er framkommet fra andre undersøkelser, Kufeld et al. (1988) og Root et al. (1988) påviste en viss økning i aktivitet og forflytning hos henholdsvis mulhjort og hvithalehjort i områder som var utsatt for høyt jaktrykk. Atferdsreaksjonene varierte med tilgangen på refugier med lavere forstyrrelsesnivå og godt skjul. For amerikansk hjort er det påvist at dyr med etablerte tilholdsområder (home-range) begrenser bruken til visse deler av området som er mindre forstyrret og gir bedre skjul når tømmerdrifter etableres i umiddelbar nærhet (Edge et al. 1985, Edge og Marcum 1985). Tilsvarende observasjoner er rapportert av Czech (1991) som i likhet med de to foregående undersøkelsene påpeker at hjorten ganske raskt tilvenner seg slike forstyrrelseskilder når de begrenses til et definert område. Dyra etablerer en buffersone på 500–1000 meter til forstyrrelseskilden, men tar denne sonen i bruk i helger og til andre tidspunkt når det ikke foregår aktivitet på hogstplassene. Denne typen menneskelig aktivitet vil

Tabell 1. Eksempler på kvantitative sammenhenger mellom hjerteslagfrekvens og metaboliserte - energiforbruk.

Art	Regr.lign.	Kommentarer	Kilde
Rein	$y=7.48x+31.20$ ($r=0.95$)	$y=\text{BPM}^{-1}$, $x=\text{metabolisme rate (Wkg}^{-1}\text{)}$. Vinter	Nilssen et al. 1984
Rein	$y=8.04x+48.70$ ($r=0.95$)	" " " " Sommer	"
Mulhjort	$EE=3.6HR-21.3$ ($r=0.69$)	$EE=\text{energiforbruk (kcal/kg}^{-0.75/\text{dag}}$, $HR=\text{BPM}^{-1}$. Gj.sn. for flere kategorier dyr	Kautz et al. 1981
Hvithalehjort	$MR=2.9HR-15.2$ ($r=0.94$)	$MR=\text{metabolisme rate}$, $HR=\text{BPM}^{-1}$. Gj.sn. for flere kategorier dyr. Sommer	Holter et al. 1976
"	$MR=1.1HR+42.4$ ($r=0.55$)	$MR=\text{metabolisme rate}$, $HR=\text{BPM}^{-1}$. Gj.sn. for flere kategorier dyr. Vinter	"
"	$y=0.001427x-0.01859$ ($r=0.60$)	$y=\text{energiforbruk (kcal/kg}^{-0.75/\text{min}}$). Sommer	Mautz and Fair 1980
Hjort	$y=2.673+0.203x$ ($r=0.87$)	$y=\text{energiforbruk (kcal/kg/time)}$	Robbins et al. 1979
Elg	$y=1.81+71.4$	$y=\text{energiforbuk (5kcal/liter O}_2\text{/min)}$	Renecker et al. 1978 (etter Kautz et al. 1981)

likevel kunne forårsake betydelig reduksjon i dyras habitatutnyttelse (Edge og Marcum 1985). I en sammenligning mellom effekten av personer som beveget seg i terrenget og simulert gruvedrift (dagbrudd) med høyt støynivå (Kuck et al. 1985) reagerte dyra med økt bevegelse og aktivitet, forflytninger til høyere liggende terreng og utvidede tilholdsområder sammenlignet med områder uten forstyrrelse. I alle sammenhenger reagerte hjortene mer på menneskelig forstyrrelse enn den simulerte gruvedriften. Imidlertid førte ingen av forstyrrelseskildene til påviselige negative effekter på bestandsnivå, hverken økt dødelighet eller oppsplitting av sosiale enheter.

Fra Canada foreligger det en undersøkelse av hvordan skiløyper for langrenn virker inn på fordelingen av elg og hjort i terrenget (Ferguson og Keith 1982). Særlig elgen reagerte med å trekke utenfor en buffersone på ca. 500 m fra løypa. Reaksjonen var i første rekke knyttet til bruksfrekvensen av løypa fra dag til dag, og var i mindre grad avhengig av antall skiløpere når løypa først var i bruk. Hjortens fordeling i terrenget synes generelt å være mindre påvirket enn tilfellet var for elg. MacArthur et al. (1979) studerte amerikansk fjellsau som delvis var habituert til menneskelig nærvær. Detaljerte data i en sammenligning av dyras reaksjon på ulike typer forstyrrelsesstimuli viser at disse dyra har desidert størst frykt for mennesker som beveger seg i terrenget. Reaksjonen var vesentlig større om personen nærmet seg med overhøyde enn om han beveget seg lavere i terrenget. Fjellsauen reagerte også sterkt på hundedyr. Derimot var reaksjonen neglisjerbar overfor motorkjøretøy som fulgte faste traseer og til helikopter og fly med mindre de var nærmere enn 150–200 m (se også MacArthur et al. 1982). Andre undersøkelser av dyrs reaksjon på menneskelig nærvær tyder også på at dette er et svært sterkt fryktstimulus (for referanser se MacArthur et al. 1979). Slik sett er det ikke overraskende at f.eks. orienteringsløp og lignende aktiviteter med mange mennesker i terrenget skaper til dels dramatiske frykt- og fluktreaksjoner hos hjortedyr (for referanser Lund Jeppesen 1987a, b). Nevnte forfatter har studert reaksjoner hos hjort og rådyr på orienteringsløp og drivjakt i Danmark. Også fra Sverige er det rapportert om funn av døde rådyr og elg i forbindelse med orienteringsarrangement (Sennstam 1974, Borg 1974, Sennstam og Stålfeldt 1976, Olsson 1976). Generelt synes det å være slik at reaksjonen hos dyra varierer med avstanden til godt skjul, og de tolerer forstyrrelseskilden nærmere i skog enn i åpent lende. Mennesker i terrenget synes videre å representere en større trussel om stressfaktor dersom de beveger seg uprediktablett i tid og retning, sammenlignet med om de beveger seg mer konsentrert langs faste traseer (MacArthur et al. 1979, 1982,

Lund Jeppesen 1987 a, b).

Registreringer av mennesker i terrenget som forstyrrelseskilde foretatt under dette prosjektet er svært begrenset, men resultatene ligger innenfor rammene av den variasjon som er påvist i andre undersøkelser det er referert til. Det gjelder både reaksjonsavstand, fluktdistanse og signalkarakteristika knyttet til hjerteaktivitet i forskjellige stressituasjoner. I likhet med erfaringene fra en rekke andre undersøkelser indikerer våre registreringer at mekanisk støy og motoriserte forstyrrelseskilder i mindre grad enn mennesket per se utløser fryktreaksjon hos hjort og elg, og reaksjonsavstanden er gjennomgående vesentlig mindre (Freddy et al. 1986, Yarmoloy et al. 1988, Tyler 1991). Mange dyrearter synes også å ha lettere for å habituere til mekanisk støy og motoriserte forstyrrelseskilder enn til mennesker (MacArthur et al. 1982, Freddy et al. 1986, Yarmoloy 1988). Et unntak fra denne generelle tendensen er rapportert av Moen et al. (1982), som gjennomførte et spesielt eksperiment med snøscooter og hvithalehjort i en heller liten innhegning (96 x 250 m). Moen et al. (op.cit) kunne ikke påvise habituering til snøscooteren i løpet av forsøksserien, men nevner samtidig at dyra ellers er i stand til å venne seg til motorstøy, eksempelvis motorsag som kanskje til og med kan virke attraherende ved at dyra assosierer det med felling av trær som representerer en matkilde. Moen et al. (1982) presiserer at det ikke er snøscooteren og motorkjøretøy per se som skaper frykt hos dyra, snarere er det den truende bevegelsen når scooteren nærmere seg i stor fart.

Det foreligger etter hvert mye litteratur som behandler luftfartøy som forstyrrelseskilde for dyrelivet. Den mest omfattende oppsummering av problemområdet er gjort av Gladwin et al. (1987), Asherin et al. (1988), Gladwin et al. (1988), Mancini et al. (1988). Det er vanskelig å gi en kortfattet oppsummering av konklusjonene i alle undersøkelsene som er referert i disse arbeidene, men noen hovedtrekk synes å være følgende:

1. Det er stor variasjon i ulike dyrearters reaksjon på luftfartøy.
2. Fugler, kanskje spesielt svømmefugler er trolig mer følsomme for denne type forstyrrelser enn pattedyr.
3. Dyr som lever i åpne områder med lite vegetasjon synes mer følsomme enn skogslevende arter.

4. Helikopter oppleves trolig som en mer truende forstyrrelse enn fly.
5. Orienteringsrespons, årvåkenhet og kortvarige endringer i beiteatferd kan registreres når luftfartøy beveger seg i høyder mellom 500 – ca. 1200 fot.
6. Frykt- og fluktreaksjoner betinger vanligvis flyhøyder under 500 fot.
7. Supersoniske smell synes ikke å medføre nevneverdig større reaksjon enn subsonisk støy.

Ville hjortedyr synes mer følsomme for forstyrrelser av luftfartøy enn husdyr. Enkelte hjortedyrarter synes mer følsomme for forstyrrelser i kalvingsperioden, mens konsekvensene av høyt stressnivå og energikrevende fluktreaksjoner sannsynligvis er størst i drektighetsperioden (Espmark 1972, Calef et al. 1976). Det synes ikke å foreligge undersøkelser som klart viser at støy og forstyrrelser fra luftfartøy har signifikante effekter på bestandsnivå (Bowles og Awbrey 1988), selv om slike forstyrrelser i ekstreme situasjoner kan slå ut dramatisk for enkeltindivider (Calef et al. 1976).

Ettersom forstyrrelser av luftfartøy for det meste er knyttet til uvanlig lave flyhøyder, og dessuten er kortvarige, må denne forstyrrelseskilden betraktes som mindre vesentlig sammenlignet med f.eks. forstyrrelseskilder på bakken. Det synes dessuten klart at en rekke hjortedyrarter har betydelig evne til å habituere til både luftfartøy og andre motoriserte innretninger (Krausman et al. 1986).

6 Sammendrag og konklusjon

- Prosjektet lyktes tilfredsstillende med å utvikle telemetriutstyr og metodikk til å kartlegge hjortedyrs reaksjon på ulike typer forstyrrelseskilder.
- Visse problem med tolking av hjertesignalenes karakteristikk ved høyt aktivitetsnivå reduserer ikke anvendelsen av metodikken nevneverdig med tanke på de problemstillinger prosjektet hadde som målsetning.
- Implanteringsteknikk og kirurgiske prosedyrer kan og bør forbedres for å redusere risikoen for tap av hjertesendere.
- Omfanget av forstyrrelsesforsøk med ulike stimuli i prosjektet er for begrenset til i seg selv å gi grunnlag for klare konklusjoner. Foreliggende resultater samsvarer imidlertid med de hovedtendenser som er referert etter omfattende litteraturgjennomgang.

- Bare i ekstremt lave høyder vil luftfartøy representere et forstyrrelseselement av betydning for hjortedyr, men her mangler indikasjoner på hva situasjonen kan være vinters tid.
- Motorkjøretøy på bakken kan være en forstyrrelseskilde av betydning, men i så fall mer knyttet til kjøremønster og trasévalg fremfor støyfaktoren.
- Mennesker som beveger seg i terrenget synes å være den mest markerte forstyrrelseskilde for hjortedyr, selv om det også avhenger av avstand, vindretning, bevegelsesretning og forstyrrelsesfrekvens.

For å kunne redusere de negative konsekvenser av menneskelig aktivitet generelt i forbindelse med Forsvarets aktiviteter i utmark vil det sannsynligvis være mest formålstjenlig å fokusere på forflytning av personell og disponering av mannskapsstyrker i terrenget. Gjennom bedre planlegging og mer gjennomtenkt bruk av motorkjøretøy på bakken vil de negative konsekvenser for hjortedyr også i den sammenheng kunne reduseres. For Forsvarets øvingsaktiviteter vil mer bevisst fordeling og bruk av terrengavsnitt og vegetasjonstyper til forskjellig virksomhet kunne redusere presset på dyrelivet.

Forsvarets virksomhet i norsk utmark er sjelden er fordel for fauna og vegetasjon, og den er ikke alltid så problemfri som rapportert av Myrholt og Bjørklid (1985). På den annen side er vel heller ikke virksomheten alltid så ødeleggende og katastrofal for naturen som en kanskje får inntrykk av i den generelle samfunnsdebatten. Etter hvert er det samlet en god del kunnskap om dyrelivets reaksjoner på ulike typer forstyrrelser, og ved å ta denne kunnskapen bevisst i bruk vil tanken om flerbruk i militære øvingsområder kunne få et mer reelt og balansert innhold, til beste både for dyreliv og den prioriterte virksomheten.

7 Videreføring av prosjektet

I rimelig grad må en kunne si at målsetningen for prosjektet ble oppfylt i løpet av perioden. På ett punkt kom vi likevel til kort, og det gjelder studium av habituering til ulike typer forstyrrelse. Dette skyldes delvis at vi mistet to hjertesendere, noe som hadde både faglige og økonomiske konsekvenser. Ved eventuell videreføring av prosjektet er dette et punkt som bør få oppmerksomhet. Slike studier kan gjøres

på den elgen vi allerede har instrumentert på Songli forsøksgård, men i tillegg bør målinger gjøres i et område hvor dyra er eksponert for forstyrrelser, fortrinnsvis av militær karakter.

I foreliggende litteratur om dyreliv og forstyrrelser er datatilgangen desidert svakest fra vinterperioden. Slike data har vi heller ikke i det prosjektet som nå er avsluttet, og ved en eventuell videreføring burde vinterregistreringer ha prioritet. Det burde være tilstrekkelig med målinger på 2–3 dyr for å gi rimelige indikasjoner.

Ved NINA har vi etterhvert opparbeidet god oversikt over eksisterende litteratur vedrørende forstyrrelser på dyrelivet, og med den generelle kompetanse vi ellers har mener vi å representere en faglig ressurs som Forsvaret kunne ha nytte av både i planlegging av øvingsopplegg i utmark og opplæring av personell som har ansvar i den sammenheng. Vi tror eksempelvis det er viktig å disponere ulike terrengavsnitt under øvelser slik at dyrelivet får et system av refugier de kan utnytte i forstyrrelsesfasen. Det bør kunne gjøres på en slik måte at det ikke reduserer verdien av øvingsopplegget for mannskapene eller innholdet i øvelsen totalt sett. NINA arbeider med en metode for å registrere fordeling og forekomst av hjortedyr i terrenget ved hjelp av et varmesensitivt FLIR-kamera montert på et helikopter. Innledende testinger har gitt svært løfterike resultat, og vi håper metodikken skal være klar som en helhetsløsning tidlig på vinteren. Dette vil kunne være et godt hjelpemiddel til å fremskaffe informasjon i planleggingsfasen av øvelser, så vel som data for dyrelivets reaksjon på øvelsesaktivitetene. Om ønskelig bidrar NINA gjerne med nærmere informasjon om dette opplegget når det forhåpentligvis foreligger operativt tidlig på nyåret.

8 Referert litteratur

- Asherin, D.A. and Gladwin, D.N. (eds.) 1988. Effects of aircraft noise and sonic booms on fish and wildlife: a research needs workshop. U.S. Fish Wildl. Serv., National Ecology Research Center, Fort Collins, CO. NERC-88/23. 90 pp.
- Baker, D.L., Johnson, D.E., Carpenter, L.H., Wallmo, O.C. and Gill, R.B. 1979. Energy requirements of mule deer fawns in winter. *J. Wildl. Manage.* 43: 162-169.
- Borg, K. 1974. Varför dör elgar under orienteringstevlingar? *Svensk Jakt*, 112: 658-660.
- Boye, B. og Borg, O.P. 1989. Hærens øvinger i utmark. Konsekvensanalyse spesielt med hensyn på enkelte sider av utmarksforvaltningen. Rapport 39pp.
- Bowles, A.E. and Awbrey, F.T. 1988. In: Asherin, D.A. and D.N. Gladwin, (eds.) 1988. Effects of aircraft noise and sonic booms on fish and wildlife: a research needs workshop. U.S. Fish Wildl. Serv., National Ecology Research Center, Fort Collins, CO. NERC-88/23. 90 pp.
- Calef, G.W., DeBock, E.A. and Lortie, G.M. 1976. The reaction of barren-ground caribou to aircraft. *Arct.* 29(4): 201-212.
- Czech, B. 1991. Elk behaviour in response to human disturbance at Mount St.Helens National Volcanic Monument. *Applied Animal Behaviour Science* 29: 269-277.
- Edge, W.D. and Marcum, C.L. 1985. Movements of elk in relation to logging disturbances. *J. Wildl. Manage.* 49(4): 926-930.
- Edge, W.D., Marcum, C.L. and Olson, S.L. 1985. Effects of logging activities on home-range fidelity of elk. *J. Wildl. Manage.* 49(3): 741-744.
- Espmark, Y. 1972. Behaviour reactions of reindeer exposed to sonic booms. *Deer*, 2: 800-802.
- Espmark, Y. and Langvatn, R. 1979. Cardiac responses in alarmed red deer calves. *Behav. Processes*, 4: 179-186.
- Espmark, Y. and Langvatn, R. 1985. Development of cardiac and behavioural responses in young red deer calves (*Cervus elaphus*) exposed to alarm stimuli. *J. Mammal.* 66(4): 702-711.
- Ferguson, M.A.D. and Keith, L.B. 1982. Influence of nordic skiing on distribution of moose and elk in Elk Island National Park, Alberta. *Can. Field-Naturalist.* 96(1): 69-78.
- Freddy, D.J. 1984. Heart rates for activities of mule deer at pasture. *J. Wildl. Manage.* 48(3): 962-969.

- Freddy, D.J., Bronaugh, W.B. and Fowler, M.C. 1986. Responses of mule deer to disturbance by persons at foot and snowmobiles. *Wildl. Soc. Bull.* 14: 63–68.
- Geist, V. 1971. Is big game harassment harmful? *Oil week*, June 14: 12–13.
- Gladwin, D.N., Asherin, D.A. and Mancini, K.M. 1987. Effects of aircraft noise and sonic booms on fish and wildlife: results of a survey of U.S. Fish and Wildlife Service Endangered Species and Ecological Services Field Offices, Refuges, Hatcheries, and Research Centers. NERC–88/30. U.S. Fish Wildl. Serv., National Ecology Research Center, Fort Collins, CO. 24 pp.
- Gladwin, D.N., Mancini, K.M. and Villeda, R. 1988. Effects of aircraft noise and sonic booms on domestic animals and wildlife: bibliographic abstracts. U.S. Fish Wildl. Serv. National Ecology Research Center, Ft. Collins, CO. NERC–88/32. 78 pp.
- Gold, A. 1973. Energy expenditure in animal locomotion. *Science*, 181: 275–276.
- Haigh, J.C., Stewart, R.R., Wobeser, G. and MacWilliams, P.S. 1977. Capture myopathy in a moose. *J. Am. Vet. Med. Ass.* 171(9): 924–926.
- Harlow, H.J., Thorne, E.T., Williams, E.S., Belden, E.L. and Gern, W.A. 1987a. Adrenal responsiveness in domestic sheep (*Ovis aries*) to acute and chronic stressors as predicted by remote monitoring of cardiac frequency. *Can. J. Zool.* 65: 2021–2027.
- Harlow, H.J., Thorne, E.T., Williams, E.S., Belden, E.L. and Gern, W.A. 1987b. Cardiac frequency: a potential predictor of blood cortisol levels during acute and chronic stress exposure in Rocky Mountain bighorn sheep (*Ovis canadensis canadensis*). *Can. J. Zool.* 65: 2028–2034.
- Holter, J.B., Urban, W.E.jr., Hayes, H.H., Silver, H. and Skitt, H.P. 1975. Ambient temperature effects on physiological traits of white-tailed deer. *Can. J. Zool.* 53: 679–685.
- Holter, J.B., Urban, W.E. jr., Hayes, H.H., Silver, H. 1976. Predicting metabolic rate from telemetered heart rate in white-tailed deer. *J. Wildl. Manage.* 40(4): 626–629.
- Jacobsen, N.K. Changes in heart rate with growth and activity of white-tailed deer fawns (*Odocoileus virginianus*). *Comp. Biochem. Physiol.* 62A: 885–888.
- Kautz, M.A., Mautz, W.W., Carpenter, L.H. 1981. Heart rate as a predictor of energy expenditure of mule deer. *J. Wildl. Manage.* 45(3): 715–720.
- Krausman, P.R., Leopold, B.D. and Scarbrough, D.L. 1986. Desert mule deer response to aircraft. *Wildl. Soc. Bull.* 14: 68–70.

- Kuck, L., Hompland, G.L. and Merrill, E.H. 1985. Elk calf response to simulated mine disturbance in southeast Idaho. *J. Wildl. Manage.* 49(3): 751–757.
- Kufeld, R.C., Bowden, D.C. and Schrupp, D.L. 1988. Influence of hunting on movements of female mule deer. *Journ. of Range Manage.* 41(1): 70–72.
- Langvatn, R. 1984. Trykkesrespons hos nyfødte hjortekalver, – fysiologiske fakta og økologiske funderinger. Viltrapport nr. 29: 51–64.
- Lewis, R.J., Chalmers, G.A., Barrett, M.W. and Bhatnagar, R. 1977. Capture myopathy in elk in Alberta, Canada. A report of three cases. *J. Am. Vet. Med. Ass.* 171(9): 927–932.
- Lund Jeppesen, J. 1987a. Umiddelbare reaksjoner hos kron dyr (*Cervus elaphus*) i Oksbølområdet, når de udsattes for orienteringsløb og drivjagt. *Danske viltundersøgelser*, 43, 22pp.
- Lund Jeppesen, J. 1987b. The disturbing effects of orientering and hunting on roe deer (*Capreolus capreolus*). *Dan. Review of Game Biol.* 13(3), 24 pp.
- MacArthur, Johnston, R.H., Geist, V. 1979. Factors influencing heart rate in free-ranging bighorn sheep: a physiological approach to the study of wildlife harassment. *Can. J. Zool.* 57: 2010–2021.
- MacArthur, R.A., Geist, V., Johnston, R.H. 1982. Cardiac and behavioural responses of mountain sheep to human disturbance. *J. Wildl. Manage.* 46(2): 351–358.
- MacArthur, R.A. and Geist, V. 1986. Cardiac responses of bighorn sheep to trapping and radio instrumentation. *Can. J. Zool.* 64: 1197–1200.
- Manci, K.M., Gladwin, D.N., Vilella, R. and Cavendish, M.G. 1988. Effects of aircraft noise and sonic booms on domestic animals and wildlife: a literature synthesis. U.S. Fish and Wildl. Serv. National Ecology Research Center, Ft. Collins, CO. NERC–88/29. 88 pp.
- Mautz, W.W. and Fair, J. 1980. Energy expenditure and heart rate for activities of white-tailed deer. *J. Wildl. Manage.* 44(2): 333–342.
- McLaren, M.A. and Green, J.E. 1985. The reaction of muskoxen to snowmobile harassment. *Arctic*, 38(3): 188–193.
- Moen, A.N. 1982. Effects of disturbance by snowmobiles on heart rate of captive white-tailed deer. *New York Fish and Game journal*, 29(2): 176–183.
- Moen, A.N. 1978. Seasonal changes in heart rates, activity, metabolism, and forage intake of white-tailed deer. *J. Wildl. Manage.* 42(4): 715–738.

- Myrholt, M.B. og Bjørklid, K. 1985. Elg – skytefelt – skogbruk. Fagoppgave, Evenstad. 35pp.
- Nilssen, K.J., Johnsen, H.K., Rognmo, A. and Blix, A.S. 1984. Heart rate and energy expenditure in resting and running Svalbard and Norwegian reindeer. *Am. J. Physiol.* 246 (15):R963–R967.
- Olsson, N.–O. 1976. Så jobbade elgarna under O–ringen. *Svensk Jakt*, 113: 734–738.
- Parker, K.L., Robbins, C.T., Hanley, T.A. 1984. Energy expenditure for locomotion by mule deer and elk. *J. Wildl. Manage.* 48(2): 474–488.
- Reimers, E. 1984. Virkninger av menneskelig aktivitet på rein og caribou, en litteraturstudie. VN–rapport nr. 9. NVE–Vassdragsdirektoratet, natur– og landskapsavdelingen.
- Renecker, L.A. and Hudson, R.J. 1985. Telemetered heart rate as an index of energy expenditure in moose (*Alces alces*). *Comp. Biochem. Physiol.* 82A, 1:161–165.
- Renew. Resources Consult. Serv. Ltd. 1989. A review of the effects of aircraft and noise disturbance on caribou. In "Goose Bay Eis, Technical Reports". An environmental impact statement on military flying activities in Labrador and Quebec.
- Robbins, C.T., Cohen, Y., Davitt, B.B. 1976. Predicting metabolic rate from telemetered heart rate in white–tailed deer. *J. Wildl. Manage.* 40(4): 626–629.
- Robbins, C.T., Cohen, Y., Davitt, B.B. 1979. Energy expenditure by elk calves. *J. Wildl. Manage.* 43(2): 445–453.
- Root, B.G., Fritzell, E.K. and Giessman, N.F. 1988. Effects of intensive hunting on white–tailed deer movement. *Wildl. Soc. Bull.* 16: 145–151.
- Sennstam, B. 1974. Orienteringssportens påverkan på djurlivet. Rapport om en utredning. Inst. för skogszoologi. Rapporter og uppsatser no. 17: 60pp.
- Sennstam, B. og Stålfelt, F. 1976. Rapport angående 1975 års fem–dagarsorienteringsinverkan på klöviltet. Rapport 12: 35 pp.
- Silver, H., Colovos, N.F., Holter, J.B. and Haynes, H.H. 1969. Fasting metabolism of white–tailed deer. *J. Wildl. Manage.* 33: 490–498.
- Tyler, N.J.C. 1991. Short–term behavioural responses of Svalbard Reindeer, *Rangifer tarandus platyrhynchus* to direct provocation by a snowmobile. *Biological Conservation* 56: 179–194.
- Ursin, H. 1980. Neuroanatomical basis of aggression. In: "A multidisciplinary approach to aggression research". P.F. Brain and D. Denton (eds.). Plenum Press, New York.


Yarmoloy, C., Bayer, M. and Geist, V. 1988. Behaviour respons and reproduction of mule deer, *Odocoileus hemionus*, does following experimental harassment with an all-terrain vehicle. Canadian Field Naturalist, 102(3): 425-429.

Øen, E. 1982. A new darting gun for the capture of wild animals. Nord.Vet. Med. 34:39-43.

9 Utredninger og bibliografier vedrørende militær aktivitet og dyreliv

Følgende litteratur omhandler og oppsummerer spesielt konsekvensene av militær aktivitet på dyreliv og naturmiljø:

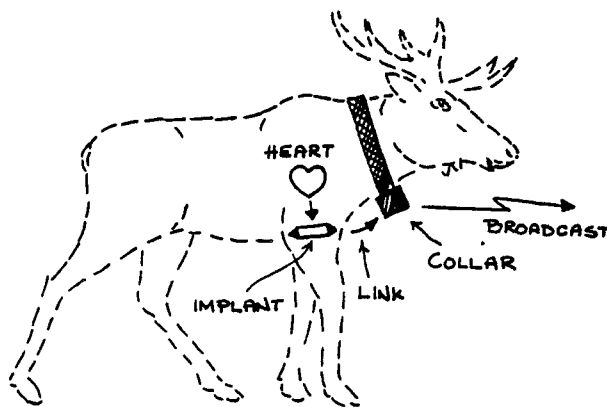
- Asherin, D.A., Gladwin, D.N. (eds.) 1988. Effects of aircraft noise and sonic booms on fish and wildlife: a research needs workshop. U.S. Fish Wildl. Serv., National Ecology Research Center, Fort Collins, CO. NERC-88/23. 90 pp.
- Boye, B. og Borg, O.P. 1989. Hærens øvinger i utmark. Rapport, 39 pp.
- CCMS-seminar 1984. Presentation of flora and fauna in military training areas. Rapport 177pp.
- Gladwin, D.N., Asherin, D.A. and Mancini, K.M. 1987. Effects of aircraft noise and sonic booms on fish and wildlife: results of a survey of U.S. Fish and Wildlife Service Endangered Species and Ecology Services Field Offices, Refuges, Hatcheries, and Research Centers. NERC-88/30. U.S. Fish Wildl. Serv., National Ecology Research Center, Fort Collins, CO. 24 pp.
- Gladwin, D.N., Mancini, K.M. and Villella, R. 1988. Effects of aircraft noise and sonic booms on domestic animals and wildlife: bibliographic abstracts. U.S. Fish Wildl. Serv. National Ecology Research Center, Ft. Collins, CO. NERC-88/32. 78 pp.
- Mancini, K.M., Gladwin, D.N., Villella, R. and Cavendish, M.G. 1988. Effects of aircraft noise and sonic booms on domestic animals and wildlife: a literature synthesis. U.S. Fish and Wildl. Serv. National Ecology Research Center, Ft. Collins, CO. NERC-88/29. 88 pp.
- National Defence, Canada, 1989. Goose Bay, EIS. An environmental impact statement on military flying activities in Labrador and Quebec. Main Report.
- National Defence, Canada, 1989. Goose Bay, EIS. An environmental impact statement on military flying activities in Labrador and Quebec. Technical Report.

 SINTEF Reguleringssteknikk N-7034 TRONDHEIM	Inge Mohus 91-08	<u>Heartbeat/activity transmitter system TRE-5</u>	1 (of 3)
--	------------------------	--	-------------

Heartbeat/activity transmitter system TRE-5

This system is specially designed for use on larger cervine animals (red deer, elk). An implanted unit picks up ECG signals from the heart, and sends beat pulses via a micropower link to a collar unit. Here activity information is added from an accelerometer sensor, making up a combined coded signal which is broadcast by a VHF telemetry transmitter in the collar, see Figure 1.

With this equipment both physical (average heartrate, movement accelerations) and emotional (heartrate change) responses of free-ranging animals may be studied, for periods up to one year at a time.



- Implanted heartbeat detector
- Wireless link to collar
- Acceleration sensor in collar
- Fleksible collar, integral antenna
- Longrange coded signals from collar
- -20 / +40 deg. C operation

FIGURE 1. TRE-5 SYSTEM

Implant unit TRE-5I

A sensitive amplifier takes in the faint ECG signals from electrodes at the ends of the cylindrical implantable unit, automatically selects an optimum triggering level on the signal peaks, and emits lowpower link pulses out to a receiver in the collar.

Figure 2 shows how triggering on single-peaked large and small ECG signals gives single link pulses, while multi-peaked ECG signals may result in undesirable multitriggering with multiple signals on the link.

The micropower electronics is powered from an onboard battery, giving the implant a typical operational life in excess of one year, depending on trigger rate. Biocompatible materials are used for encapsulation. The unit is supposed to be surgically implanted in a place near the heart where ECG signals are optimum, and the implant is reasonably protected from mechanical stress and strain.

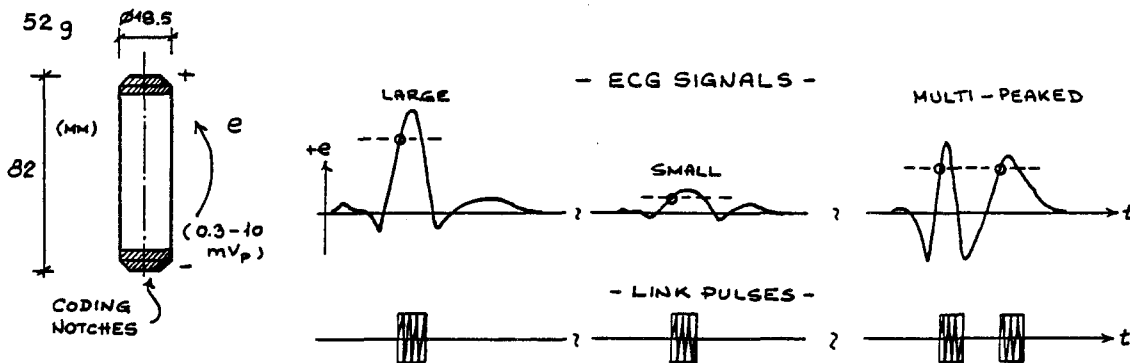


FIGURE 2. IMPLANT UNIT AND SIGNALS

Collar unit TRE-5I

A flexible web of selectable size carries the encapsulated electronic package. This contains the link receiver, acceleration sensor, control and coding circuitry, broadcast transmitter, and battery; see Figure 3. Battery operational life again depends on trigger rate, but is more than one year on normal single-triggered heartrates.

The link pulses release corresponding P-pulses from the broadcast transmitter, suitable for heartrate determination; see Figure 4.

The activity level is indicated by a following Q-pulse: Accelerations above the threshold level (typically 1 g) result in a Q-pulse of variable width up to a maximum; accelerations below threshold result in no Q-pulses; as sensed since last P-pulse. The biaxial acceleration sensor is mounted so that it has uniform sensitivity for collar movements up-down and left-right, with minor sensitivity for movements fore-aft.

If the implant is lost or animal goes dead the link signals cease. The collar will then shift to an idle fixed-rate mode, identified by wider P-pulses.

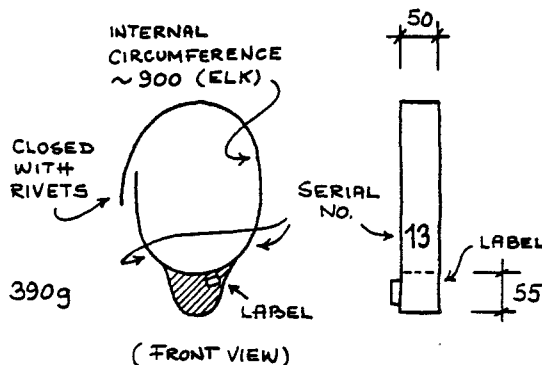


FIGURE 3.
COLLAR UNIT

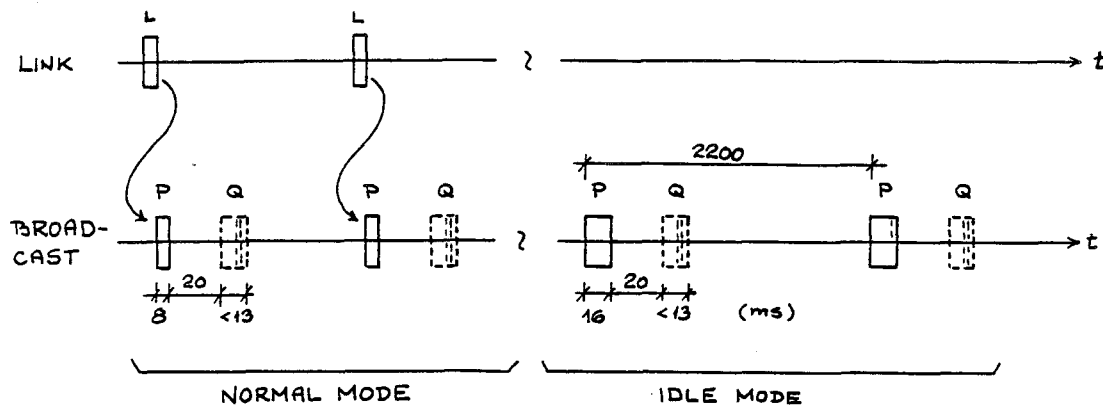


FIGURE 4. COLLAR UNIT SIGNALS

Radio signals

- Frequency:** Crystal-controlled, in the range 142.0 - 142.5 MHz, as given on collar label. (Frequency selection and transmitter use subject to approval by governmental authorities.)
- Range:** With transmitter 1.5 meter above ground: typically 10 km in line of sight terrain. (Range depends heavily on transmitter height above ground, terrain type, receiver antenna size and position, receiver quality, and external noise level.)
- NOTE:** Radiating transmitters should for safety reasons be kept screened in closed metal containers during transport by aeroplane.

098

nina
oppdrags-
melding

ISSN 0802-4103
ISBN 82-426-0174-7

Norsk institutt for
naturforskning
Tungasletta 2
7005 Trondheim
Tel. (07) 58 05 00