

178

oppdragsmelding



NINA

Basissignal for hjerteaktivitet
hos elg ved ulike typer fysisk
aktivitet

Rolf Langvatn

NORSK INSTITUTT FOR NATURFORSKNING

Basissignal for hjerteaktivitet hos elg ved ulike typer fysisk aktivitet

Rolf Langvatn

Langvatn, R. 1992. Basissignal for hjerteaktivitet hos
elg ved ulike typer fysisk aktivitet.
NINA Oppdragsmelding 178: 1-15.

Oppdragsgiver: Forsvarets Bygningstjeneste og
Direktoratet for naturforvaltning.

ISSN 0802-4103
ISBN 82-426-0306-5

Forvaltningsområde: Viltøkologi
Management Area: Wildlife ecology

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

Teknisk redigering:
Jorunn J. Pettersen

Opplag: 60

Kontaktadresse:
NINA
Tungasletta 2
7005 Trondheim
Tlf. 07-58 05 00

Referat

Langvatn, R. 1992. Basissignal for hjerteaktivitet hos elg ved ulike typer fysisk aktivitet. – NINA Oppdragsmelding 178: 1–15.

Etter oppdrag fra Forsvaret har NINA registrert nivå på hjerteslagfrekvens hos en elgokse ved ulike typer aktivitet i vinterperioden. Disse målingene er sammenlignet med tilsvarende målinger i mai måned.

Resultatene generelt faller innenfor variasjonsbredden for tilsvarende målinger referert i litteraturen, og viser økning fra ca. 32 slag pr. minutt (bpm) i liggende hvile til ca. 70 bpm ved rolig forflytning i perioden februar–april. Hjerteslagfrekvens for liggende og stående hvile er ca. 55% høyere i mai enn i vinterperioden.

Nivå på hjerteslagfrekvens påvirkes av en rekke faktorer og forhold, både metabolske, fysiske og atferdsmessige. Hjerteslagrespons på forstyrrelse må tolkes i en referanseramme som tar hensyn til det.

Emneord: Hjerteslagfrekvens – sesongvariasjon – aktivitet

Rolf Langvatn, Norsk institutt for naturforskning (NINA), Tungasletta 2, N-7005 Trondheim.

Abstract

Langvatn, R. 1992. Heart rate in moose at different types of activity, – some reference data. – NINA Oppdragsmelding 178: 1–15.

In a project for the Norwegian Defence Construction Service, NINA has recorded the levels of heart rate in a moose bull performing different types of activity during winter. These observations were compared to similar recordings in May.

In general, the results reported here fits within the range of variation reported in literature for comparable measurements. Heart rate increases from approximately 32 bpm at recumbancy to approximately 70 bpm at moderate locomotion during the period February to April. Heart rate at recumbancy and standing increased by approximately 55% from winter to May.

The level of heart rate is influenced by many factors, – metabolic, physical as well as behavioural. Response in heart rate to disturbance should be interpreted with reference to factors and conditions that may cause both short and long term changes in heart rate.

Key words: Heart rate – seasonal variation – activity.

Rolf Langvatn, Norwegian Institute for Nature Research, Tungasletta 2, N-7005 Trondheim, Norway.

Forord

NINA har tidligere gjennomført et prosjekt for Forsvarets Bygningstjeneste (FBT) for å utvikle metodikk til registrering av hjortedyrenes reaksjon på militær aktivitet (Langvatn & Andersen 1991). Rapporten beskriver telemetriutstyr, metodikk og forsøksopplegg for å registrere reaksjoner hos hjortedyr på ulike typer forstyrrelser. Resultater fra en del enkle, innledende forsøk er også referert.

På et møte i styringsgruppen for prosjektet den 16.12.91 ble NINA anmodet om å skissere opplegg for å framskaffe data om elgens hjerteslagfrekvens ved ulike typer aktivitet i vinterhalvåret. Slike basissignal vil være viktige som referanse ved vurdering av relative reaksjoner på forstyrrelse til ulike årstider.

I denne rapporten er målinger av hjertesignal hos elg ved ulike typer aktivitet sammenfattet. Målingene er utført på en viltlevende elgokse på Songli forsøksgård. Denne elgen ble også benyttet i et tidligere prosjekt for FBT (Langvatn & Andersen 1991).

I nevnte møte i styringsgruppen ble NINA også anmodet om å skissere et opplegg for å beskrive elgens reaksjon på ordinær aktivitet innen et militært øvingsområde. Undersøkelsene skulle foregå på Terningmoen vinteren 1992, men på grunn av snømangel ble NINA og FBT enige om å utsette undersøkelsene til et senere tidspunkt med bedre snøforhold (se brev fra NINA til FBT datert 10.3.92). Denne utsettelsen hadde ingen betydning for de planlagte undersøkelsene som skulle foregå på Songli forsøksgård, og en ble derfor enig om å anse disse som et eget prosjekt med tilhørende budsjett (se brev fra NINA til FBT, datert 10.3.92).

Prosjektet som rapporteres her har hatt en styringsgruppe bestående av følgende personer:

Oblt. Bjørn Boye (DKØ)

Kontorsjef Morten Johannesen (FBT), – leder

Kontorsjef Reidar Hindrum/Kons. Reidar Dahl (DN)

NINA vil takke styringsgruppen for hyggelig og konstruktivt samarbeid i løpet av prosjektperioden.

Trondheim, desember 1992

Rolf Langvatn

Innhold	Side
Referat	3
Abstract	3
Forord	4
Innledning	6
Metoder, materiale og forsøksopplegg	7
Resultat	7
Diskusjon	11
Sammenfatning og konklusjon	12
Litteratur	14

Innledning

Hos en rekke ville hjortedyr er det påvist årstidsvariasjoner i appetitt, hjerteaktivitet og generelt metabolismenivå (Moen 1978, Kay 1985, Regelin et al. 1985, Fancy & White 1986). Lavere fysisk og metabolsk aktivitet i vinterhalvåret antas å gjenspeile en strategi disse dyra har for å spare på energireserver i en periode av året med redusert tilgang på mat (Moen 1978).

I mange undersøkelser av hjortedyr har hjerteslagfrekvens vist seg å være en god indikator på både basismetabolisme og energiforbruk ved aktivitet (Nilssen et al. 1984, Renecker & Hudson 1985, Fancy & White 1986). Andre forfattere har påpekt en viss variasjon i sammenhengen mellom hjertefrekvens og metabolisme (Robbins et al. 1979, Mautz & Fair 1980), og det synes klart at referansedata for hjerteaktivitet må korrigeres for dyras alder, kroppsvekt, forutgående fysisk aktivitet, årstid, reproduksjonsstatus og mentalt stress (Moen 1978, Robbins et al. 1979, Mautz & Fair 1980, Freddy 1984).

Korrigert for en rekke faktorer som påvirker basismetabolismen er det vist at hjertefrekvens om sommeren er 1,4 – 1,7 x minimum hjertefrekvens gjennom vinteren (Freddy 1984). Metabolisme og hjertefrekvens viser gradvis endring mellom årstidene (Regelin et al. 1985, Fancy & White 1986). Det synes derfor klart at registrering av forstyrrelsesreaksjoner hos hjortedyr basert på hjertefrekvens bør gjennomføres på spesifikke individer innen begrensede tidsrom. Tolking av resultatene vil trolig også være lettest om stimuluseksponering skjer i en situasjon hvor dyret ligger eller står upåvirket i utgangspunktet.

I denne rapporten er det presentert resultater over målte hjertefrekvenser på en 3 års elgokse ved forskjellige typer aktivitet. Siden det er foretatt måling bare på ett dyr er disse representative bare for det ene individet i nærmere angitte situasjoner. Resultatene skulle likevel være rimelig indikative for nivåforskjeller mellom ulike typer aktivitet når det gjelder hjertefrekvens hos en elgokse av denne alder, størrelse og for de angitte situasjoner.

Metoder, materiale og forsøksopplegg

Det tekniske utstyret som er brukt til å registrere hjerteaktivitet i denne undersøkelsen er det samme som er beskrevet av Langvatn & Andersen (1991). Telemetriheten består av en liten sender som opereres inn under huden i brystregionen på dyret, og denne sender signal for hjerteaktivitet til en relésender som henger i ei reim rundt halsen. I relésenderen forsterkes hjertesignalene slik at rekkevidden øker til flere kilometer, samtidig som de integreres med signaler for fysisk aktivitet. Signalene for fysisk aktivitet genereres av bevegelse som fanges opp av et akselerometer i relésenderen som henger rundt halsen. De integrerte radiosignalene tas så opp på lydbånd for senere utskrift og analyse.

I rapporten av Langvatn & Andersen (1991) ble det påpekt at signalkarakteristikken for hjerteaktivitet hos dyr i meget høy fysisk aktivitet eller panisk flukt var problematiske å tolke og utskriftene kunne til dels gi et overdrevet inntrykk av hjerteaktiviteten. I denne undersøkelsen har en derfor valgt å begrense registreringene til hjerteaktivitet når dyret ligger og hviler, står rolig, ved beiting og ved rolig, uforstyrret forflytning. For å sikre representative signaler for hjertefrekvens ble målingene foretatt i situasjoner der den fysiske aktiviteten kunne verifiseres både gjennom aktivitetssignaler og visuell observasjon av dyret på avstand. Registreringene ble lagt opp slik at målte verdier bare ble benyttet dersom dyret hadde vist samme type aktivitet i minimum 10 min. forut for målingene. Dette for å sikre at hjerteaktivitet og metabolismenivå var stabilisert i henhold til den fysiske aktiviteten.

Registreringene ble gjennomført på Songli forsøksgård i februar – mai 1992, og omfatter i alt 166 sekvenser. Målingene er utført på den samme elgoksen som ble benyttet i tidligere undersøkelser av forstyrrelsesreaksjoner (Langvatn & Andersen 1991).

Resultat

En samlet framstilling av målt hjerteslagfrekvens (HF) ved ulike typer aktivitet i februar – mai er gitt i **tabell 1**. Enveis variansanalyse (Scheffe's prosedyre) viste at HF målt i mai var signifikant forskjellig fra målinger i februar – april for hvile og stående stilling ($F_2=449.21$, $p<0.05$, $F_3=137.72$, $p<0.05$ for henholdsvis liggende hvile og stående). Derimot var det ingen

forskjell i HR fra februar til april for disse to typer aktivitet (liggende: $t = -0.95$, d.f.=21, $p=0.36$, stående: $F_2=0.130$, $p=0.88$). For beiteaktivitet var det ingen forskjell i HR i mars og april ($t=-1.74$, d.f.=26, $p=0.09$), selv om gjennomsnittsverdien i april var høyere enn i mars (**tabell 1**). I videre analyser er derfor målinger fra februar til april slått sammen i en periode, forutsetningsvis representativ for vintersituasjonen. Mai behandles som egen periode.

Tabell 1 Hjerterefrekvens hos 3 år gammel elgokse ved ulike typer aktivitet. Verdiene angir gj.snitt, min-max, S.D., n. – *Heart rate in a 3 year old bull moose at different types of activity. The values are means, range, S.D. and n.*

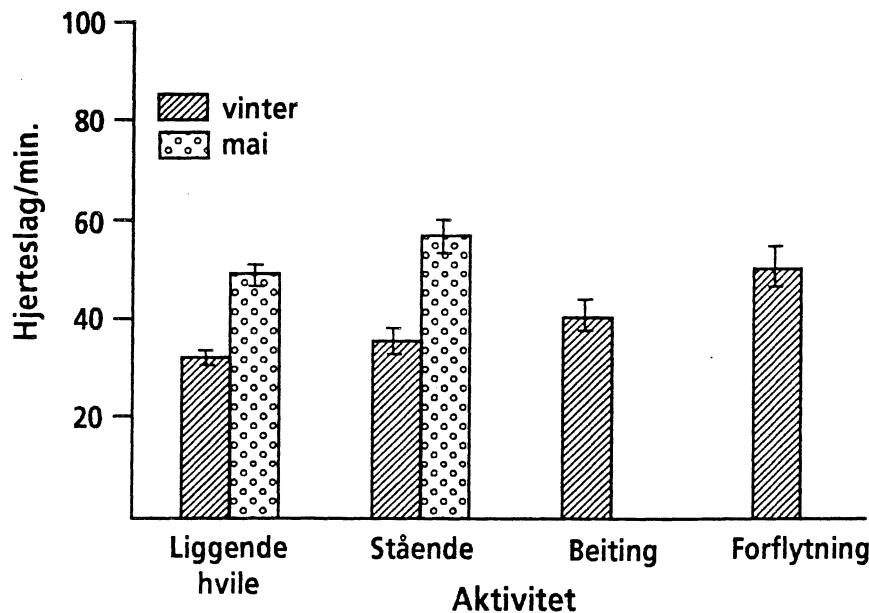
Mnd.	Aktivitet		
	Ligger	Står rolig	Beiter
Febr.	30.9, 28–33, 1.4, 10	36.0, 34–39, 2.2, 9	–
Mars	–	36.5, 34–39, 1.8, 8	39.4, 37–43, 2.4, 7
April	31.5, 28–34, 1.5, 12	36.1, 34–40, 2.2, 8	41.9, 36–48, 3.4, 21
Mai	49.4, 48–52, 1.7, 9	57.0, 53–61, 2.9, 6	–

I **figur 1** er gjennomsnittsverdier for HF ved ulike aktiviteter vist som gjennomsnitt (\pm S.D) for vinteren og sammenlignet med mai (HF-verdier for beiting i mai mangler).

HF-verdiene for stående stilling og beiting i vinterperioden er henholdsvis 15.9% og 32.1% høyere enn HF ved liggende hvile ($t=-0.58$, d.f.=45, $p<0.001$, $t=-13.16$, d.f.=48, $p<0.001$). For mai gir stående stilling tilsvarende 15.3% høyere HF-verdi enn liggende hvile ($t=-6.45$, d.f.=13, $p<0.001$). Hjerterefrekvens ved bevegelse/forflytning var også signifikant høyere enn i liggende hvile ($t=-18.21$, d.f.=43, $p<0.001$). Det må her legges til at målingene i de fleste tilfeller ble utført når elgen beveget seg i bratt og ulendt terreng.

Refererte verdier for HF ved ulike aktiviteter i **figur 1** og **tabell 1** er målt i situasjoner uten forstyrrelser eller stress for elgen. Ved forstyrrelser hvor elgen trakk unna i trav varierte HF fra 61 til 148, åpenbart avhengig av fysisk belastning og kanskje også graden av frykt.

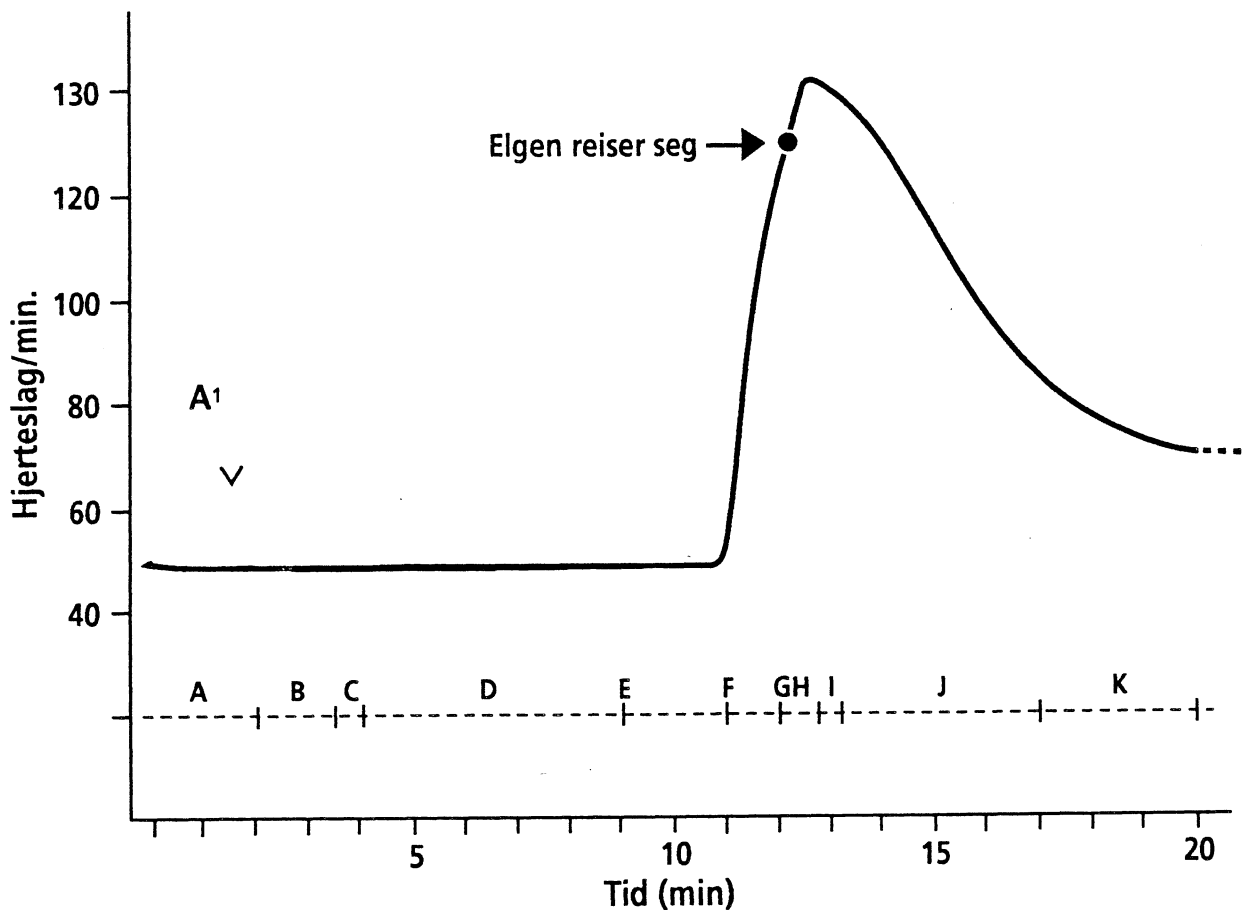
Tilgjengelige data gir ikke grunnlag for nærmere betraktninger omkring HF i forhold til sesongforskjeller, stressnivå eller fysisk belastning ved bevegelse eller flukt.



Figur 1 Gjennomsnittlig hjerteslagfrekvens (\pm S.D) ved ulike typer aktivitet. – *Mean heart rate (\pm S.D) in a moose at different types of activity during winter and in May.*

▨ = vinter – winter ◻◻◻ = mai – May.

I en bestemt situasjon ble det gjort interessante målinger som illustrerer fryktreaksjonens betydning for HF, uavhengig av fysisk bevegelse. Den 20.mai 1992 ble elgen observert liggende 220 m fra stranda ved et vatn. To observatører med spottingscope befant seg 600 m fra elgen på den andre siden av vatnet. En observatør kjørte med båt drevet av en 10 hk påhengsmotor over vatnet og gikk i land rett nedenfor stedet hvor elgen lå. Elgen kunne se båten krysse vatnet, men ikke det stedet hvor båten la til land og motoren stanset. Elgen lå hele tiden avslappet og tygde drøv med en HF på 49–50 (se **tabell 1**), og reagerte altså ikke på båten som startet opp, krysset vatnet og stanset 220 m unna. Personen som nærmet seg elgen gikk i sidevind, og først på en avstand av ca. 110 m ble elgen vår forstyrrelse (lukt og/eller lyd). Elgen spisset ører, men lå ellers urørlig som før. Endringen i HF var imidlertid dramatisk. I løpet av 3 sekunder steg HF fra hvilepuls (48) til 61 (\pm 2) og videre til 93 (\pm 4) i løpet av de neste 5 sekund. På 48 m avstand fikk elgen visuell kontakt med forstyrrelseskilden, HF steg umiddelbart til 137 (\pm 9) og elgen reiste seg brått og travet unna. Det synes altså klart at frykt kan øke HF med 80–85% uavhengig av fysisk aktivitet. Forløpet av denne observasjonen er forsøkt illustrert i **figur 2**.



Figur 2 Atferd og hjerteslagfrekvens hos elg som eksponeres for motorbåt og en person til fots. – *Behaviour and heart rate in a moose subject to an approaching motor boat and a person afoot.*

A = Uforstyrret hvile, elgen ligger. – *Moose undisturbed and recumbant.*

A₁ = C-130 (Hercules) passerer rett over elgen i ca. 2000 fot. – *Hercules (C-130) passing over head at 2000 feet.*

B = Motorbåt nærmer seg fra ca. 600 m avstand. – *Motor boat approaching from a distance of 600 m.*

C = Motorbåt legger til stranda ca. 220 m fra elgen. Motor stoppes og en person går på land ute av syne for elgen. Sidevind. – *Motor boat lands 220 m from the moose. The engine is stopped and a person goes on shore out of sight for the moose. Lateral wind.*

D = Person nærmer seg elgen i sidevind. – *Person approaches the moose in lateral wind.*

E = Person 100 m fra elgen som spisser ører og virker årvåken, men ligger fortsatt. Sidevind. – *Person at 100 m distance, moose alert but recumbant.*

F = Person 60 m fra elgen som fortsatt ligger, men hjerteslagfrekvens øker dramatisk. – *Person at 60 m distance, the moose is still lying down, but heart rate increases dramatically.*

G = Elgen ser personen på 48 m og støkkes, – reiser seg og løper. – *Visual contact between moose and human, the moose runs away.*

H = Elgen travet unna. – *The moose trots away.*

I = Elgen står i 30 sek. – *The moose stands quiet for 30 sek.*

J = Elgen travet rolig, men stopper og går sakte innimellom. – *Moderate trotting interrupted by walking and standing.*

K = Elgen har roet ned og står rolig. – *The moose has calmed down and stands still.*

Ellers ble det ved to anledninger gjort målinger av HF samtidig som fly tilfeldig passerte over elgen. Hverken 2 F-16 fly eller en C-130 i henholdsvis 1500 og 2000 fot (estimert) ga målbare reaksjoner hos elgen (se Langvatn & Andersen 1991). Derimot ble elgen ved én anledning støkt i medvind av en skiløper på 360 m. Elgen travet rolig unna med HF på 107 (± 4) de første 2 minuttene. Deretter sank HF til 82 (± 4) i løpet av 5 minutt.

Diskusjon

Flere forfattere har vist at HR er en god indikator for metabolismenivå og energiforbruk både hos elg (Renecker & Hudson 1985) og andre hjortedyr (Mautz & Fair 1980, Nilssen et al. 1984). Det er imidlertid viktig at HR tolkes på bakgrunn av informasjon om dyrets alder, størrelse, kondisjon, omgivelsestemperatur og aktivitet etc. (Robbins et al. 1979).

Det foreligger opplysninger om HR for en del hjortedyr ved ulike typer aktivitet, men det er vanskelig å gjøre konsistente sammenligninger ut fra fysiologiske forutsetninger som nevnt ovenfor. Nilssen et al. (1984) oppgir HR hos voksen rein i stående hvile og under nærmere spesifiserte betingelser til 45 og 58 bpm, henholdsvis vinter og sommer. De samme forfatterne oppgir videre følgende sammenheng mellom HR og bevegelseshastighet:

$$\text{Vinter: } y = 8.97x + 29.47, r=0.92$$

$$\text{Sommer: } y = 8.33x + 53.84, r=0.94$$

$$y = \text{HR} \cdot \text{min}^{-1}, x = \text{bevegelseshastighet (km/t}^{-1}\text{)}.$$

Forskjellen mellom sommer og vinter er signifikant.

Hos caribou i liggende hvile er HR ca. 40 bpm om vinteren og ca. 10% høyere ved stående hvile (Fancy & White 1985). Forskjell i HR fra liggende til stående positur er oppgitt til ca. 25% for mulhjort, hjort (elk) og elg (Parker et al. 1984, Renecker & Hudson 1985), og ca. 14% for hvithalehjort (Mautz & Fair 1980). Det kan altså kanskje være visse artsforskjeller i denne sammenheng, men variasjonen kan like gjerne skyldes at foreliggende data er vanskelige å sammenligne på eksakt vis. I denne undersøkelsen er forskjellen mellom liggende og stående positur ca. 16%, både vinter og sommer, mens HR under beiting ligger ca. 32% over liggende hvile i april. For hjort er tilsvarende forhold ca. 25% (Langvatn & Andersen

1991).

Forskjell i HR mellom vinter og sommer for sammenlignbare aktiviteter framgår av **figur 1**, og er ca. 58% høyere for målinger i mai, både for liggende og stående positur. Dette er noe høyere verdier enn det som er rapportert for elg av Renecker og Hudson (1985) som angir at metabolismen er ca. 40% høyere om sommeren. For hvithalehjort har Moen (1978) vist at HR er ca. 30% høyere om sommeren enn om vinteren.

De ulike typer aktivitet i **figur 1** innebærer en klar økning i HR med økende grad av fysisk bevegelse og energiforbruk, fra liggende hvile til rolig gange. Målinger av raskere forflytning (trav) og flukt ga HR-verdier fra 61 til 148 bpm. Fra visuelle observasjoner samtidig med målinger av hjerteaktivitet var det klart at de høyeste nivåene av HR også var sterkt påvirket av frykt og forstyrrelses-situasjonen.

I **figur 2** framgår det at HR kan øke med nærmere 100% på grunn av frykt eller forstyrrelse, uten at elgen endrer nivå av fysisk aktivitet. Tilsvarende observasjoner (både tachycardi og bradycardi) er påvist hos hjort (Langvatn 1984). Dette er en viktig faktor å ta med i totalvurderingen av HR som indikator for ulike aktivitets- og metabolismenivå.

Sammenfatning og konklusjon

- Målinger av hjerteaktivitet hos elg i denne undersøkelsen viser verdier for ulike typer fysisk aktivitet innen variasjonsbredden for tilsvarende målinger referert i litteraturen.
- Hjerteslagfrekvens (HF) er en følsom indikator for fysisk aktivitet og energiforbruk.
- HF varierer også med dyrets alder, størrelse, kondisjon og årstid.
- Det er i denne undersøkelsen vist at HR også kan variere dramatisk som følge av frykt eller stress, uten endring i andre av de nevnte faktorene som kan ha betydning for nivået av hjerteslagfrekvens.
- I praktiske undersøkelser av fryktreaksjoner hos elg (og andre hjortedyr) vil måling av HF være et presist kriterium for spontanreaksjoner på forstyrrelsesstimuli.
- Kombinasjon av HF og registrering av fysisk respons på forstyrrelse vil øke informasjonsbasis for å vurdere hjortedyrs reaksjoner på forstyrrelsessituasjoner.

- Det er tvilsomt om HF-nivå i seg selv har informasjonsverdi m.h.t. stressnivå, selv om det tas hensyn til andre faktorer som påvirker herteslagfrekvens.
- I praktiske situasjoner hvor en vil undersøke elgens reaksjon på militær aktivitet i et område kan det være tilstrekkelig og langt billigere å utstyre noen få dyr (2-3) av ulik kategori med hertesendere pluss aktivitetssendere, og andre dyr bare med aktivitetssendere for å klarlegge reaksjoner.
- Kartlegging av dyras fordeling i forhold til forstyrrelseskilder vil også kunne gi verdifull informasjon.
- I den sammenheng er bruk av varmesøkende kamera i luftfartøy en rasjonell og god metode, alene eller i kombinasjon med radiosendere på dyra.



Figur 3 Telemetriske målinger av hjortedyrs atferd og fysiologiske tilstand gir nyttig informasjon for mer miljøbevisst planlegging av forsvarets virksomhet. – *Telemetry data on behaviour and physiological status in cervids provide useful information for the armed forces to develop more environment – friendly training procedures.*

Litteratur

- Fancy, S.G. & White, R.G. 1985. Energy expenditure by caribou while cratering in snow. *J. Wildl. Manage.* 49(4): 987–993.
- Fancy, S.G. & White, R.G. 1986. Predicting energy expenditures for activities of caribou from heart rates. *Rangifer*, Special issue No. 1, 123–130.
- Fancy, S.G. & White, R.G. 1987. Energy expenditure for locomotion by barren ground caribou. *Can. J. Zool.* 65: 122–128.
- Freddy, D.J. 1984. Heart rates for activities of mule deer at pasture. *J. Wildl. Manage.* 48(3): 962–969.
- Kay, R.N.B. 1985. Seasonal variation of appetite in ruminants. In "Recent advances in Animal nutrition". Butterwords, London. p 199–210.
- Langvatn, R. 1984. Trykkrespons hos nyfødte hjortekalver, – fysiologiske fakta og økologiske funderinger. *Viltrapport nr. 29*: 51–64.
- Langvatn, R. & Andersen, R. 1991. Støy og forstyrrelser, – metodikk til registrering av hjortedyrs reaksjon på militær aktivitet. *NINA Oppdragsmelding nr. 98*, 47 pp.
- Mautz, W.W. & Fair, J. 1980. Energy expenditure and heart rate for activities of white-tailed deer. *J. Wildl. Manage.* 44(2): 333–342.
- Moen, A.N. 1976. Energy conservation by white-tailed deer in the winter. *Ecology*, 57: 192–198.
- 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.
- Nilssen, K.J., Johnsen, H.K., Rognmo, A. & Schytte Blix, A. 1984. Heart rate and energy expenditure in resting and running Svalbard and Norwegian reindeer. *Am. J. Physiol.* 246: R963–R967.
- Parker, K.L., Robbins, C.T. & Hanley, T.A. 1984. Energy expenditures for locomotion by mule deer and elk. *J. Wildl. Manage.* 48(2): 474–488.
- Regelin, W.L., Schwartz, C.C. & Franzman, A.W. 1985. Seasonal energy metabolism of adult moose. *J. Wildl. Mange.* 49(2): 388–393.
- Renecker, L.A. & Hudson, R.J. 1985. Telemetered heart rate as an index of energy expenditure in moose (*Alces alces*). *Comp. Biochem. Physiol.* 82A(1): 161–165.
- Renecker, L.A. & Hudson, R.J. 1986. Seasonal energy expenditure and thermoregulatory

responses of moose. *Can. J. Zool.* 64: 322–327.

Robbins, C.T., Cohen, Y. & Davitt, B.B. 1979. Energy expenditure by elk calves. *J. Wildl. Manage.* 43(2): 445–453.

178

nina
oppdrags-
melding

ISSN 0802-4103
ISBN 82-426-0306-5

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