

390

OPPDRAKSMELDING

Reinens reaksjon på lavtflygende luftfartøy

Finn Berntsen
Rolf Langvatn
Kåre Liasjø
Herold Olsen



NINA • NIKU

NINA Norsk institutt for naturforskning

Reinens reaksjon på lavtflygende luftfartøy

Finn Berntsen
Rolf Langvatn
Kåre Liasjø
Herold Olsen



NINA•NIKUs publikasjoner

NINA•NIKU utgir følgende faste publikasjoner:

NINA Fagrapport

NIKU Fagrapport

Her publiseres resultater av NINAs og NIKUs eget forskningsarbeid, problemoversikter, kartlegging av kunnskapsnivået innen et emne, og litteraturstudier. Rapporter utgis også som et alternativ eller et supplement til internasjonal publisering, der tidsaspekt, materialets art, målgruppe m.m. gjør dette nødvendig. Opplag: Normalt 300-500

NINA Oppdragsmelding

NIKU Oppdragsmelding

Dette er det minimum av rapportering som NINA og NIKU gir til oppdragsgiver etter fullført forsknings- eller utredningsprosjekt. I tillegg til de emner som dekkes av fagrapportene, vil oppdragsmeldingene også omfatte befaringsrapporter, seminar- og konferanseforedrag, årsrapporter fra overvåkningsprogrammer, o.a. Opplaget er begrenset. (Normalt 50-100)

Temahefter

Disse behandler spesielle tema og utarbeides etter behov bl.a. for å informere om viktige problemstillinger i samfunnet. Målgruppen er "almenheten" eller særskilte grupper, f.eks. landbruket, fylkesmennenes miljøvern-avdelinger, turist- og friluftlivskretser o.l. De gis derfor en mer populærfaglig form og med mer bruk av illustrasjoner enn ovennevnte publikasjoner. Opplag: Varierer

Fakta-ark

Hensikten med disse er å gjøre de viktigste resultatene av NINA og NIKUs faglige virksomhet, og som er publisert andre steder, tilgjengelig for et større publikum (presse, ideelle organisasjoner, naturforvaltningen på ulike nivåer, politikere og interesserte enkeltpersoner). Opplag: 1200-1800

I tillegg publiserer NINA og NIKU-ansatte sine forskningsresultater i internasjonale vitenskapelige journaler, gjennom populærfaglige tidsskrifter og aviser.

Berntsen, F, Langvatn, R., Liasjø, K. & Olsen, H. 1996. Reinens reaksjon på lavtflygende luftfartøy. - NINA Oppdragsmelding 390: 1-22.

Trondheim, januar 1996

ISSN 0802-4103
ISBN 82-426-0644-7

Forvaltningsområde:
Naturinngrep

Management area:
Nature incroachment

Rettighetshaver ©:
NINA•NIKU
Stiftelsen for naturforskning og kulturminneforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

Redaksjon:
Kjetil Bevanger og Lill Lorck Olden

Design og layout:
Lill Lorck Olden

Sats: NINA•NIKU

Kopiering: Norservice

Opplag: 150

Kontaktadresse:
NINA•NIKU
Tungasletta 2
N-7005 Trondheim
Telefon: 73 58 05 00
Telefax: 73 91 54 33

Tilgjengelighet: Åpen

Prosjekt nr.: 12103

Ansvarlig signatur:



Oppdragsgiver:

Luftforsvarsstaben ved Lufttjenesteinspektoratet,
1590 Rygge Flystasjon

Referat

Berntsen, F, Langvatn, R., Liasjø, K. & Olsen, H. 1996. Reinens reaksjon på lavtflygende luftfartøy. - NINA Oppdragsmelding 390: 1-22.

En gruppe tamrein ble undersøkt med hensyn til reaksjon på lavtflygende luftfartøy i et kontrollert forsøk gjennomført på Sørøya, Finnmark i 1994. I alt 7 dyr fikk implantert små radiosendere for fjernregistrering av hjerteaktivitet, men på grunn av tekniske problemer og at dyr forsvant, ble registreringer under forsøksfasen bare gjennomført på to dyr.

Sammen med fem andre rein ble de to forsøksdyra plassert i en innhegning og eksponert for lavtflygende F-16 jagerfly og helikoptre etter en oppsatt forsøksplan. Hastighet, høyde og manøvreringsmønster varierte mellom forsøkssekvensene. Det ble foretatt synkroniserte målinger av lyd- og hjerteaktivitet under overflygingene, samtidig som dyra ble observert visuelt for atferdsmessige reaksjoner.

Generelt viste reinen svært moderate reaksjoner på luftfartøyene. Bare når et helikopter hovret over dyra i ekstremt lav høyde (60-80 fot) viste reinen fluktreaksjon. Vanligste reaksjon ellers var økt årvåkenhet og kortvarig, moderat endring i hjerteaktivitet (startling-respons). Ved de fleste overflyginger under 2000 fot kunne det ikke påvises klare fysiologiske eller atferdsmessige reaksjoner.

Erfaringene fra forsøket på Sørøya er i tråd med foreliggende litteratur på området, men det understrekes at i et større forsøksmateriale vil en måtte regne med individuelle variasjoner i fryktrespons hos rein.

Emneord: Tamrein - luftfartøy - fryktrespons - hjerteaktivitet

Finn Berntsen & Rolf Langvatn, Norsk institutt for naturforskning, Tungasletta 2, N-7005 Trondheim. Kåre Liasjø & Herold Olsen, SINTEF DELAB, O.S. Bragstadspl., N-7034 Trondheim.

Abstract

Berntsen, F, Langvatn, R., Liasjø, K. & Olsen, H. 1996. Response in reindeer towards low flying aircrafts. - NINA Oppdragsmelding 390: 1-22.

In a controlled experiment a group of reindeer was monitored as to fear-response to low-flying F-16 fighterplanes and helicopters. The experiment was carried out at Sørøya, Finnmark, northern Norway. A total of seven animals were implanted with heart-rate transmitters for remote recording of heart activity. However, due to technical problems and disappearance of animals, actual recordings were possible only on two individuals during the experiment.

Together with five other reindeer, the experimental animals were kept in an enclosure and exposed to low-flying aircrafts according to a preset procedure. Speed, altitude and flying pattern varied among the testsequencies. Synchronized recordings of sound and heart-activity were taped during the over-flights, and the animals were visually examined for behavioural responses.

The reindeer showed moderate reactions to the aircrafts. Flightbehaviour was observed only when a helicopter hovered overhead the animals at 60-80 feet. The most common reaction was increased vigilance and a brief startling response. During a majority of over-flights below 2000 feet, no clear response was detectable.

The experience from this project at Sørøya concur with general descriptions in relevant literature. However, it is emphasized that in a larger sampling set, including more individuals, greater variation should be anticipated.

Key words: Reindeer - aircrafts - fear response - heart activity

Finn Berntsen & Rolf Langvatn, Norwegian Institute for Nature Research, Tungasletta 2, N-7005 Trondheim, Norway. Kåre Liasjø & Herold Olsen, SINTEF DELAB, O.S. Bragstadspl., N-7034 Trondheim, Norway.

Forord

I et brev fra Luftforsvarsstaben, Lufttjenesteinspektoratet til Forsvarskommando Nord-Norge datert 14. juli 1993 påpekes det at Luftforsvaret gjennom åra har betalt ut betydelige summer i erstatninger for skade på pelsdyr etter overflyginger med jagerfly og helikoptre. Som et resultat av dette foreligger nå bestemmelser (BFL 70-1) om en minstehøyde på 2000 fot ved overflyging av pelsdyrfarmer i valpetiden. De siste åra har Luftforsvaret også mottatt erstatningssøksmål etter overflyging av reinsdyrflokker (ref. oversikt i dok. til F.O., juridisk kontor datert 30.5.1995). I forbindelse med revisjon av BFL 70-1 ønsket Lufttjenesteinspektoratet å få en faglig avklaring av flystøyens virkning på reinsdyr, for eventuelt å implementere høydebestemmelser også for områder med reinsdyr.

NINA fikk i oppdrag av Lufttjenesteinspektoratet å foreta undersøkelser over reinens reaksjon på lavtflygende jagerfly og helikopter (ref. kontrakt mellom LTI og NINA datert 11.10.1994). Prosjektet ble beskrevet i ekspedisjon til F.O. 28.7.1993, og revidert forslag 1.12.1993, samt justering foreslått av LTI 20.5. og 20.6.1994.

Sørøya i Finnmark ble valgt som forsøksområde, og undersøkelsene gjennomført i et samarbeidsprosjekt med SINTEF DELAB, som ansvarlig for støymålinger, responsanalyse og vurderinger vedrørende lydmessige forhold. Rapporten er et fellesprodukt fra NINA og SINTEF DELAB. Prosjektet ble finansiert av forsvaret, og vi takker for oppdraget. Vi vil også takke Reindriftsadministrasjonen i Alta for verdifull hjelp med den praktiske tilretteleggingen for undersøkelsene.

Trondheim, januar 1996

Rolf Langvatn

Innhold

Referat	3
Abstract.....	3
Forord	4
Innhold	4
1 Innledning.....	5
2 Metodikk og forsøksopplegg	5
2.1 Forberedelse - implantasjon.....	5
2.2 Forsøksfasen.....	6
2.3 Instrumentering, signal-opptak og måleprosedyrer	7
2.4 Bakgrunnsstoff om flystøy	9
2.5 Forsøksplan	12
3 Resultater	12
3.1 Støynivå.....	12
3.2 Forklaring av tidskurver	12
3.3 Reaksjon på luftfartøy i lave høyder	17
4 Diskusjon.....	19
4.1 Flystøy, - generelt om reaksjoner hos klauvdyr	19
4.2 Forsøkene på Sørøya, Finnmark 1994.....	20
4.3 Generelle erfaringer angående rein og flystøy ...	21
5 Konklusjon og tilrådinger.....	21
6 Litteratur.....	21
Appendix	

1 Innledning

Det foreligger etter hvert en betydelig mengde litteratur som omhandler ulike dyregrupperes reaksjoner på fly og flystøy. Det vesentligste av denne litteraturen er oppsummert av Gladwin et al. (1987), Asherin et al. (1988), Gladwin et al. (1988) og Mancini et al. (1988). De fleste publiserte undersøkelser er basert på synsobservasjoner av atferdsreaksjoner ved overflygninger, og kun et fåtall undersøkelser har målt fysiologiske parametre som EKG og hjertefrekvens (MacArthur et al. 1979, 1982, Langvatn og Andersen 1991, Langvatn 1992, Krausman et al. 1993a,b, White et al. 1993, Andersen et al. 1994).

Det synes å være et generelt trekk at dyrearter som lever i åpne områder er mer følsomme for fly og flystøy enn arter som lever i skog og andre biotoper som gir godt skjul. Generelt synes det også å være slik at fugl er mer følsomme enn pattedyr (Smith og Visser 1984, Gladwin et al. 1988, Mancini et al. 1988). Det må imidlertid understrekes at det er variasjon i dette bildet, både mellom artsgrupper og innen arter, avhengig av bl.a. kjønn, gruppestørrelse, reproduksjonsstatus, forutgående aktivitet og årstid etc. (Mancini et al. 1988).

Også blant hjortedyr varierer frykterskel og reaksjonsmønster, trolig bl.a. som følge av ulik sosial organisasjon, habitatpreferanser og økologisk tilpasning (Klein 1973). Shideler et al. (1986) antar at støy og forstyrrelser fra fly i lave høyder påvirker enkeltindivider og små grupper i mindre grad enn større flokker og ansamlinger, spesielt når disse oppholder seg i åpent terreng (Gladwin et al. 1988, Mancini et al. 1988, Bleich et al. 1990, 1994).

Basert på opplysninger i foreliggende litteratur om hjortevilts reaksjon på fly og flystøy er det grunn til å anta at reinen kan ha den laveste frykterskel og være mest følsom for denne type forstyrrelser blant norske hjortedyrarter (Langvatn 1992, Andersen et al. 1994). Reinens reaksjonsmønster ser imidlertid ut til å variere med gruppestørrelse, årstid, aktivitet, dyras reproduktive status og med tidligere erfaringer med fly og flystøy (se Mancini et al. 1988 for en oversikt). Tilsvarende gjelder trolig også de øvrige hjorteviltartene i Norge.

Både i internasjonal litteratur og ut fra erfaringer i Norge synes fly i høyder over ca. 500 fot bare unntaksvis å utløse frykt og fluktreaksjon hos dyra. Fly som passerer lavere og nærmere enn 200 fot kan imidlertid utløse panikkartet flukt. En rekke undersøkelser har vist at ville hjortedyr har evner til å tilpasse seg fly og flystøy (Mancini et al. 1988). Tilsvarende er vist for elg og hjort i Norge (Langvatn og Andersen 1991, Langvatn 1992). Det er vist at helikoptre i lav høyde (mindre enn 600 fot) kan ha negative effekter både på fjellsauens områdeutnyttelse (Bleich et al. 1990, 1994) og dyras aktivitetsbudsjett (Stockwell et al. 1991), mens lignende forstyrrelsesmønster forårsaket av fly ikke ga endringer i atferd før flyene passerte lavere enn 200 fot over dyra (Krausman og Hervert 1983). Gunn og Miller (1980) og Gunn et al. (1985) har vist at caribou reagerer sterkere på overflyging med helikopter når slik overflyging blir etterfulgt av landing i nærområdet (se også Klein 1973).

I Norge er det tidligere ikke gjennomført systematiske undersøkelser av reinens reaksjon på fly og flystøy. I forbindelse med annet feltarbeid i NINA er det likevel gjort en del registreringer som indikerer noe om reinens reaksjonsmønstre overfor luftfartøy. Slike erfaringer og observasjoner vil bli referert i diskusjonskapitlet av rapporten. Det generelle inntrykket er at både tamrein og villrein viser liten eller ingen reaksjon på fly og helikoptre som passerer i høyder over ca. 500 fot. Spesielt gjelder dette dersom luftfartøyene har fast kurs og motorsetting.

Fysiologiske målinger av hjerteaktivitet gir gode indikasjoner på dyras spontanreaksjon på forstyrrelsesstimuli (MacArthur et al. 1979, 1982, Espmark og Langvatn 1985, Langvatn og Andersen 1991, Langvatn 1992). Det gjelder spesielt i situasjoner hvor dyra reagerer nervøst og med økt spenning uten å ty til flukt eller andre atferdsformer som uttrykker fryktreaksjon (Langvatn og Andersen 1991, Langvatn 1992). I denne undersøkelsen er både fysiologiske målinger og visuelle observasjoner benyttet for å registrere reinens reaksjon på lavtflygende jagerfly og helikoptre. Rapporten sammenfatter resultater fra et forsøk med tamrein og lavtflygende jagerfly og helikoptre som ble gjennomført på Sørøya i Finnmark i 1994. Resultatene vurderes i forhold til generelle erfaringer fra norske forhold, samt relevante erfaringer og resultater fra utenlandske undersøkelser.

2 Metodikk og forsøksopplegg

2.1 Forberedelse - implantasjon

Før forsøket startet ble søknad om bruk av rein som forsøksdyr innvilget av "Utvalg for forsøk med dyr", Landbruksdepartementet. Etter en planleggingsfase i nært samarbeid med Reindriftsadministrasjonen i Alta startet første del av forsøkene den 20. april 1994. Det var på forhånd gjort avtale med reineiere om kjøp av 5 reinsdyr til bruk i prosjektet. I forbindelse med at et stort antall rein ble flyttet med landgangsfartøyer fra Altaområdet til sommerbeiter på Sørøya ble de 5 reinsdyra skilt ut fra hovedflokken under landgangen.

Operasjonslokale ble etablert på en sørvendt strand i Kuvika på innsiden av Sørøya den 19.4.94. Et 14 m² militærtelt ble reist for dette formålet. Bensinaggregat for leveranse av 220 V vekselstrøm ble montert og prøvekjørt. Halogenlamper ble oppsatt og prøvd, likeså kokeplate for koking av utstyr. Instrumenter og annet utstyr til bruk under operasjonen var autoklavert før transport til Sørøya.

Fem voksne simler ble fraskilt fra flokken ved landsetting på Sørøya den 20.4.94. Disse dyra ble satt i et lite reingjerde som var satt opp dagen i forveien. Arbeidet med dyrene ble satt igang umiddelbart etter landsetting kl. 1530. Det ble gitt anestesi til ett dyr av gangen med påfølgende implantasjon. De fem simlene ble undersøkt i innhegningen før implanteringen fant sted. Vekt av dyra ble anslått til 50-60 kg. Som normalt for årstiden var holdet moderat til magert. Utvendig inspeksjon av hud og hårlag viste normal begynnende hårfelling. Det var ingen tegn til fysiske skader eller sjukdommer av noe

slag. Temperatur for alle dyr lå mellom 38.2 og 38.5°C. Ved auskultasjon over brystkasse fantes ingen bilyder. Vornlyder var normale. Alle dyr hadde normal slitasje av tenner, bortsett fra den letteste simla, som hadde noe nedslitt tannsett, trolig på grunn av alder.

Anestesi ble gitt i form av medetomedin (Domitor®) i kombinasjon med ketamin (Ketalar®) intramuskulært. Etter inntrådt anestesi ble dyrene plassert i ryggleie på en medbrakt slaktebenk. Venflon for intravenøs injeksjon ble innsatt i halsvenen, og hvert dyr fikk 1 liter Ringer-acetat i løpet av operasjonen. De aktuelle hudområder

To typer hjertesendere ble benyttet til implantering, og spesifikasjonene for disse er gitt i **tabell 1**. Samme type sendere har tidligere vært benyttet på elg og hjort med god erfaring med hensyn til driftssikkerhet og vevsreaksjoner i dyra.

I **tabell 2** er det vist detaljer vedrørende anestesi av dyra som inngikk i prosjektet. Tilsvarende medikamenter er med god erfaring benyttet på en rekke dyrearter tidligere.

Etter oppvåkning ble alle dyra nøye undersøkt for generell helsetilstand og eventuelle lyter eller skader.

Tabell 1 Spesifikasjoner for implanterte hjertesendere på rein 1994, Sørøya.

ID-nr.	Kjønn	Alder	Implanterings- sted	Sender-type	Radio- frekvenssender	Dimensjon	Vekt	Levetid
Rein 1	v.øre x149	♀	Voksen	Bukhule	Telonics HR-400	142.100MHz	Sylindrisk 33 x 110 mm	120 g 23 mndr
Rein 2	h.øre x150	♀	2-3 år	Halsgrop	Telonics HR-300	142.150 MHz	23 x 94 mm	60 g 7 mndr
Rein 3	v.øre x147	♀	Voksen	Bukhule	Telonics HR-300	142.200 MHz	23 x 94 mm	60 g 7 mndr
Rein 4	v.øre x148	♀	Voksen	Bukhule	Telonics HR-400	142.350 MHz	33 x 110mm	120 g 23 mndr
Rein 5	h.øre x146	♀	Voksen	Halsgrop	Telonics HR-300	142.250 MHz	23 x 94 mm	60 g 7 mndr

Tabell 2 Anestesi av rein, Sørøya 1994.

Kjønn	Alder	Vekt	Anestesi- middel	Dose	Antidot	Dose	Induksjons-tid (min:sek)	Opp-våkning (stående)
Rein 1	♀	Voksen	ca 60 kg	Medetomedin 1 µg/ml Ketamin 50 mg/ml	50 µg/kg 500 µg/kg	Atipamezol 5 mg/ml	300 µg/kg	3:00 2:15
Rein 2	♀	2-3 år	ca 55 kg	"	"	"	"	4:10 3:10
Rein 3	♀	voksen	ca 55 kg	"	"	"	"	4:20 2:35
Rein 4	♀	voksen	ca 50 kg	"	"	"	"	2:35 3:40
Rein 5	♀	voksen	ca 60 kg	"	"	"	"	3:40 3:55

ble klippet, vasket og desinfisert på vanlig måte. Lokal-anestesi i form av lidokain (Xylocain - Adrenalin®, 1%) subcutant og intramuskulært ble gitt før operasjon.

Det ble benyttet to forskjellige metoder ved implantasjonen. Tre dyr fikk hjertefrekvenssender implantert i bukhalen, to dyr fikk senderen plassert i halsgropen foran og litt til side for brystbeinet.

Ved plassering av sender i bukhalen ble incisionen gjort i navleområdet. Senderen ble festet til bukveggen her. De to lederne fra senderen ble ført subcutant frem til brystspissen, hvor den ene ble suturert fast. Den andre lederen ble ført ca. 7-8 cm opp på et ribbein like bak albuespissen og festet her. Det ble benyttet en lang alligatortang for å føre lederne under huden. Et lite hudsnitt ble lagt rett over festestedet for lederne. Sårene ble lukket på vanlig måte og dekket med et lag flytende plaster.

Ved plassering i halsgropen ble incisionen gjort midt på brystbeinet. Lederne fra senderen ble plassert som før. Etter avsluttet operasjon fikk alle forsøksdyr en intravenøs injeksjon med atipamezol (Antisedan®) for oppvåkning. Alle dyr fikk generell antibiotikabehandling intramuskulært.

Dyra ble sluppet sammen med neste flokk som ble landsatt i Kuvika. Forsøksdyra fant sin plass i flokken og fulgte denne opp fjellsida til beiteområder lenger inne på øya. Det var ingen tegn til at forsøksdyra hadde problemer med tempo eller bevegelighet etter at de ble sluppet fri.

2.2 Forsøksfasen

Neste del av prosjektet var planlagt til august 1994 i forbindelse med innsamling og kalvemerking av flokken. Dette skulle foregå i forbindelse med innhegninger lenger sør på øya og høyere i terrenget. De 5 forsøksdyra skulle skilles ut og plasseres i en egen beitehage hvor forsøkene med overflyging av jagerfly og helikopter skulle foregå. Ved samling og sortering av reinflokken viste det seg at bare to av de implanterte dyra var til stede. Tre dyr med implanterte hjertesendere var altså borte, og ingen av reineierne eller andre personer som ble kontaktet kunne gi opplysninger om disse dyra. Det ble også søkt fra helikopter over store deler av øya for om mulig å lokalisere dyra ut fra radiosignaler. Også personell fra reindriftsadministrasjonen hadde søkt med radiomottakere etter dyra fra bakken uten resultat. En mulig forklaring på at de tre reinsdyra kom bort kan være at de har vært utsatt for en ulykke og at samtlige radiosendere hadde sviktet. Det viste seg nemlig at de to dyra som ble gjenfanget

hadde avstøtt radiosenderne. Bare elektroder var tilbake på det ene forsøksdyret. Det var overraskende at tre av fem dyr skulle forsvinne helt i løpet av sommeren, ettersom det er mindre sannsynlig at alle implanterte hjertesenderne skulle ha skapt komplikasjoner eller sviktet teknisk. Tilsvarende omfang av avstøtningsreaksjoner er ikke registrert på andre hjortedyr i tidligere forsøk. Terrenget på Sørøya er til dels svært ulendt, og dyra kan ha vært utsatt for ulykker. Likevel skulle det da ha vært mulig å spore dyra ut fra radiosignaler.

Da fase 2 i forsøket skulle starte i august sto vi altså overfor en situasjon hvor vi ikke hadde funksjonelle sendere i noen dyr. Ved ankomst til Sørøya den 22. august 1994 ble det derfor innfanget to nye simler som fikk implantert nye radiosendere. Disse var begge av den minste typen som beskrevet foran, med frekvens 142.075 MHz og 142.450 MHz. Begge senderne ble implantert i halsgropa etter tilsvarende prosedyre som tidligere beskrevet. Også anestesi og generelle undersøkelser av dyra ble gjort på tilsvarende måte som i første fase av prosjektet.

De utvalgte dyra var i godt hold uten ytre tegn til sykdom eller skader. Etter gjennomført forsøk ble to forsøksdyr obdusert umiddelbart på stedet. Hud og hårlag hadde normal elastisitet og tetthet. Normal klauv- og hornkvalitet. Ved gjennomgang av skrottene fantes endel fett (spekk) over rygg og lend, likeså endel fett i krøset i bukhalen. Normalt innhold i vom og tarmtraktus, perleaktige fecesknoller i endetarm. Dyrene hadde god kjøttsetning, hvilket indikerer et tilstrekkelig beite i løpet av sommersesongen. Det var ellers ingen funn ved skrottene som indikerte unormale fysiologiske tilstander hos forsøksdyrene.

De to nye hjertesenderne fungerte tilfredsstillende, bortsett fra at den ene ga en del somatisk muskelstøy når dyret beveget seg. De to implanterte dyra ble plassert i beitehagen sammen med fem andre dyr av forskjellig kjønn og alder. I alt var det fire simler, to kalver og en ung bukk. Denne flokken oppholdt seg i innhegningen en uke før forsøkene startet, og var dermed godt tilvendt området. Beitehagen hadde en utstrekning på ca. 300 m x 500 m. Det innhegnede området var uten busker eller trær, og lå i småkuppert terreng dominert av bergknauser i lengderetningen av beitehagen. Mellom bergknausene var det relativt rik vegetasjon med gras og urter. Det inngjerdede området lå i en skråning med økende høyde mot nord. Midt i innhegningen var det en haug. I det sørøstre området var terrenget betydelig lavere. For å sikre både visuell og radioteknisk kontakt med forsøksdyra måtte de holdes unna dette området. Planlagt flyretning for både jagerfly og helikopter var midt over og på langs av innhegningen i nordlig retning.

Målepunktene for støy ble valgt slik at resultatene skulle være representative for alle dyra innenfor innhegningen. Det ble målt i to punkter, for å sikre best mulig beskrivelse av støybelastningen forsøksdyra opplevde. Ved sentrert overflyging vil resultatene vise minimums- og maksimumsbelastning. To av posisjonene ga god visuell kontroll med dyra der de senere oppholdt seg under forsøket (**figur 1**). Hjertesignalene ble tatt inn på magnetbånd på en to-spors mottaker slik at kommentarer til dyras atferdsmessige reaksjoner kunne leses inn simultant. På to av mottakerstasjonene (A og

B) ble hjertesignalene registrert sammen med lyd fra luftfartøyene.

2.3 Instrumentering, signalopptak og måleprosedyrer

Alle målingene av støy og hjertefrekvens er basert på opptak, og senere analyser i laboratorium. Denne metoden ble valgt fremfor komplett feltinstrumentering og analyse på stedet. Metodevalget muliggjør en betydelig mer kompleks analyse i ettertid, uten instrumentell begrensning i særlig grad. En større feltinstrumentering ville være urealistisk av hensyn til behov for strøm. En diskret instrumentering sikrer også lav menneskelig aktivitet under målingene, og sikrer minimal påvirkning av dyra. Det ble også gjort videoopptak av forsøksdyrene, med tanke på dokumentasjon av fluktreaksjon og annen aktivitet, samt å gi en generell fremstilling av prosjektet. Forsvarets rekrutterings- og mediesenter har ansvar for denne delen.

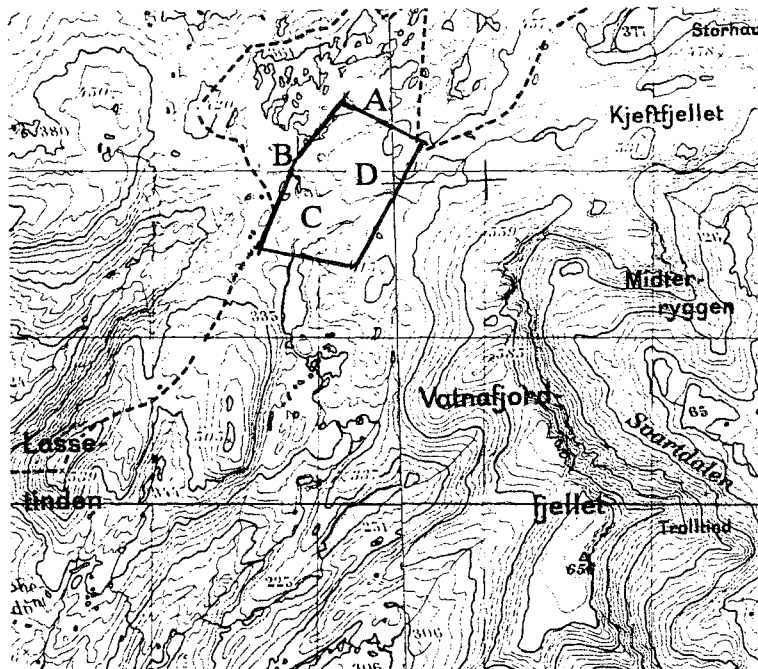
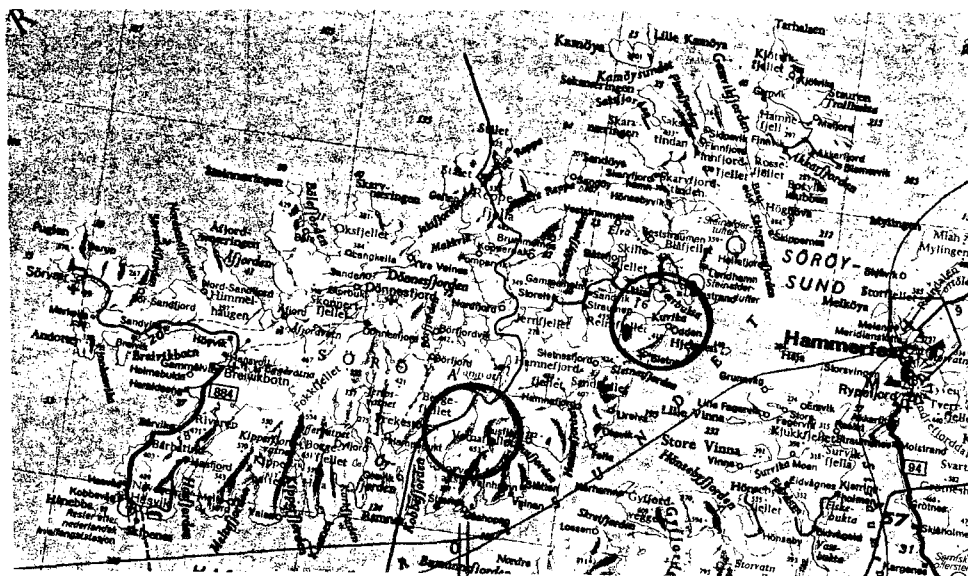
Alle opptak, både filming, aktivitetskommentarer og målesignaler, er tidsmessig synkronisert. Dette muliggjør en parallell fremstilling av alle måleparametre, samtidig med videofilmet dokumentasjon av dyrenes aktivitet.

Opptakene med kommentarer om dyrenes aktivitet benyttes kun som dokumentasjon på dyrenes generelle aktivitet. Ved kontrollert avspilling i relasjon til analyseresultatene fra støy- og hjertemålingene, gir de en nødvendig og verdifull tilleggsinformasjon om dyrenes generelle reaksjon.

Lydopptakene er primært analysert som A-veide tidsvarierende lydsignaler. En løpende analyse, basert på 1-sekunds ekvivalentnivå, gir en god beskrivelse av den støybelastning dyrene opplever. Reinsdyr antas å ha en hørsel som ligger svært nær menneskets hørsel ved de lave frekvenser som dominerer lydavstrålingen fra fly og helikopter. Den frekvensveiling som A-filtret representerer, er således også velegnet med tanke på rein.

Opptak av hjerterate fra forsøksdyrene ble i hovedsak foretatt med analogt utstyr tilhørende NINA. Én av kanalene på de digitale lydopptakene ble også nytt til å sikre synkron opptak av hjertefrekvens og lydpåtrykk (pos. A, **figur 1**).

Implanterte radiosendere i forsøksdyrene sender en impuls generert av elektriske utladninger fra hjerteaktiviteten. Følere for hjerteaktivitet er lagt under huden i dyrets brystregion. Radiomottakere forhåndsinnstilt på samme frekvenser som de implanterte senderne bruker, er koplet til utstyr for kontinuerlig opptak av signaler fra forsøksdyrene. Når dyrene er rolige, fungerer systemet for deteksjon av hjerterytmene bra. Så snart dyret beveger seg, vil øvrig muskelaktivitet ofte skape elektriske signaler som forstyrrer primærsignalene fra hjertet. De signalene som oppfanges via radio må således gjennomgå en streng analyse for å skille hjertesignaler fra maskerende muskelsignaler.



Figur 1 Forsøksområdene på Sørøya, Finnmark.- Position of experimental areas at Sørøya, Finnmark. A-D = stasjoner for signalopptak og observasjoner - locations for signal-recording and observations.

Parallelt gjøres det ved hjelp av høykvalitets kondensatormikrofoner synkrone kalibrerte opptak av lyd fra helikopter eller jagerfly. Mikrofonene var under opptakene påsatt standard vindskjerm, for å unngå mulig forstyrrelser forårsaket av lokale luftstrømmer. Støy fra helikopter- og jagerflyaktivitetene ligger såpass høyt over bakgrunnsstøy og støy fra annen aktivitet i området, at signalene med trygg margin kan betraktes som uforstyrret.

Hjertesignalene viser i ubehandlet form et meget komplisert bilde. Vedlegg I viser eksempler på dette. Hjertesignalene er delvis maskert i muskelsignaler når dyrene beveger seg.

Det er utviklet spesielle algoritmer for å rendyrke signalene for hjerteaktiviteten ut fra registrerte signaler. Disse algoritmene tar inn kriterier om ekstremverdier for puls, refraktærperiode etc., samt at det er lagt inn kriterier for både maksimal stigerate og synkerate før og etter en periode med høy puls. Ved å legge inn et tidsvindu for forventet neste pulsslag, samt å skille mellom sannsynlig halv og dobbel pulsfrekvens, og dessuten kombinere forlengs og baklengs analyse, har vi kommet frem til en analysemetode som synes stabil og trygg i de fleste situasjoner. I tilfeller hvor dyrene viser stor fysisk aktivitet er det fortsatt vanskelig å fastsette hjerteraten, da den totale muskelaktivitet gir kaotiske signaler.

Det norske Luftforsvaret opererer i dag med jagerfly av type Northrop Freedom Fighter F-5 og General Dynamics Fighting Falcon F-16. For disse målingene er jagerflyet F-16 valgt ut fra at den opererer i et større antall og at den ved bruk av etterbrenner (AB) har et betydelig høyere støynivå.

Helikoptertyper som opereres av Forsvaret er Lynx 86, Westland CH3 Sea King og Bell 412. I disse undersøkelsene er Lynx 86 og B-412 benyttet ut fra at disse typene betraktes som mest representative for formålet.

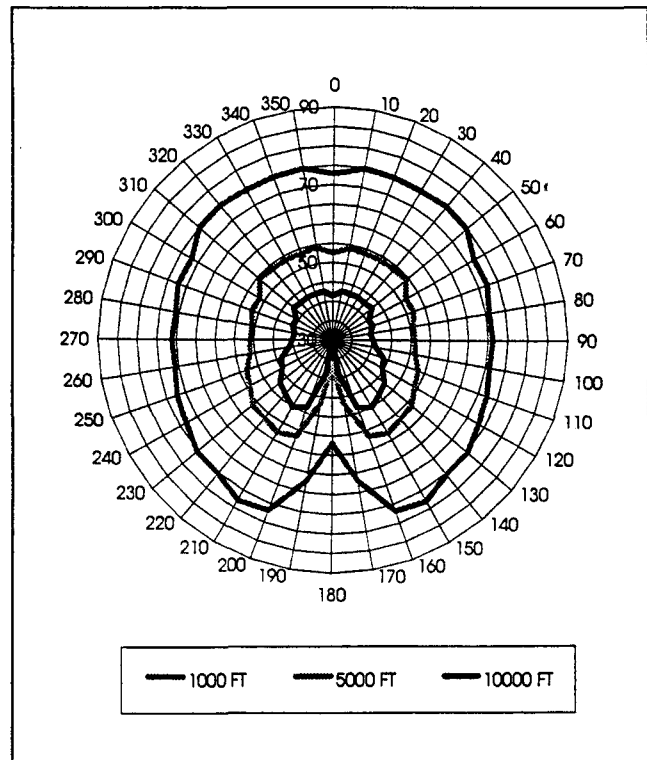
2.4 Bakgrunnsstoff om flystøy

Støyutbredelse fra fly

Utbredelse av støy fra fly og særlig helikopter er retningsavhengig. Dette tilskrives primært lydgenereringsmekanismene. For fly bestemmes lydets direktivitet primært av motortype, motorens innkapsling og i noen grad av flykroppens utforming. Det regnes normalt at direktiviteten er symmetrisk om flyets lengdeakse. **Figur 2** viser statistisk retningskarakteristikk for F-16 målt ved skyvekraft som for normal overflyging.

Innføring i lydbegreper: dB, A-veiling, Hz, Støyenheter, støynivå eksempler

Lyd kaller vi enhver trykkforandring som øret kan oppfatte, fra de svakeste lyder helt opp til nivåer som kan skade hørselen. Når lydtrykk måles, bruker vi en logaritmisk skala og enheten decibel - dB. Dette passer godt til høreøvnens variasjon med nivået. Ved lave nivåer skiller vi lett mellom små nivåvariasjoner, men ved høye nivåer reduseres denne evnen. Lydtryknivået angis i forhold til et standard referansenivå.



Figur 2 Direktivitet for støy fra F-16/PW220 ved overflyging. - Noise directivity for F-16/PW220 at 80% NC.

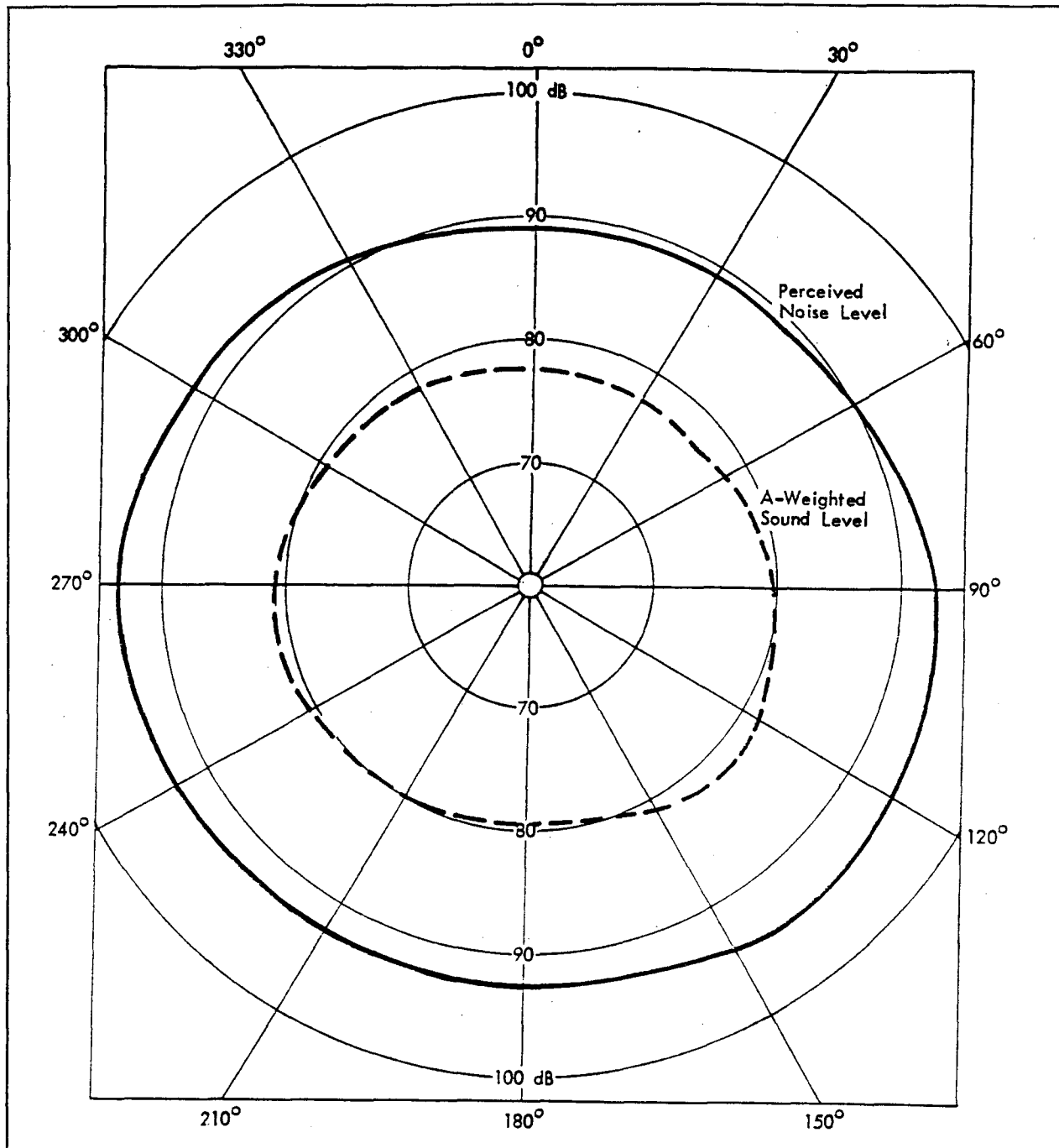
Lydens svingninger eller frekvens, angir vi i Hertz - Hz. Dette angir antall svingninger pr. sekund. Mennesket kan med god hørsel oppfatte lyd innenfor frekvensområdet 20 Hz til 12-15000 Hz.

Ved lydmålinger brukes ofte et frekvensavhengig veiefilter kalt A-filter. Dette er en tilpasning til menneskets frekvensavhengige hørsel. Vi hører ikke basstonene like godt som de midlere frekvenser (200-5000 Hz). På samme måte avtar ørets følsomhet for de høyeste frekvensene. Når vi måler med dette filteret, angis lydnivået som dB (A).

Momentane lydnivåer og nivåer fra enkelthendelser karakteriseres ofte med lydnivå gitt i dB(A). For lyd som varierer over tid (vegtrafikkstøy, flystøy o.l.) benyttes ofte energimidlet mål, kalt ekvivalentnivå. Dette er et gjennomsnittsnivå over måletiden.

Ved vanlig samtale vil lydnivået på 1 m avstand ligge rundt 60 dB. Lav hvisking kommer ned mot 30 dB(A). Jagerflyet F-16 vil ved overflyging og med bruk av etterbrenner gi et lydnivå på omlag 118 dB(A) i 500 ft avstand. Fra helikoptret Bell 412 er det ved overflyging i 500 ft målt et maksimalnivå på 90 dB(A).

For helikopter er direktiviteten mer kompleks ved at lydgenereringsmekanismene fra hovedrotor, halerotor, girkasse og motor alle gir viktige bidrag. Direktiviteten for helikopter kan best beskrives ved retningsdiagram for alle aksene. Slike data er normalt ikke tilgjengelig fra produsentene. Det vanlige er at den horisontale direktivitet målt ved hovering vises. **Figur 3** viser et eksempel på slik retningskarakteristikk for Sea King.



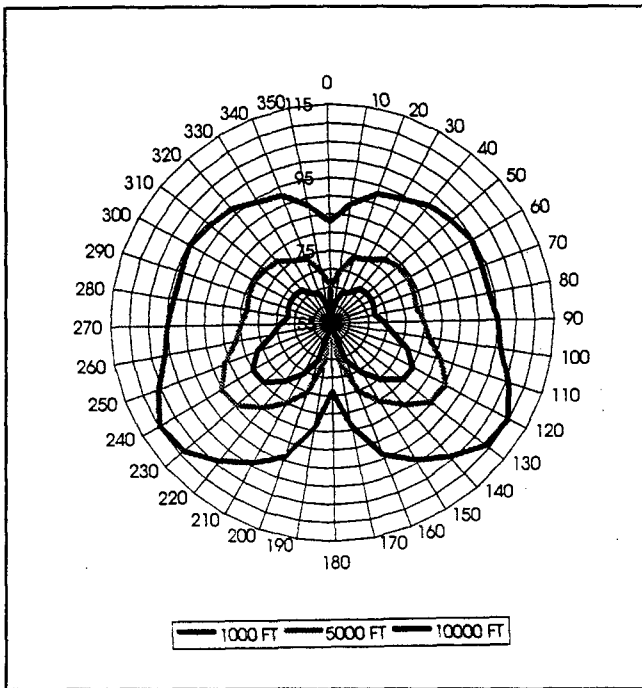
Figur 3 Direktivitet for støy fra Sea King helikopter ved hoving i 250 fot. - Variation of sound level at 250 ft, with azimuth angle during hover -CH-3C.

Normalt presenteres flystøybelastning som en beregning basert på fly- eller helikopterytelsesdata, støydata, operasjonsform og antall operasjoner fordelt over et gjennomsnittsdøgn. På denne bakgrunn beregnes ekvivalent flystøynivå (EFN) og maksimum flystøynivå (MFN). For en overflyging med F-16 i 500 fot med motorsetting tilsvarende «level flight» vil vi over flat mark ha en lydutbredelse slik figur 4 viser.

Som figuren indikerer, avtar naturlig nok støynivå med avstand. Men i tillegg vil bakken normalt bidra med lydabsorpsjon. Denne dempningsmekanismen er avhengig av lydens innfallsvinkel mot bakken. Maksimal absorpsjon oppnås ved lav vinkel, og faller helt bort ved vinkler over 60°.

Over noe større avstander kommer også atmosfærisk absorpsjon inn som en tilleggsdempning. Denne mekanismen medfører at lyden fra fly på lang avstand får et mer markert basspreg. Den atmosfæriske absorpsjonen demper de høyfrekvente bidragene sterkest.

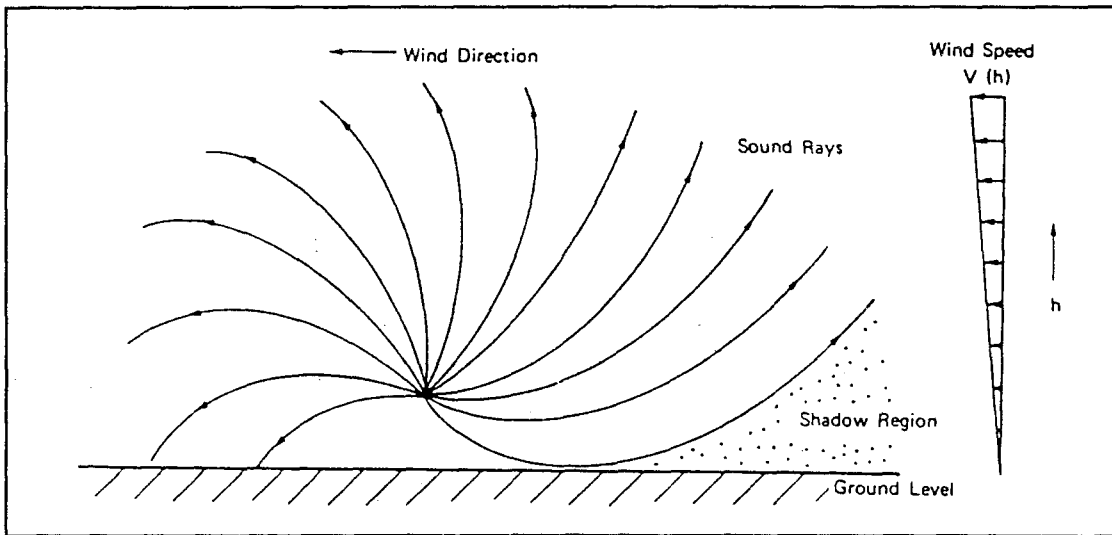
Vind påvirker lydutbredelse. Slike effekter er betinget av større avstander mellom kilde og mottaker. Ved slike avstander det her er tale om, blir effekten av vind liten. En viss medvindseffekt må dog påregnes. Det betyr at i medvind vil lydnivået øke noe, samtidig med en reduksjon i motvindssonen. Dette er forsøkt illustrert i figur 5.



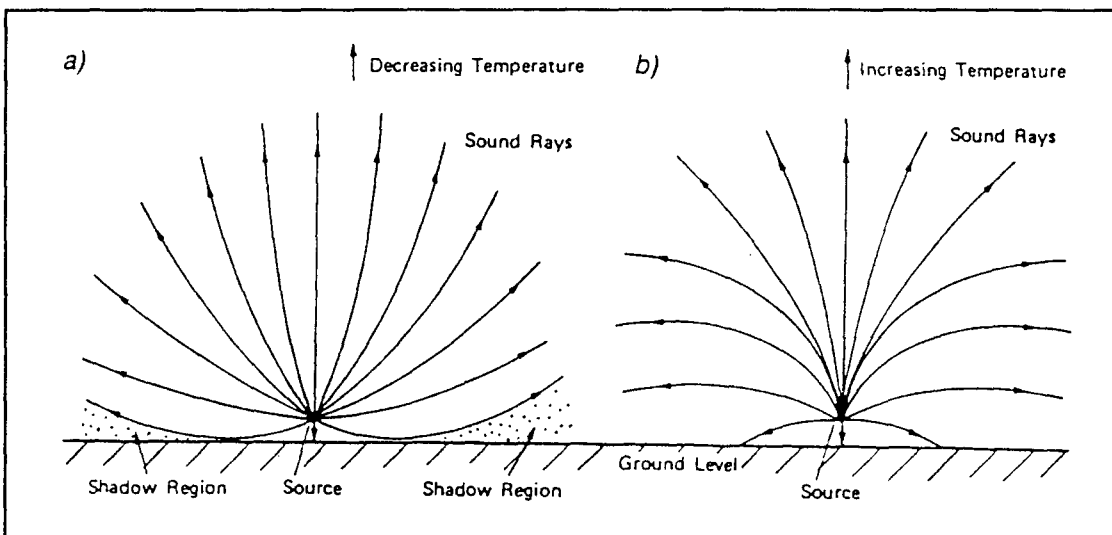
Ved temperaturinversjon, hvor lufttemperaturen øker med høyden, kan vi få markert nedbøyning av lyden. Dette vil medføre at en støykilde kan høres på betydelig lengre avstand enn normalt. Slike forhold kan eksempelvis oppleves på kveldstid, med lydutbredelse over vann. På lignende måte vil lyden ved markert temperaturreduksjon med høyden gi sterkere avbøyning oppover, og følgelig bidra til mindre utbredelse og lavere nivå på bakken (figur 6).

Luftfartsmyndighetene har definert soner fordelt over hele landet, hvor forsvaret tillates å øve lavflyging. Disse områdene er publisert i Luftfartsverkets offentlige publikasjoner for flygere. Med lavflyging menes flyging i området 200 - 500 fot over bakken. Normalt tillates det ikke å fly under 500 fot over ubebygde område. Forsvaret øver lavflygingsteknikk som et ledd i den generelle flygerutdanningen, og teknikken brukes for å unngå å bli oppdaget via radar.

Figur 4 Direktivitet for støy fra F-16/PW220 ved bruk av etterbrenner. - Noise directivity for F-16/PW220 at max. pwr. a/b.



Figur 5 Lydabøyning nær bakken. - Sound refraction in a boundary layer.



Figur 6 Lydabøyning i atmosfæren ved a) normal temperaturfordeling, b) ved temperaturinversjon. - Refraction of sound in an atmosphere with a) normal lapse rate, b) inverted lapse rate.

2.5 Forsøksplan

I brev til Forsvarets Overkommando 28.7.1993 presenterte NINA i alt seks testsekvenser for å studere reinens reaksjon på overflygende luftfartøy. Vi ba om kommentarer til forslaget både fra flyfaglige instanser og fra SINTEF DELAB, noe som resulterte i visse justeringer og utvidelser av opplegget. Den endelige forsøksplanen var en klar forbedring i forhold til utgangspunktet, og burde dekke de mest aktuelle manøvreringstyper både for fly og helikopter når det gjelder forstyrrelseseffekter på rein. Den endelige forsøksplanen var som følger:

Testsekvens 1. Det benyttes 2 fly som passerer med innbyrdes avstand på 3-4 km. Hvert av flyene passerer i 200, 500, 1000, 1500 og 2000 fots høyde over dyra i nevnte rekkefølge. Fra siste fly passerer med 200 fots høyde til første fly passerer i 500 fots høyde bør det gå ca 1 minutt, og tilsvarende for de andre høydenivåene. For hvert høydenivå eksponeres altså reinflokken for 2 fly som passerer med vel et ½ minutt mellomrom, deretter ett opphold på ca 1 minutt før flyene kommer tilbake i ny høyde og igjen passerer med innbyrdes tidsavstand på ca ½ minutt. Testsekvensen gjennomføres sammenhengende til flyene har passert på sist angitte høydenivå. Det benyttes ikke etterbrenner under passeringene i denne testsekvensen. Det flys med jevn hastighet (420 knts) representativ for det som anvendes under øvinger i lavflygingsområder.

Testsekvens 2. Denne sekvensen gjennomføres tilsvarende som testsekvens 1, men med den forskjell at rekkefølgen for overflygninger i ulike høydenivå reverseres, dvs at flyene starter i 2000 fot og avslutter med passeringen i 200 fot.

Testsekvens 3. Det benyttes kun ett fly som passerer reinflokken rettlinjet i 1000 fots høyde i alt 6 ganger fra samme retning. Det benyttes samme flyhastighet som tidligere, og passeringene skjer med ca 1 minutt mellomrom. Ca 3 minutter etter siste passering kommer flyet tilbake i 500 fots høyde og trekker opp over reinflokken med tent etterbrenner. Dette gjennomføres kun en gang.

Testsekvens 4. Et helikopter passerer rettlinjet over reinflokken i 200, 500 og 1000 fot fra samme retning og med ca 1 minutt mellomrom mellom hver passering i nevnte rekkefølge. Det flys med vanlig cruising-hastighet.

Testsekvens 5. Tilsvarende testsekvens 4, men motsatt rekkefølge mht. høydenivå.

Testsekvens 6. Ca. 5 minutt etter siste passering under testsekvens 5 kommer helikopteret inn over reinflokken i 500 fot. Helikopteret starter så sirkling over og omkring flokken, kombinert med kortvarig hovring over dyra. Manøvreringen over flokken skal ha en varighet på ca 5 minutt og gradvis foregå ned til ca 200 fot, hvorefter helikopteret trekker bort.

Testsekvens 7. Tre passeringer i 2000 fot, rettlinjet med høy hastighet (520 knts). Mellom hver passering skal det gå ca 1.5 min. Hensikten med denne sekvensen er å se på mulige effekter av endret lydfront og -spekter som følge av høy hastighet og høyde.

Med unntak for testsekvens 5 og 6 ble de enkelte sekvensene gjennomført med avstand i tid slik at foregående forsøk ikke skulle influere på etterfølgende testsekvenser. Pauseperiodene var minimum på 2 timer

og skulle gi dyra rikelig tid til å gjenoppta naturlig aktivitet. Forsøkene ble gjennomført over 2 dager.

I forhold til tilgjengelige ressurser mener vi at oppsatte forsøksplan skulle gi et representativt bilde av manøvreringsmønsteret for jagerfly og helikopter i lavere høyder, og som eventuelt vil kunne utløse fryktreaksjon hos rein. Forsøksplanen ble i hovedtrekk gjennomført som skissert. I praksis var det likevel nødvendig med mindre justeringer på enkelte testsekvenser. Disse er nærmere omtalt under resultatkapitlet.

3 Resultater

3.1 Støynivå

Helikopteroperasjonene gir ved overflyging typiske maksimalnivåer innenfor innhegningen i området 74 - 90 dB(A), målt som løpende 1 sek ekvivalentnivå (gjennomsnittsnivå).

Tilsvarende overflygninger med F-16 jagerfly ligger i området 81 - 101 dB(A). Ved bruk av etterbrenner er F-16 målt til 111 dB(A).

Det var planlagt også å analysere støynivået ved bruk av Onset Ratio. Dette er et mål for hvor raskt nivået øker ved hurtig overflyging i lav høyde. Tanken var at dette kunne korreleres med dyrenes reaksjon. Da forsøksdyrene ikke synes å reagere på de operasjoner og støynivåer som ble brukt, finner vi ingen grunn til å gjennomføre denne tilleggsanalysen.

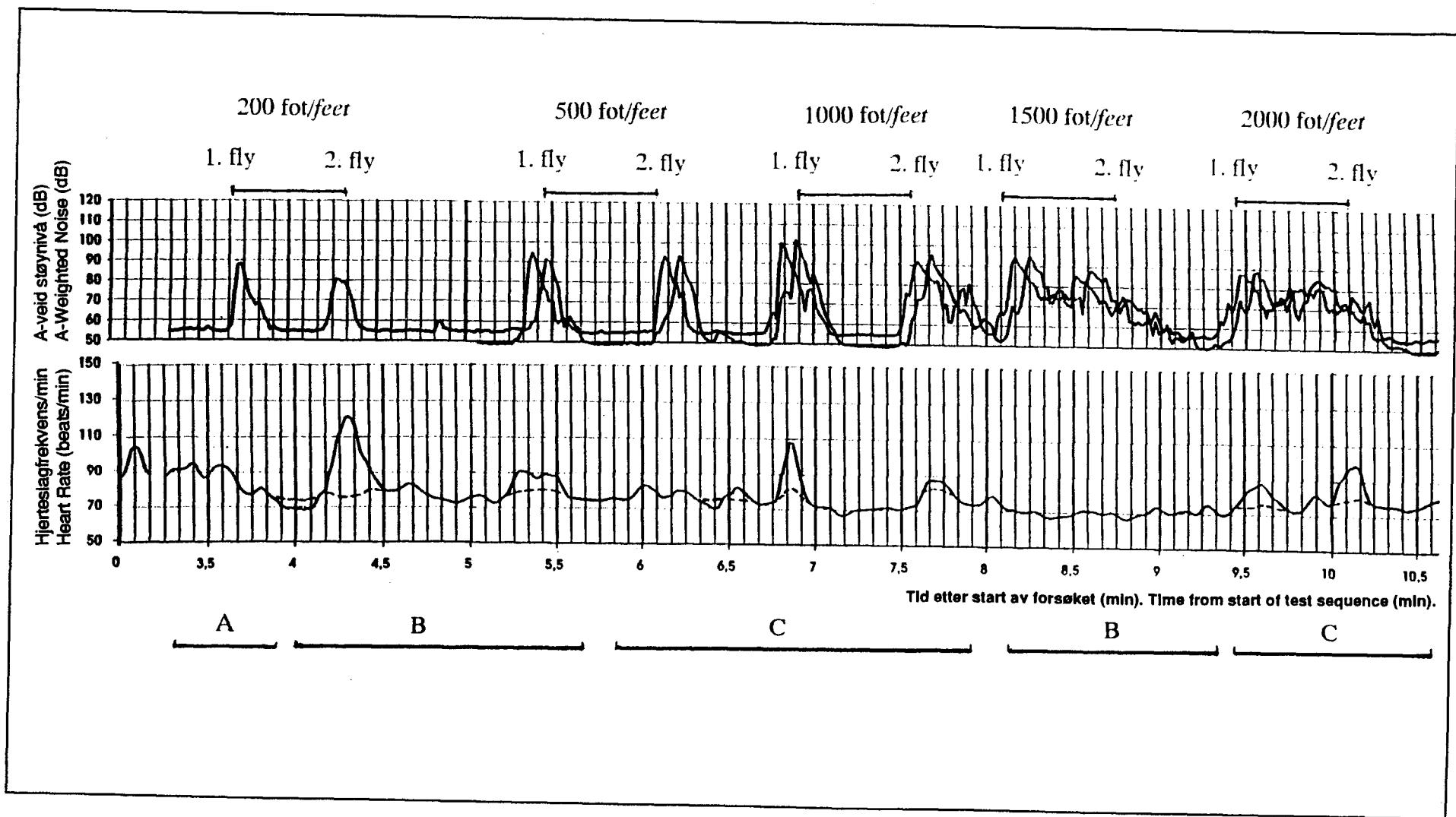
3.2 Forklaring av tidskurver

For alle målingene er det presentert resultater som viser lydnivåets variasjon med tiden i hvert kontrollpunkt. Nivået er presentert som et løpende 1-sek gjennomsnittsnivå (ekvivalentnivå), og tilsvarende således det nivå som kunne avleses med en vanlig lydtrykkmåler med meterinnstilling «Slow».

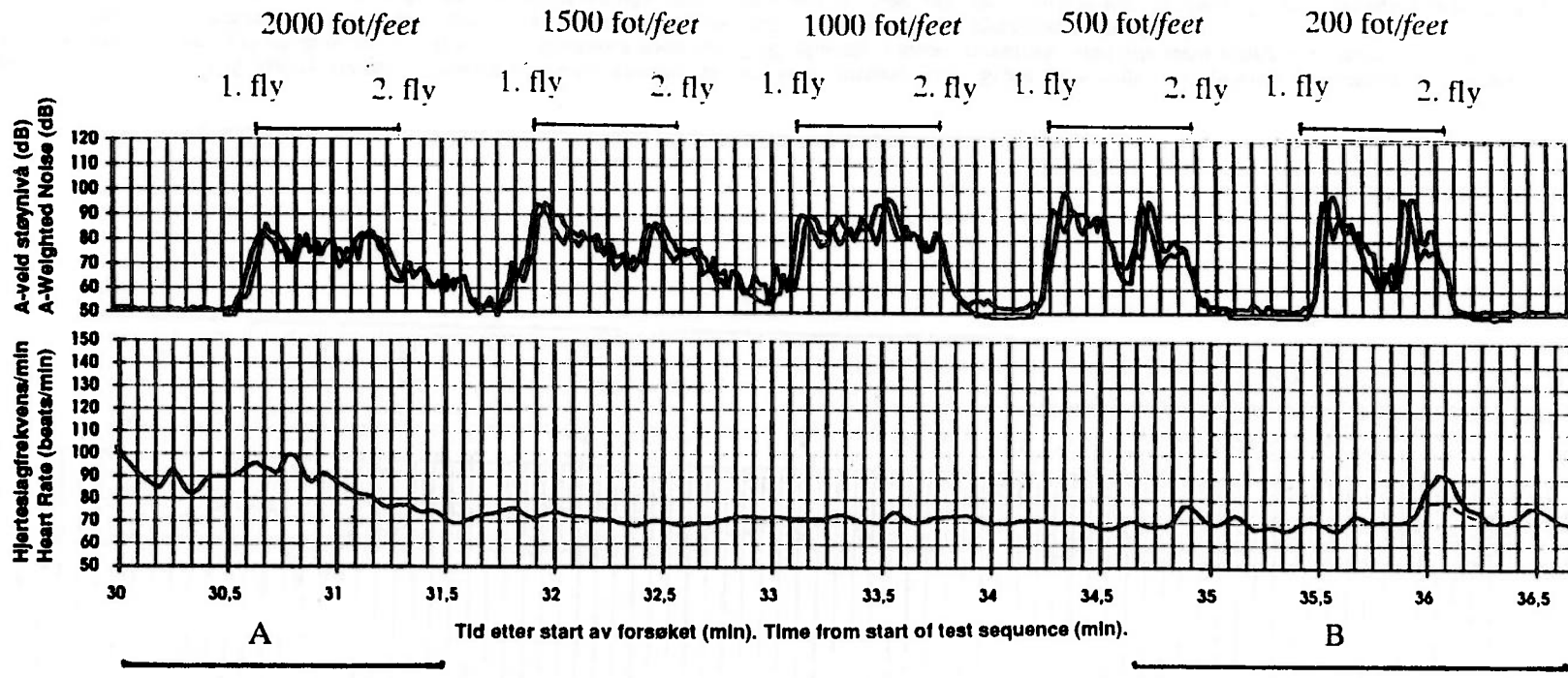
Figur 7-12 viser registrert nivå for alle forsøkene (overflygingene), gitt som løpende kurver med synkronisert start, og tidsmarkering i minutter fra synkronisering. Tidsreferansen er knyttet til de enkelte opptaksserier, og angir således ikke totalt reelt tidsforløp. Mellom hver sekvens var det en pause på minst 2 timer.

For første del av testsekvens 1 (omlag 1.5 min) i **figur 7** vises lydnivåvariasjoner bare for én opptakskanal, da den andre lydkanalen var ute av funksjon. For alle øvrige analyser vises begge kanalenes lydsignal i samme diagram. Forskjellen i nivå på de to kanalene viser typiske nivåvariasjoner fra hver enkelt operasjon innenfor innhegningen. Støybelastningen på reinsdyrene vil ligge mellom de to kurvene, både langs tids- og nivåaksene.

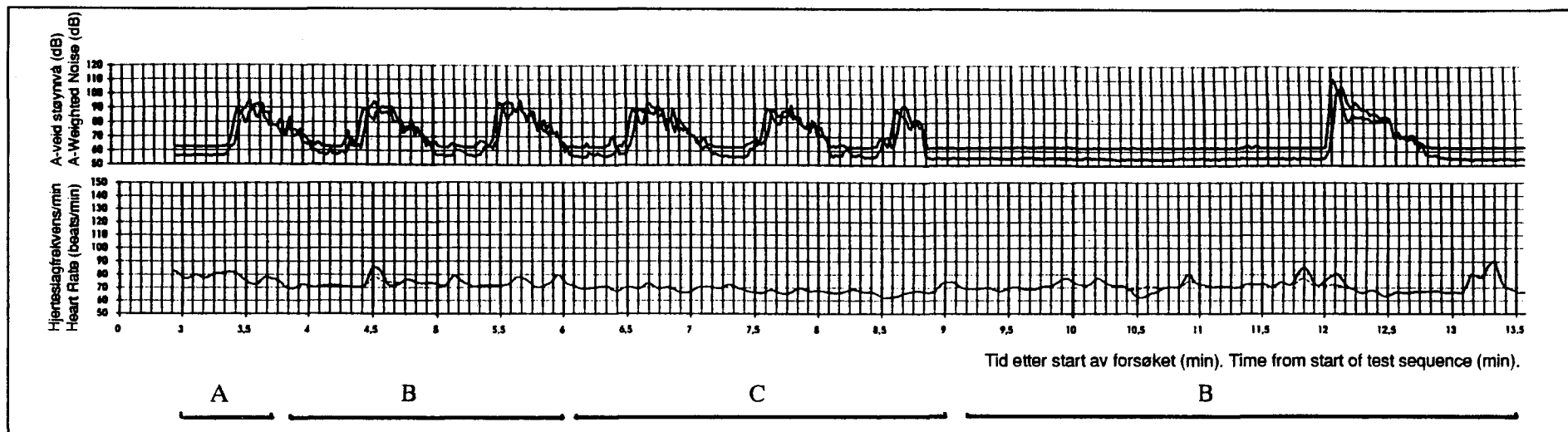
Figur 7-12 viser komplette resultater av våre opptaksanalyser. I hvert diagram viser den nedre kurven hjerteratens kontinuerlige variasjon med tiden. Dette



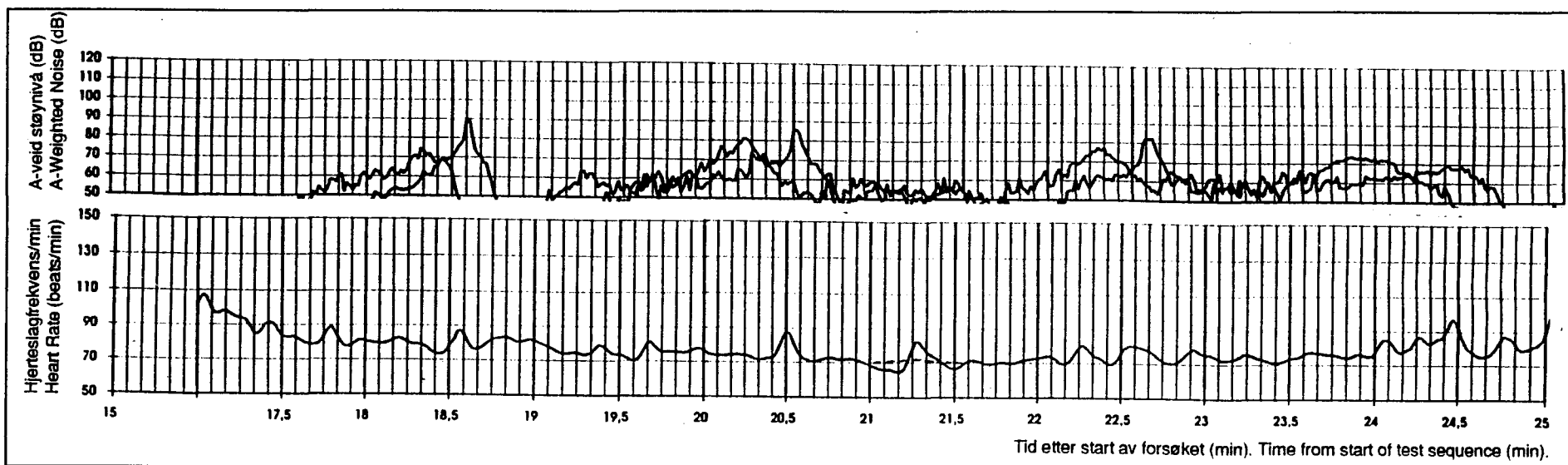
Figur 7 Tidskurver for støy fra F-16 jagerfly (øverst) og endring i hjerteslagfrekvens hos rein under testsekvens 1. Stiplet kurve angir reell hjerterate for episoder hvor muskelstøy interfererer med hjertesignalene og forårsaker kunstig høye utslag (heltrukket kurve). - Continuous noise from F-16 fighterplane (upper curve) and heart-rate curve during testsequence 1. Dashed parts of the curve for heart-rate indicate virtual heart-rate during episodes when locomotion and noise from somatic muscles cause artificially high response (solid line).
 Kommentar/Comment: A = Roer ned etter provosert forflytning - calming down after forced locomotion. B = Står, går rolig - standing, moving slowly. C = Rolig bevegelse, tidvis beiting - slow locomotion, partly grazing.



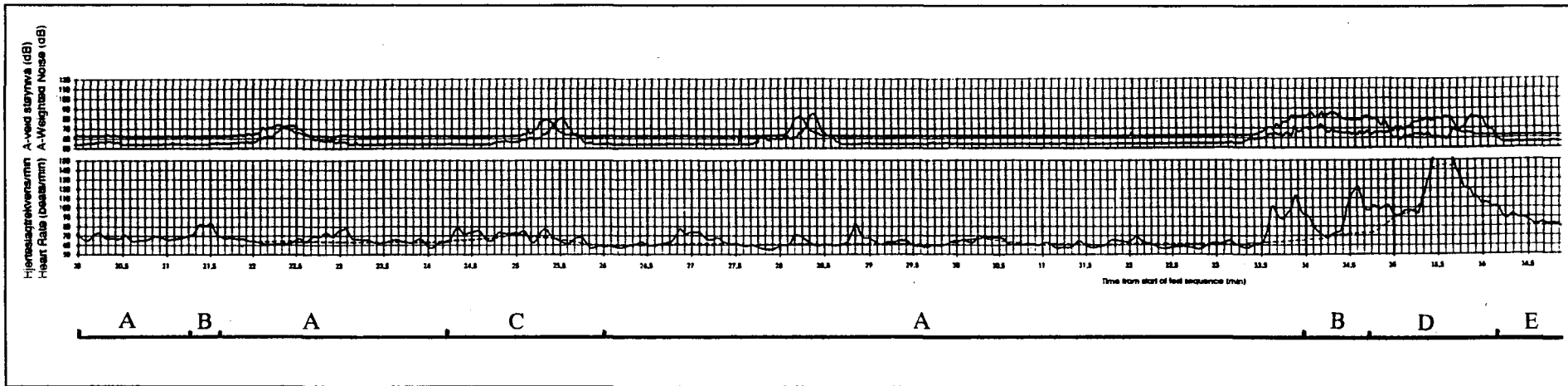
Figur 8 Støynivå fra F-16 jagerfly (øvre kurve) og hjerteslagfrekvens hos rein under testsekvens 2. - *Noise-level from F-16 fighterplane (upper curve) and heart-rate curve in reindeer during testsequency 2.*
 Kommentar/Comment: A = Roer ned etter provosert forflytning - *calming down after forced locomotion.* B = Står, går rolig - *standing, moving slowly.*



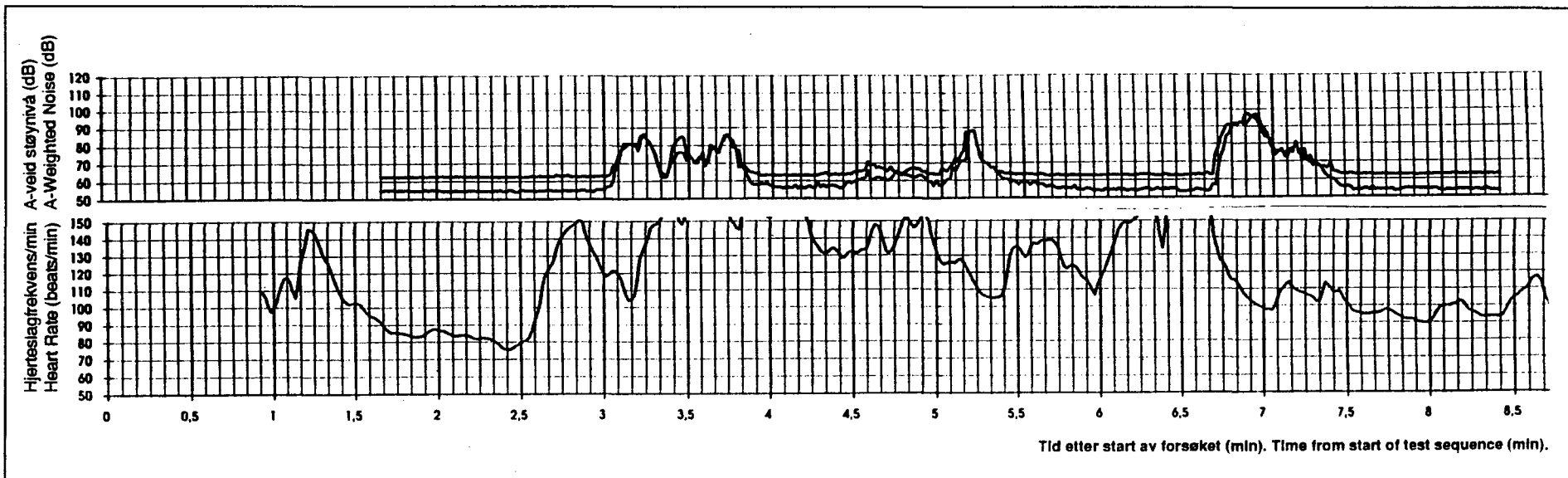
Figur 9 Støynivå fra F-16 jagerfly som passerte seks ganger over reinsflokket i 1000 fots høyde (testsekvens 3). Kort tid (3:20 min) etter siste passering i 1000 fot kom flyet tilbake i 500 fot og trakk opp med tent etterbrenner (øvre kurve). Kurve for hjerteslagfrekvens hos rein i samme tidsrom er vist i nedre kurve. - Noise level from a F-16 fighterplane passing 6 times at 1000 feet over a group of reindeer (testsequency 3). Shortly after (3:20 min) the last pass att 1000 feet, the F-16 returned at 500 feet and pulled up with the after-burner activated (upper curve). Heart-rate from reindeer in the same period is shown in the lover curve. Kommentar/Comment: A = Roer ned etter rolig bevegelse - beiting - Calming down after slow locomotion - grazing. B = Står - går - beiter - standing - moving slowly - grazing. C = Ligger - recumbant.



Figur 10 Støynivå fra Lynx helikopter (øvre kurve) og hjerteslagfrekvens hos rein i testsekvens 4. Dyra beitet og beveget seg rolig under hele forsøket (se tekst). - Noise level from Lynx helicopter (upper curve) and heart-rate curve from reindeer during testsequency 4. The reindeer were grazing and moved slowly during the entire experiment (see text).



Figur 11 Støynivå fra Bell-412 helikopter (øvre kurve) og kurve for hjerteslagfrekvens hos rein under testsekvens 5 og 6 (se tekst). - Noise level from Bell-412 helicopter (upper curve) and heart-rate curve from reindeer during testsequences 5 and 6 (see text). Kommentar/Comments: A = Ligger - recumbant. B = Står - standing, walking. C = Står, går - standing, walking. D = Flykter - running. E = Går, beiter - walking, grazing.



Figur 12 Støynivå fra F-16 jagerfly som passerer i 2000 fot og med 520 knts hastighet (testsekvens 7 - øvre kurve). Kurven for hjerteslagfrekvens hos rein (nederst) reflekterer et høyt aktivitetsnivå, men er vanskelig å tolke p.g.a. interfererende muskelstøy. - Noise level from F-16 fighterplane passing at 2000 feet and at a speed of 520 knts (testsequence 7 - upper curve). The curve for reindeer heart-rate (lower curve) reflects a high activity level, but is difficult to interpret due to interfering noise from somatic muscles.

bildet vises parallelt med registrert A-veid støynivå fra helikopter- eller jagerflyaktivitet.

3.3 Reaksjon på luftfartøy i lave høyder

Testsekvens 1 (F-16)

Forsøket ble gjennomført 23.8.1994 fra kl. 1000 med måling av hjertesignal på to voksne simler (frekvens 142.450 og 142.075). Hjertesignalene fra dyr med frekvens 142.075 var av heller dårlig kvalitet, selv om deler av opptaket ga indikasjoner på hvordan dyret reagerte kardiologisk. Det andre dyret ga gode signaler, og begge dyra ble observert visuelt under forsøket. Været var pent med lett skydekke, svak særlig bris og temperatur ca 12-13°C.

Like før forsøket startet ble dyra drevet til en posisjon i innhegningen hvor de kunne observeres visuelt og hvor det var mulig å få gode opptaksforhold for radiosignalene. Ved forsøkets begynnelse var dyra samlet på et område på ca 200 m². Under testsekvensen var dyra i rolig bevegelse, eller de sto rolig i kortere perioder innenfor det angitte området. Noen av dyra beitet i kortere perioder.

Støymålinger og kurve for hjerteaktivitet (simle 142.450) under testsekvens 1 er vist i **figur 7**.

Kommentar: I løpet av det siste minuttet før første flypassering viste pulsen hos dyr 142.450 fallende frekvens som følge av at dyra ble drevet tilbake til forsøksområdet, hvor de roet seg. Første jagerfly som passerte i 200 fot ga ingen reaksjon i hjerteaktivitet og heller ingen atferdsmessige endringer hos dette dyret. Etter at første fly hadde passert var hjerteslagfrekvens 68-70 slag pr. minutt, noe som er normalt for dyr i rolig bevegelse.

I forbindelse med at andre fly passerte i samme høydenivå 35 sekunder etter det første kunne det registreres en kortvarig økning i puls, ca 80 slag pr. minutt over omlag 25 sekund. Pulsen var tilbake til 72-74 slag pr. minutt 20 sekunder etter at andre fly hadde passert. På **figur 7** viser kurven for hjerteaktivitet et markert utslag ved andre flypassering. Dette utslaget er primært resultat av støy og de begrensninger som ligger i algoritmene som ble brukt under analysene. Nøyte gjennomlytting av lydåndopptak viser at det var reell økning i puls til ca 80 slag pr. minutt umiddelbart etter andre flypassering (stiplet linje i **figur 7**). Under passering av de to jagerflyene i 200 fot var dyra delvis i rolig bevegelse, noe som kan ha vært medvirkende til økningen i hjerteslagfrekvens. Visuelt kunne det ikke registreres atferdsmessig fryktreaksjon hos dyra.

Ved passering av første fly i 500 fot viser **figur 7** en økning i hjerteslagfrekvens til 88-90 slag pr. minutt over en periode på ca 15 sekunder. Reell økning i samme tidsrom, basert på gjennomlytting av lydåndopptak (stiplet linje), var 78-79 slag pr. minutt. Ved passering av fly nummer to i samme høydenivå kunne det knapt registreres endring i hjerteslagfrekvens ut over den variasjon som fulgte av at dyra var i rolig bevegelse. Ved passering av første fly i 1000 fot var det en reell økning i hjerteslagfrekvens (2-4 slag) over 5-7 sekunder. Det vil si en kortvarig økning fra 72-73 til 75-78 slag pr. minutt.

Den markerte økningen som vist på **figur 7** er i hovedsak et artefakt på grunn av muskelstøy når dyret beveget seg. Tilsvarende gjelder for passeringen av andre fly i samme høydenivå, men her var reell økning i hjerteslagfrekvens noe høyere (75-85 slag pr. minutt over 8-10 sekunder). Dyra forholdt seg rolig også under denne sekvansen, men foretok mindre forflytninger. Noen dyr beitet i kortere perioder.

Mens de to jagerflya passerte i 1500 fot var dyra rolige, og ingen reaksjon kunne spores hverken atferdsmessig eller i hjerteaktivitet. Ved passering av begge jagerflyene i 2000 fot var dyra igjen i rolig bevegelse, og utslagene på kurven for hjerteaktivitet er primært utslag av støy og muskelbevegelser. Det kunne ikke registreres atferdsmessige fryktreaksjoner under den siste passeringen.

Samlet sett viste dyra ingen atferdsmessig fryktreaksjon under denne testsekvensen. Dyra var delvis i bevegelse under forsøket, og reelt sett varierte hjerteslagfrekvensen mellom 68 og 85 slag pr. minutt, selv om utslagene på kurven i **figur 7** er noe større på grunn av interfererende støy og algoritmene som ble benyttet i analysen av lydopptakene.

Testsekvens 1 var i utgangspunktet et forsøk på å eksponere reinen for et uventet, kraftig stimulus i form av et jagerfly i minimal høyde. Hypotetisk ville en forvente at første gangs eksponering for fly i minimumshøyde ville gi større utslag enn om overflygingen hadde startet på større høyde.

Testsekvens 2 (F-16)

Forsøket ble gjennomført 23.8.1994 fra kl. 1330 under tilsvarende værforhold som testsekvens 1. Umiddelbart før første fly ankom ble dyra drevet tilbake på samme sted som under testsekvens. Dyra var altså noe urolige og i bevegelse da første jagerfly ankom i 2000 fots høyde.

Kommentar: I løpet av det tidsrom de to jagerflya passerte i 2000 fot (i løpet av 1 minutt) avtok hjerteslagfrekvensen fra ca 90 til ca 70 slag pr. minutt. Hjertesignalene ga ingen indikasjoner på fryktreaksjon ved disse passeringene, og det var heller ingen atferdsmessige fryktreaksjoner å se. Under de påfølgende overflyginger i gradvis lavere høydenivå forholdt dyra seg svært rolige og med stabil puls. Dette fremgår tydelig av kurven for hjerteaktivitet for simle 142.450 i **figur 8**. Umiddelbart etter at siste fly hadde passert i henholdsvis 500 og 200 fot kunne det imidlertid registreres en kortvarig (ca 5 sek.) økning i frekvens for 2-3 hjerteslag (passering i 500 fot). Dyra forholdt seg helt rolige under denne passeringen. Ved siste overflyging i 200 fot var det en svak økning i hjerteaktivitet (økt frekvens over 4-6 hjerteslag) med varighet ca 10 sekunder. Den reelle responsen i hjerteaktivitet (stiplet linje) var lavere enn det som fremgår av kurven i **figur 8**, delvis fordi dyra beveget seg noe etter at siste fly hadde passert, og dermed ble hjertesignalene påvirket av muskelstøy. Ett minutt etter at siste fly hadde passert var dyra helt rolige og tre av de syv dyra la seg.

Hjerteaktiviteten hos simle 142.075 ga heller ingen utslag av betydning under overflygingene. I perioder

dyra sto helt rolige eller lå var utslagene om mulig enda mindre enn for den andre implanterte simla.

Reinens reaksjon på denne forsøkssekvensen var minimal, og bare ved halvparten av de to laveste overflygningene kunne det registreres svak og kortvarig endring i hjerteaktivitet hos simle 142.450. Dette skjedde imidlertid etter at flyene hadde passert, og det er vanskelig å si om dette har direkte sammenheng med overflygningene.

Testsekvens 3 (F-16)

Forsøket ble gjennomført 24.8.1994 fra kl. 1015, og hjerteregistreringene i **figur 9** refererer seg til simle med radiofrekvens 142.450. Værforholdene var tilsvarende som dagen før, kanskje med noe lettere skydekke. Hensikten med forsøket var å undersøke mulige tilvenningseffekter (habituering) ved overflyging av F-16 jagerfly i 1000 fots høyde.

Kommentar: I minuttene før første fly ankom var dyra på beina og i rolig bevegelse. Noen dyr beitet. Umiddelbart før første fly ankom roet dyra seg ytterligere, noe som gjenspeiles i **figur 9** ved fallende pulsfrekvens. Dyra sto samlet på ca 200 m² under hele forsøket.

Eneste registrerbare reaksjon hos simle 142.450 var en kortvarig (ca 4 sek.) økning i pulsfrekvens over 2-3 hjerteslag ved andre flypassering i 1000 fot. Øvrige utslag på kurven for hjerteaktivitet i **figur 9** er resultat av bevegelse og muskelstøy. Under de seks første overflygningene var hjerteslagfrekvensen stabil mellom 66 og 78 slag pr. minutt. Noen av dyra, bl.a. forsøksdyret, lå under overflygning 4-6, mens de øvrige sto eller beitet rolig. Dette var situasjonen fra sjette overflygning til flyet kom tilbake 3 minutt og 20 sekunder senere i 500 fot. Ved passering over dyra trakk flyet opp med tent etterbrenner. Forsøksdyret reiste seg ca 30 sekunder etter sjette overflygning og sto rolig fram til flyet ankom siste gangen. Dette gjenspeiles av en svak økning i hjerteslagfrekvens i **figur 9**. Ca. 10 sekund før siste overflygning økte hjerterytmen på forsøksdyret kortvarig (ca 5 sek.) over 2-3 hjerteslag, uten at en med sikkerhet kan hevde at dette var relatert til overflygningen. Utslaget på kurven i **figur 9** i det flyet passerte over dyra er en artefakt, hjerteslagfrekvensen var på det tidspunkt egentlig avtagende.

Under hele forsøket var dyra svært rolige og det kunne ikke observeres noen tegn til atferdsmessige fryktreaksjoner, bortsett fra at dyr som lå under siste passering reiste seg og ble stående. Alle overflygninger skjedde etter et standardisert mønster med innflyging fra samme retning.

Testsekvens 4 (helikopter - Lynx)

Forsøket ble gjennomført 23.8.1994 fra kl. 1200. Umiddelbart før helikopteret ankom første gang ble dyra drevet tilbake til området hvor overflygningene skulle skje. Den avtagende hjerteaktiviteten i **figur 10** gjenspeiler at dyra har vært i fysisk bevegelse (forsøksdyr med radiofrekvens 142.075).

Kommentar: Variasjonen i hjerteaktivitet på kurven i **figur 10** er resultat av at dyra delvis beitet og beveget seg under hele forsøket. Det er vanskelig å si om noen av utslagene var relatert til helikopteret som passerte

over. Ved annen gangs overflygning ble det registrert kortvarig (2-3 sek.) økning i hjerterytmen fra ca 75 til ca 82 slag pr. minutt. Ved denne passeringen avbrøt to dyr beitingen og løftet hodet og speidet mot helikopteret. Ellers var det ingen atferdsmessige tegn til fryktreaksjoner hos noe dyr under dette forsøket.

Registreringer på forsøksdyr med radiofrekvens 142.450 viste tilsvarende hjerteaktivitet som vist i **figur 10**, med variasjon i hjerteslagfrekvens fra ca 72 til ca 80 slag pr. minutt. Heller ikke dette dyret viste tegn til atferdsmessige fryktreaksjoner, og variasjonen må sees på bakgrunn av dyras bevegelse under forsøket.

Under overflygningene fløy helikopteret med 120 knts. hastighet og 75% motorsetting. Den fjerde overflygningen med helikopteret var ikke tilsiktet i forsøksplanen. Helikopteret kom denne gangen inn fra motsatt retning i ca 800 fot og passerte noe til siden for dyra. På dette tidspunkt var dyra noe mer i bevegelse som følge av økende beiteaktivitet.

Testsekvens 5 (helikopter - Bell 412)

Forsøket ble gjennomført 24.8.1994 fra kl. 1100. I minuttene før helikopteret ankom første gang lå alle dyra rolig, men forsøksdyret (simle 142.450) reiste seg ca 1 minutt før helikopteret ankom, for så å legge seg like før overflyging.

Kommentar: Forsøksdyret og et annet dyr lå under første overflygning, mens de andre dyra sto rolig. 30 sekunder etter første overflygning lå fire av sju dyr. Variasjonen i hjerteslagfrekvens i **figur 11** skyldes bevegelser hos forsøksdyret med hals og hode. Under andre overflygning (500 fot) lå alle dyra rolig, bortsett fra to, hvorav det ene var forsøksdyret. Det kunne ikke registreres endring i hjerteaktivitet hos forsøksdyret under andre overflygning, og dyret la seg umiddelbart etter at helikopteret hadde passert. Utslagene på kurven for hjerteaktivitet i **figur 11** er støy som følge av bevegelser mens dyret sto oppreist. Under den tredje passeringen med helikopteret i 200 fot lå alle dyra rolig. Noen dyr løftet hodet og speidet etter helikopteret under overflygningen, men ingen atferdsmessige fryktreaksjoner kunne registreres. Det var heller ingen utslag på kurven for hjerteaktivitet i **figur 11** som indikerte respons på helikopteret. Den stiplede linjen i **figur 11** indikerer den mer basale hjerterytmen hos forsøksdyret under overflygningene.

Testsekvens 6 (helikopter - Bell 412)

Fem minutter og 30 sekunder etter siste overflygning under testsekvens 5 kom helikopteret tilbake i 400 fot (80 knts) og startet sirkling og hovring over reinflokken. Mye pedalbruk og 85% motorsetting ga variasjon i lydbildet. På dette tidspunkt lå alle dyra rolig. Sirkling og hovring over dyra foregikk over et tidsrom på ca 2 minutter og 40 sekunder i gradvis lavere høyder. Alle dyra lå rolig, men fulgte helikopteret med hodebevegelser hele tiden mens helikopteret var over 100 fot. I høydeintervallet 100 - 80 fot reiste de fleste dyra seg når helikopteret hovret rett over. I det helikopteret reduserte høyden fra 80 til 60 fot satte dyra seg i bevegelse og løp unna. Når det siste dyret reiste seg og løp var rotorvinden fra helikopteret så kraftig at papir og løst gras på bakken blåste bort. Så snart dyra reagerte med flukt trakk helikopteret bort, mens dyra løp en runde på ca 200 m før de kom tilbake til

utgangspunktet og roet seg i løpet av ett minutt. Fryktreaksjon hos forsøksdyret kan tydelig avleses i **figur 11**. Kurven viser også at selv med helikopteret sirkulende over i lav høyde var hjerteaktiviteten relativt lav, men økte noe ca 30 sekunder før dyra løp ut. Fysiologisk og atferdsmessig frykt- og fluktreaksjon er knyttet til de siste 40-50 sekundene helikopteret befant seg over dyra. Forsøksdyret viste normal hjerteaktivitet i stående stilling ca 1 minutt etter at helikopteret var borte, og på dette tidspunkt var alle dyra opptatt med beiting.

Testsekvens 7 (F-16)

Forsøket ble gjennomført 24.8.1994 fra kl. 1230. Resultatene er vist i **figur 12**.

Kommentar: Alle dyra var aktive og i kontinuerlig bevegelse under hele forsøket, og opptakene av hjertesignaler var svært vanskelige å tolke på grunn av muskelstøy som interfererte med signalene for hjerteaktivitet. Også nøye gjennomlytting av lydbandene var problematisk med hensyn til å få eksakte informasjon om hjerteaktiviteten, men inntrykkvis lå den fra ca 90 til ca 110 slag pr. minutt, noe som er rimelig i forhold til det høye aktivitetsnivået med beiting og raske forflytninger. Dyra løp periodevis, til dels som følge av at de lekte og jaget hverandre over kortere strekninger. Visuelle observasjoner av dyras adferd ga ikke inntrykk av at atferdsmønsteret var påvirket av overflyginger med jagerflyet, og ingen atferdsmessige fryktreaksjoner kunne spores. Beiting, raske forflytninger og løping skjedde så hyppig at hjerteaktiviteten ikke ble redusert i de korte intervallene med lavere aktivitet.

På grunn av dyras aktivitetsmønster under forsøket må denne testsekvensen betegnes som uegnet til å gi informasjon om reinens reaksjon på jagerfly som passerer med stor hastighet i lavere høydenivå.

4 Diskusjon

En vesentlig del av foreliggende kunnskap om flystøy og dyreliv er summert i to rapporter av Gladwin et al. (1988) og Mancini et al. (1988). Mancini et al. (1988) oppsummerer også en del informasjon om variasjon i hørselsegenskaper hos ulike dyregrupper, og viser den store forskjellen fra art til art. Selv om foreliggende informasjon er mangelfull er det grunn til å anta at drøvtyggere som sau og ville hjortedyr har et audiogram som er relativt likt menneskets (Ames and Arehart 1972), og med hørselsområdet mellom ca 15 Hz og 20 kHz. Det mest følsomme området for hørsel vil variere mellom ulike arter, trolig både over og under området som er mest sensitivt hos mennesker, nemlig 3000-5000 Hz.

Dyrs reaksjonsmønster på ulike trusselfaktorer er resultat av en evolusjonær prosess hvor atferdsmønster og reaksjonsformer er fram-selektert slik at de enkelte individ kan øke sin overlevelsessevne. Som regel er flere sanser involvert når et individ evaluerer en trusselsituasjon, og reaksjonsformene er gjerne logisk hensiktsmessige i forhold til trusselfaktorer som har vært dominerende i artens utviklingshistorie (eksempelvis rovdyr). Mye tyder på at dyr generelt viser større toleranse for mekanisk støy og tekniske forstyrrelsesfaktorer enn for rent biologiske trusselbilder

som rovdyr eller mennesker (se eksempelvis Gladwin et al. 1988, Mancini et al. 1988, Langvatn og Andersen 1991, Langvatn 1992, Andersen et al. 1994). Det foreligger en rekke undersøkelser som indikerer at også hjortedyr lettere habituerer til mekanisk støy og tekniske trusselbilder enn til biologiske trusler (Espmark og Langvatn 1979, 1985, Gladwin et al. 1988, Langvatn og Andersen 1991, Langvatn 1992, Andersen et al. 1994). Sannsynligvis er det også slik at et dyrs reaksjon på bestemte forstyrrelsesstimuli avhenger av hvilken erfaring dyret tidligere har hatt med samme stimulus-typer.

4.1 Flystøy, - generelt om reaksjoner hos klauvdyr

I tillegg til visuelle observasjoner har registrering av hjerteaktivitet ved hjelp av spesielle radiosendere vært viktigste metodegrunnlag til å studere fryktreaksjoner hos hjortevilt på ulike typer trusselfaktorer (Espmark og Langvatn 1979, 1985, MacArthur 1982, Langvatn 1984, Langvatn og Andersen 1991). Andre metoder til å registrere spontane fryktstimuli hos pattedyr omfatter blodtrykksmålinger (Borg 1978, 1981), mens mer langsiktig respons på stressituasjoner er studert ved hjelp av hormonundersøkelser og blodparametre (Ames 1971, Pritchett et al. 1978, Peterson et al. 1981). Måling av kardio- og nevrofysiologiske reaksjoner er særlig nyttig for å registrere spontane responser hos dyra, og responser som ikke gir seg atferdsmessig uttrykk. Slike spontane responser kalles ofte orienteringsrespons, og indikerer at dyret har oppfanget et stimulus som skjerper årvåkenheten. I forhold til hjerteaktivitet gir dette seg ofte utslag i en kortvarig økning eller senkning av hjerteslagfrekvensen. Det betyr at ett eller flere hjerteslag (ventrikkel-kontraksjoner) kan utebli eller at hjertet slår noen ekstra slag i noen sekunder (se Espmark og Langvatn 1979, 1985, Langvatn og Andersen 1991). Som kortvarig fenomen har dette neppe målbare, negative konsekvenser for dyra (Fancy og White 1986), og en rekke undersøkelser har vist at pattedyr etter hvert lærer å filtrere bort stimuli som erfaringsmessig ikke utgjør trusler (Mancini et al. 1988). Kanskje er dette spesielt tilfelle overfor tekniske forstyrrelsesstimuli (Langvatn 1992, Andersen et al. 1994).

Habituering (tilvenning) til «ufarlige» stimuli kan betraktes som en energisparende strategi som bedrer dyras tilpasningsevne til gitte miljøbetingelser. Utviklingen av forsvarsmekanismer hos dyr (antipredator-strategier) har resultert i atferdsmønstre og fryktreaksjoner som spesielt, og instinktivt, er hensiktsmessige overfor artens primære trusselfaktorer gjennom utviklingshistorien. Noen arter har hatt få fiender, andre mange, og følgelig viser ulike dyrearter stor variasjon med hensyn til spesialisering eller mer komplekse forsvarsstrategier og fryktresponser. Våre hjortedyr har tradisjonelt hatt sine fremste fiender på bakken (store rovdyr), men for nyfødte kalver kan også ørner representere en viss trussel. Følgelig er hjortedyras reaksjonsmønster overfor farer primært innrettet på å unngå farlige situasjoner på bakken gjennom stor løpskapasitet, hurtighet, trykkrespons hos nyfødte kalver, flokkdannelse etc. I mindre grad finner vi forsvarsadferd som spesifikt er hensiktsmessig overfor trusler fra lufta, og spekulativt kan det også tenkes at

våre hjortedyrs årvåkenhet primært er innrettet mot farer på bakken. I den forbindelse kan det være av interesse å referere et eksempel på en annen tilpasning fra Alpene hvor gemser gjennom utviklingen har hatt ørn som en av sine farligste fiender. Selv på lang avstand vil siluetten av ei ørn utløse frykt og forsvarsreaksjoner hos gemser. De senere år har det i en del områder blitt et problem at hang-glidere og para-glidere skaper tilsvarende reaksjoner og representerer dermed et forstyrrelseselement for dyra. Gemsene påvirkes også i valg av habitat i områder hvor slik fritidsaktivitet er vanlig (Ingold et al. 1993). Derimot reagerer ikke gemsene i samme grad på motorfly eller hang-glidere med motor. Det virker dermed som om motorlyden maskerer det som ellers vil bli oppfattet som et trusselbilde (Loison pers.med.).

De negative konsekvenser av lavflyging og flystøy er i vesentlig grad knyttet til økt energiforbruk hos dyra og redusert tid til næringsopptak eller andre sentrale deler av optimal livsførsel (Fancy og White 1986, 1987, Murphy et al. 1993a, White et al. 1993). Det er imidlertid få undersøkelser som tyder på at lavflyging og flystøy har alvorlige eller langvarige konsekvenser for dyras energibalansse (Krausman et al. 1993a, Murphy et al. 1993a,b). Murphy et al. (1993b) og White et al. (1993) har imidlertid vist at simler med nyfødte kalver er spesielt vare for forstyrrelser, og forskyver sitt aktivitetsmønster i retning av mer energikrevende adferd. Forstyrrelser som medfører økt energiforbruk vil særlig kunne ha negative konsekvenser i perioder av året med dårlig næringstilgang eller redusert næringskvalitet, og dette kan ha konsekvenser for dyras kondisjon og overlevelsessevne (Klein 1973). Mulige effekter av lavflyging og flystøy bør derfor vurderes i forhold til følsomheten hos ulike kategorier dyr på sesongbasis, og mulighetene for å kompensere økt energiforbruk gjennom større næringsinntak (White et al. 1993).

Reaksjonsterskelen overfor fly og flystøy varierer mye mellom dyrearter (Gladwin et al. 1988) og innen arter også mellom årstid, reproduksjonsstatus, næringsforhold og generell miljøsituasjon (Manci et al. 1988, Langvatn 1992, Murphy et al. 1993a, White et al. 1993). Dyras reaksjon vil også avhenge av støykildens styrke, intensitet, eksponeringstid og andre karakteristika. På bakgrunn av de litteratursammendrag som er gjennomført av Manci et al. (1988) synes det som om kortvarige lydepisoder under 90-100 dB bare i mindre grad utløser fryktreaksjoner hos pattedyr. Det understrekes likevel at det ikke kan settes bestemte verdier for lydnivå som dyr ikke reagerer på. I følge Borg (1981) vil negative effekter av støy være mer knyttet til informasjonsinnholdet fra støykilden med hensyn til mulige trusler og støykildens maskering av vital informasjon om dyras livsmiljø forøvrig, enn til selve støykilden.

At reaksjonsterskelen for fly og flystøy varierer mellom individer og bestander innen en art er illustrert i to undersøkelser av caribou i Alaska. Calef et al. (1976) registrerte flukt og panikkreaksjon hos caribou i 65-75% av flokker som ble eksponert for fixed-wing fly i høyder under 500 fot. Tilsvarende reagerte bare 10-25% av flokkene når de ble overfløyet med helikopter i samme høydenivå. I en annen undersøkelse (Murphy et al. 1993b) reagerte bare 13% av flokkene med bevegelse, selv om halvparten av dyra viste større årvåkenhet ved

overflygningene. Forstyrrelser fra fly i lav høyde vil altså teoretisk i større grad kunne få konsekvenser for enkeltindivider enn for hele bestander (se Thissen og Reynen 1984 for en oversikt). Det foreligger få indikasjoner på at lavflyging og flystøy har målbare effekter på bestandsnivå hos pattedyr, men Calef (1974) hevder at fremmedartet støy kan øke forekomsten av aborter og dødfødsler, og dermed gi lavere fødselsrater i bestander av caribou. I den forbindelse må det imidlertid tas i betraktning at caribou og andre pattedyr vil kunne habituere til slike miljøfaktorer over tid (Krausman et al. 1993a).

4.2 Forsøkene på Sørøya, Finnmark 1994

Som omtalt tidligere var antall instrumenterte rein som inngikk i sluttfasen av forsøkene på Sørøya sterkt redusert på grunn av tekniske, kirurgiske og/eller ukjente problem knyttet til de fem simlene som opprinnelig ble implantert med hjertesendere. Av de to dyra som ble benyttet under testsekvensene fungerte egentlig bare den ene radiosenderen tilfredsstillende gjennom hele forsøket. Senderen i det andre dyret ga for mye muskelstøy til at signalene var tolkbare med mindre dyret forholdt seg helt rolig. Det kan derfor innvendes at antall dyr som inngikk i forsøket var for lite til at det kan trekkes generelle konklusjoner. Foreliggende resultat er imidlertid i tråd med erfaringer på andre drøvtyggere under lignende forsøksbetingelser (MacArthur et al. 1979, 1982, Gladwin et al. 1988, Manci et al. 1988, Langvatn og Andersen 1991, Krausmann et al. 1993a,b, White et al. 1993, Andersen et al. 1994). Ved sammenligning av hjerteaktivitet registrert i de forskjellige undersøkelsene er det viktig å være klar over artsforskjeller i nivå av hjerteslagfrekvens, og sesongmessige variasjoner i basal-metabolisme (Langvatn 1992). Videre må det fremheves at de radioinstrumenterte forsøksdyra ble observert visuelt under alle testsekvensene, og de viste relativt liten atferdsmessig fryktrespons. De skilte seg heller ikke ut fra de fem øvrige dyra i forsøksgruppen i så henseende. På bakgrunn av erfaringer fra tilsvarende undersøkelser med hjort og elg (Langvatn og Andersen 1991, Langvatn 1992, Andersen et al. 1994) antas det heller ikke å ha spilt noen rolle at radiosenderne ble implantert kort tid før testsekvensene startet.

Det er tidligere i rapporten referert til at hjortedyr i begrenset grad reagerer med fryktrespons på lydstimuli under 90 dB. Av i alt 27 overflygninger med F-16 i 420 knts hastighet ble det registrert lydnivå på 90 dB eller høyere i 2/3 av tilfellene. Alle disse skjedde i høyder fra 1000 fot og nedover. Tilsvarende ble det målt lydnivå på 100 dB eller høyere i bare 2 av 27 overflygninger, og begge disse skjedde ved 500 fot eller lavere. Høyeste lydnivå på 111 dB ble målt under opptrekk fra 500 fot med tent etterbrenner. Overflygninger med helikopter ga alle støymålinger på under 90 dB.

Spørsmålet om reinenes fryktreaksjon på lavflygende luftfartøy er imidlertid ikke bare knyttet til lydkilden. Det er grunn til å tro at det visuelle inntrykket av et luftfartøy på nært hold i kombinasjon med høyt lydnivå vil forsterke trusselbildet sett fra reinens side. Følgelig er det ikke overraskende at de klareste fryktreaksjonene

hos reinen ble målt når luftfartøyene passerte i lavere høyder og i kombinasjon med høyt støynivå.

Testsekvensene fra forsøkene på Sørøya representerte til dels ekstreme former for lavflyging. Likevel synes det klart at reinens reaksjon på overflygningene både fysiologisk og atferdsmessig, var svært begrenset og av kort varighet i forhold til overflygnings-episodene. Hverken fra dyrevernsynspunkt eller ut fra generelle økologiske betraktninger synes lavflygning i den form som ble gjennomført på Sørøya å ha nevneverdige, negative effekter på reinens livstørrelse.

Selv om underlagsmaterialet fra forsøket på Sørøya i seg selv er for lite til generelle konklusjoner, føyer det seg inn i mønsteret av resultater som er publisert i tidligere referert litteratur. Den vesentligste reaksjonen var den såkalte orienteringsresponsen (startling-effekt) knyttet til økt årvåkenhet ved initiell registrering av forstyrrelsesfaktoren. Bare i helt ekstreme tilfeller av overflygning reagerte reinen med flukt og energikrevende adferd.

4.3 Generelle erfaringer angående rein og flystøy

I mange år har NINA systematisk gjennomført tellinger av villrein fra luftfartøy. For det meste har det vært benyttet en-motors småfly, men delvis også helikopter. Erfaringene viser at bare unntaksvis reagerer dyra så lenge luftfartøyene beveger seg i høyder over ca 500 fot, særlig dersom luftfartøyene beveger seg på fast kurs og med fast motorsetting. Sirkling over dyra vil lettere kunne utløse større årvåkenhet og fluktadferd.

I en del feltarbeid har NINA også brukt termokamera montert i helikopter til videofilming av reinsflokker. Dette monitoringsystemet registrerer en rekke flytekniske data, bl.a. radarhøyde, sammen med et infrarødt bilde av dyra på dataskjermen. På bakgrunn av slike undersøkelser kan det dokumenteres at reinen sjelden reagerer på helikoptre i høyder over 500 fot. Fluktreaksjon registreres vanligvis først når helikoptret er 300-400 fot over dyra. I den forbindelse bør det likevel nevnes at tamreinflokker som tidligere har vært samlet og drevet ved hjelp av helikopter synes å kunne ha en noe lavere reaksjonsterskel, og dermed reagerer på helikoptre på noe lenger avstand. NINA har erfaring for at slike flokker har reagert på helikopter som sirkler over flokken i 800-1000 fot.

NINA har også betydelig erfaring med svalbardrein når det gjelder reaksjon på helikopter. Svalbardreinen har et renommé for å være lite sky, noe som muligens gjenspeiles i at den sjelden reagerer før helikoptret er lavere enn ca 300 fot over dyra. På rettlinjet kurs og med jevn hastighet var det vanlig at svalbardreinen viste fluktreaksjon først når helikoptret var lavere enn ca 150 fot.

Fra litteraturen synes det å være en generell erfaring at hjortevilt er mindre følsomme for forstyrrelser fra motorkjøretøy og tekniske stimuli (Langvatn og Andersen 1991, Langvatn 1992, Andersen et al. 1994), og luftfartøy synes ikke å representere et unntak i den sammenheng (Gladwin et al. 1988, Mancini et al. 1988, Murphy et al. 1993a,b, White et al. 1993).

5 Konklusjon og tilrådinger

1. Ved forsøkene på Sørøya viste reinen bare i begrenset grad tegn til fryktreaksjon på lavtflygende luftfartøy.
2. Den mest fremtredende reaksjon var kortvarig orienteringsrespons målbar ved registreringer av hjerteaktivitet.
3. Orienteringsresponsen var knyttet til økt årvåkenhet ved initiell registrering av forstyrrelseskilden.
4. Orienteringsresponsen ble sjelden, og bare i ekstreme tilfeller etterfulgt av fluktadferd. I tilfelle flukt bort fra forstyrrelseskilden var fluktadferden av kort varighet så snart trusselfaktoren var borte.
5. Frykt- og fluktreaksjoner overfor lavtflygende luftfartøy har trolig moderate eller små konsekvenser for reinens energibalanse, men det vil være individuelle variasjoner.
6. Forsøkene med rein og lavtflygende luftfartøy på Sørøya, sammen med generell erfaring og eksisterende litteratur, har ikke identifisert behov for endring i generelle bestemmelser for lavflygning.

6 Litteratur

- Ames, D.R. 1971. Thyroid responses to sound stress. - *J. Anim. Sci.* 33: 247 (Abstract).
- Ames, D.R. & Arehart, L.A. 1972. Physiological response of lambs to auditory stimuli. - *J. Anim. Sci.* 34: 994-998.
- Andersen, R., Linnell, J.D.C., Reitan, A., Berntsen, F. & Langvatn, R. 1994. Militær aktivitets innvirkning på hjortevilt. - NINA Oppdragsmelding 316: 1-22.
- 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: 1-90.
- Bleich, V.C., Bowyer, R.T., Pauli, A.M., Vernoy, R.L. & Anthes, R.W. 1990. Responses of mountain sheep to helicopter surveys. - *Calif. Fish & Game*, 76: 197-204.
- Bleich, V.C., Bowyer, R.T., Pauli, A., Nicholson, M.C. & Anthes, R.W. 1994. Mountain sheep *Ovis canadensis* and helicopter surveys: ramifications for the conservation of large mammals. - *Biol. Conserv.* 70: 1-7.
- Borg, E. 1978. Peripheral vasoconstriction in the rat in response to sound. I. Dependence on stimulus duration. - *Acta Otolaryngol.* 85: 153-157.
- Borg, E. 1981. Physiological and pathogenic effects of sound. - *Acta Otolaryngol. Suppl.* 381: 7-68.
- Calef, G.W. 1974. The predicted effect of the Canadian Arctic gas pipeline project on the Porcupine Caribou herd. - Chapt. 5 in Res. Reports. Vol. IV Environmental impact assessment of the portion of the MacKenzie gas pipeline from Alaska to Alberta. Can. Env. Prot. Board. Winn. Manitoba.
- Calef, G.W., DeBock, E.A. & Lortie, G.M. 1976. The reaction of barren-ground caribou to aircraft. - *Arct.* 29: 201-212.

- Espmark, Y. & Langvatn, R. 1979. Cardiac responses in alarmed red deer calves. - *Behav. Processes*, 4: 179-186.
- Espmark, Y. & Langvatn, R. 1985. Development of cardiac and behavioural responses in young red deer calves (*Cervus elaphus*) exposed to alarm stimuli. - *J. Mammal.* 66: 702-711.
- Fancy, S.G. & White, R.G. 1986. Predicting energy expenditures for activities of caribou from heart rates. - *Rangifer*, special issue 1: 123-130.
- Fancy, S.G. & White, R.G. 1987. Energy expenditures for locomotion by barren-ground caribou. - *Can. J. Zool.* 65: 122-128.
- Gladwin, D.N., Asherin, D.A. & 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: 1-24.
- Gladwin, D.N., Mancini, K.M. & 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-88/32:1-78.
- Gunn, A. & Miller, F.L. 1980. Responses of Peary caribou cow-calf pairs to helicopter harassment in the Canadian high arctic. - I Reimers, E., Gaare, E. & Skjønneberg, S., red. Proceedings of the 2nd International Reindeer/Caribou Symposium. s. 497-507.
- Gunn, A., Miller, F.L., Glaholt, R. & Jingfors, K. 1985. Behavioral responses of barren ground caribou cows and calves to helicopters on the Beverly Herd calving ground. Northwest Territories. - I Martell, A.M. & Russell, D.E., red. Caribou and Human Activity. s. 10-14.
- Ingold, P., Huber, B., Neuhaus, P., Mainini, B., Marbacher, H. & Schnidrig-Petrig, R. 1993. Tourismus und Freizeitsport im Alpenraum - ein gravierendes Problem für Wildtiere? - *Revue Suisse de Zoologie* 100: 529-545.
- Klein, D.R. 1973. The reaction of some northern mammals to aircraft disturbance. Pp 377-383 in 11th. *Int. Cong. Game Biol.*, Stockholm, Sweden. - Nat. Swedish Environ. Prot. Board.
- Krausman, P.R. & Hervet, J.J. 1983. Mountain sheep responses to aerial surveys. - *Wildl. Soc. Bull.* 11: 372-375.
- Krausman, P.R., Wallace, M.C., Zine, M.J., Berner, L.R., Hayes, C.L. & De Young, D.W. 1993a. The effects of low-altitude aircraft on mountain sheep heart rate and behaviour. - Armstrong Laboratory, (AL/OE-TR) 1993-0184. Report: 1-146.
- Krausman, P.R. Wallace, M.C., Weisenberger, M.E., De Young, D.W. & Maughan, O.E. 1993b. Effects of simulated aircraft noise on heart-rate and behaviour of desert ungulates. - Armstrong Laboratory (AL/OE-TR) 1993-0185. Report: 1-78.
- Langvatn, R. 1984. Trykkespanser hos nyfødte hjortekalver, fysiologiske fakta og økologiske funderinger. - *Viltrapport*, 29: 51-64.
- Langvatn, R. 1992. Basic patterns in animal response to disturbance from military activity. Environmentally sound life cycle planning of military facilities and training areas. - Dombås, Norway. - 23-25th September 1992: 1-29.
- Langvatn, R. & Andersen, R. 1991. Støy og forstyrrelser, - metodikk til registrering av hjortedyrs reaksjon på militær aktivitet. NINA Oppdragsmelding 98: 1-51.
- MacArthur, R.A., 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: 351-358.
- Mancini, K.M., Gladwin, D.N., Villella, R. & 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: 1-88.
- Murphy, S.M., White, R.G., Kugler, B.A., Kitchens, J.A., Smith, M.D. & Barber, D.S. 1993a. Behavioural effects of jet aircraft on caribou in Alaska. *Proc. 6th Int. Congr. «Noise & Man '93»*. Vol. 3.
- Murphy, S.M., Smith, M.D., White, R.G., Kitchens, J.A., Kugler, B.A. & Barber, D.S. 1993b. Behavioural responses of caribou to low-altitude jet aircraft. - Armstrong Laboratory (AL/OE-TR) 1994-0117. Report:1-61.
- Peterson, E.A., Augenstein, J.S., Tanis, D.C. & Augenstein, D.G. 1981. Noise raises blood pressure without impairing auditory sensitivity. - *Sci.* 211: 1450-1452.
- Pritchett, J.F., Browder, M.L., Caldwell, R.S. & Sartin, J.L. 1978. Noise stress and in vitro adrenocortical responsiveness in ACTH in wild cotton rats *Sigmodon hispidus*. - *Environ. Res.* 16: 29-37.
- Shideler, R.T., Robus, M.H., Winters, J.F. & Kuwada, M. 1986. Impacts of human developments and land use on caribou: a literature review. - Volume I. A worldwide perspective. Alaska Department of Fish and Game. Technical Report 86-2: 1-219.
- Smith, C.J. & Visser, G.J.M. 1984. Studies on the effects of military activities on shorebirds in the Waddensea. In: «Preservation of flora and fauna in military training areas». - CCMS-seminar Nov. 28-30, 1984. Soesterberg, The Netherlands.
- Stockwell, C.A. & Bateman, G.C. 1991. Conflicts in National Parks: a case study of helicopters and bighorn sheep time budgets at the Grand Canyon. - *Biol. Conserv.* 56: 317-328.
- Thissen, J.B.M. & Reynen, M.J.S.M. 1984. Disturbance of breeding birds by military training activities in the Netherlands, especially in heathland. In: «Preservation of flora and fauna in military training areas». - CCMS-seminar Nov. 28-30, 1984. Soesterberg, The Netherlands.
- White, R.G., Kitchens, J.A., Luick, B., Murphy, S.M., Smith, M.D., Kugler, B.A. & Barber, D.S. 1993. Energy expenditures of caribou responding to low-altitude jet aircraft. - Armstrong Laboratory (AL/OE-TR) 1994-0180. Report: 1-71.

Appendix

Innhold:

Testsekvens 1 - *Testsequency 1*

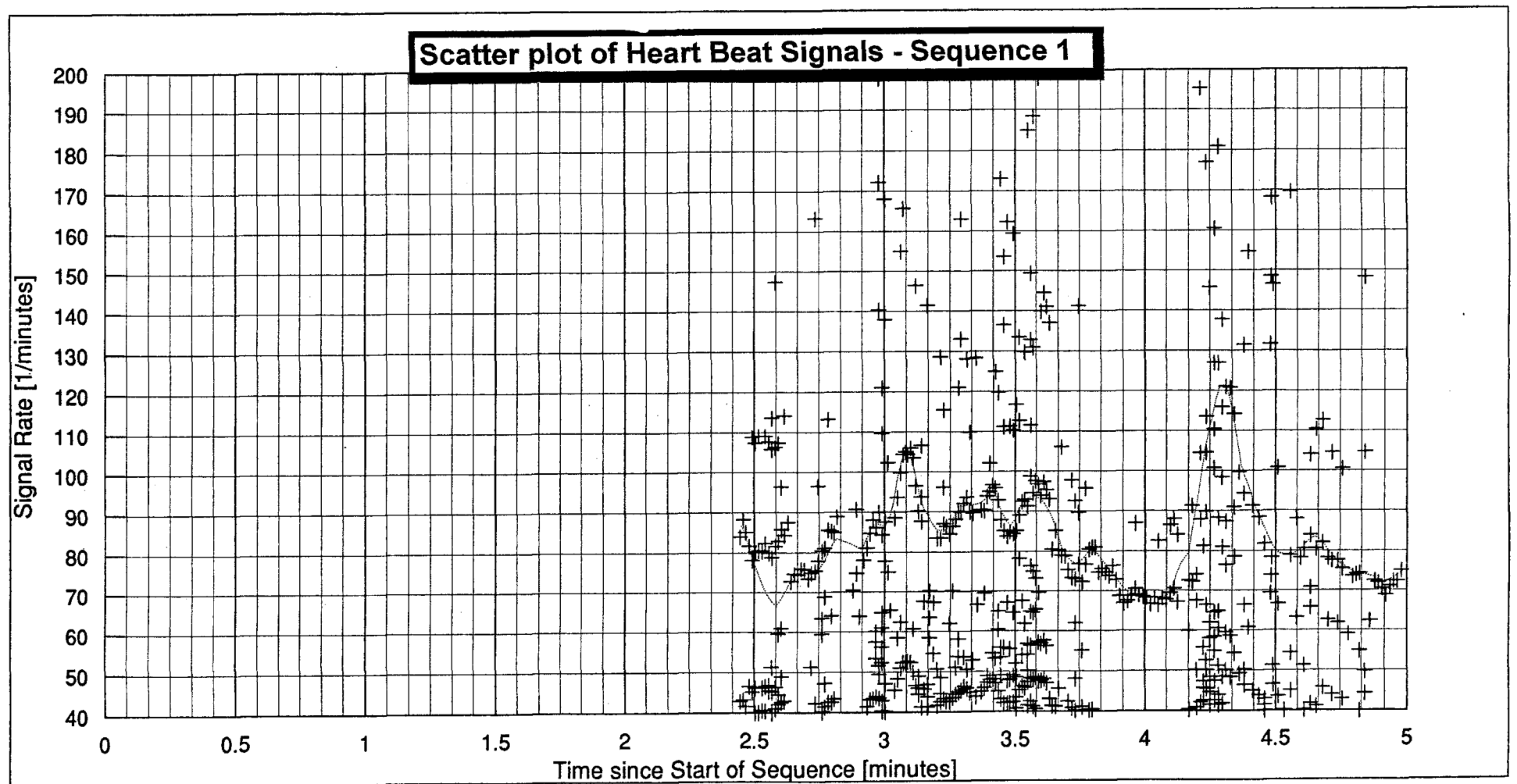
Testsekvens 2 - *Testsequency 2*

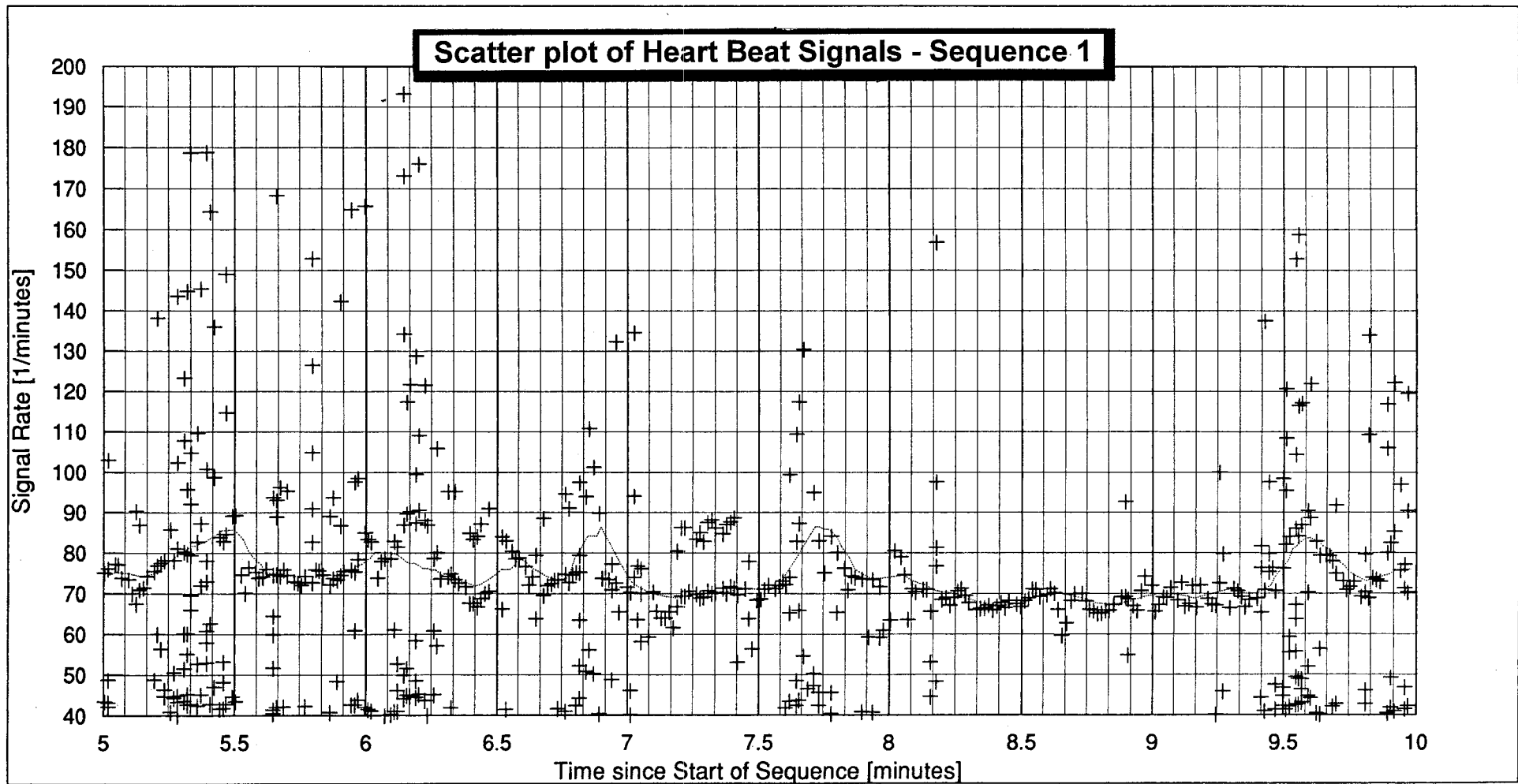
Testsekvens 3 - *Testsequency 3*

Testsekvens 4 - *Testsequency 4*

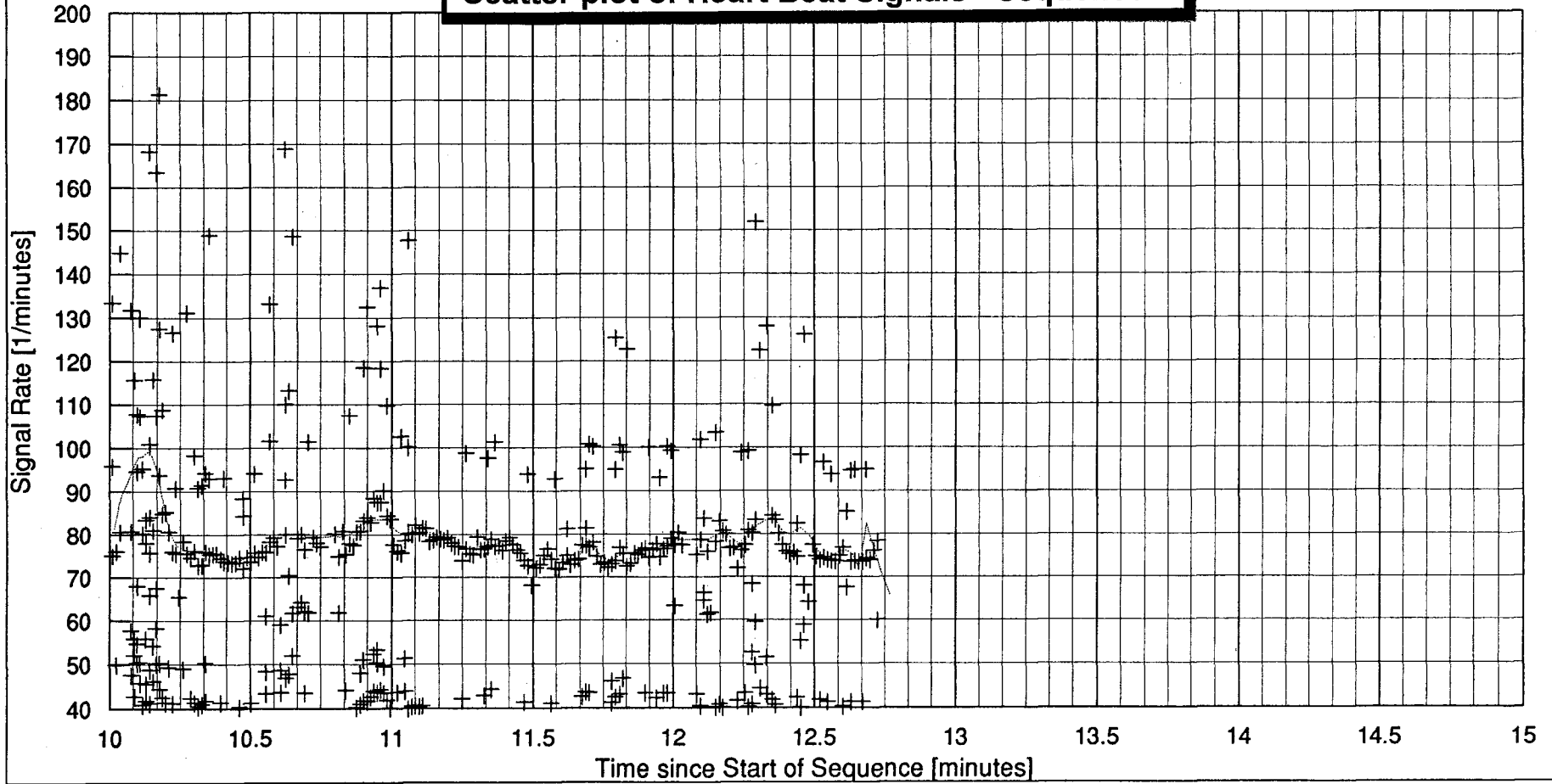
Testsekvens 5 og 6 - *Testsequency 5 and 6*

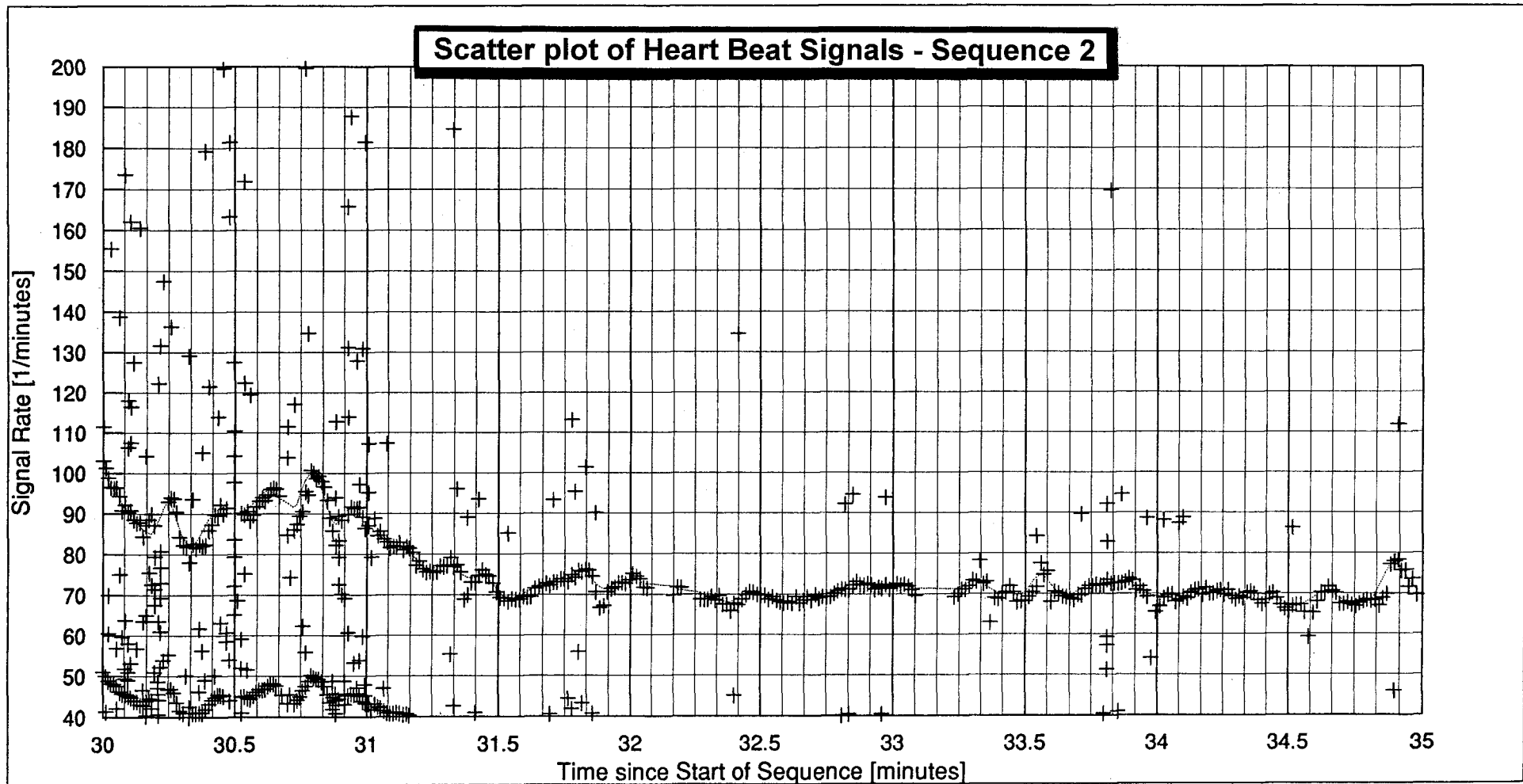
Testsekvens 7 - *Testsequency 7*

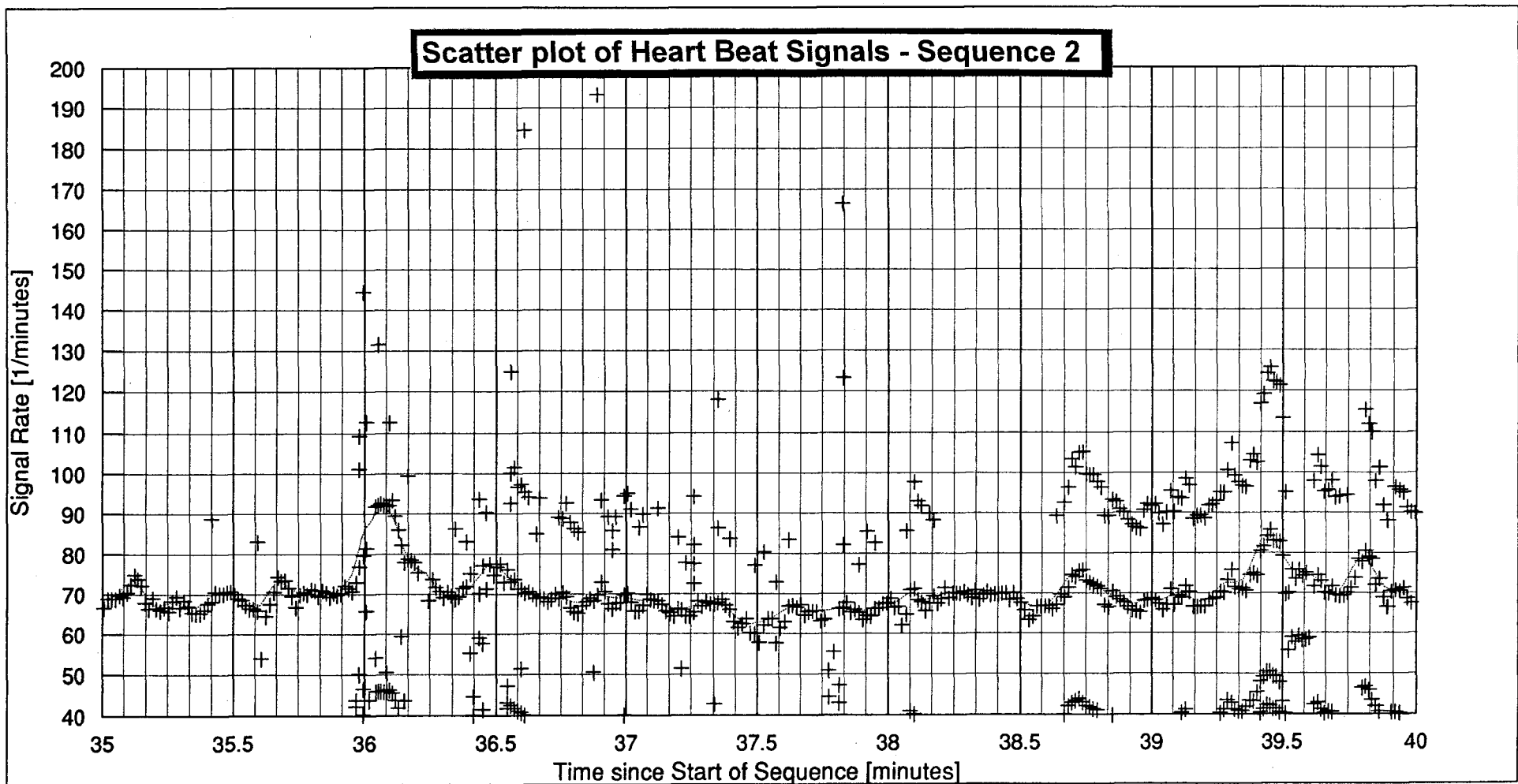


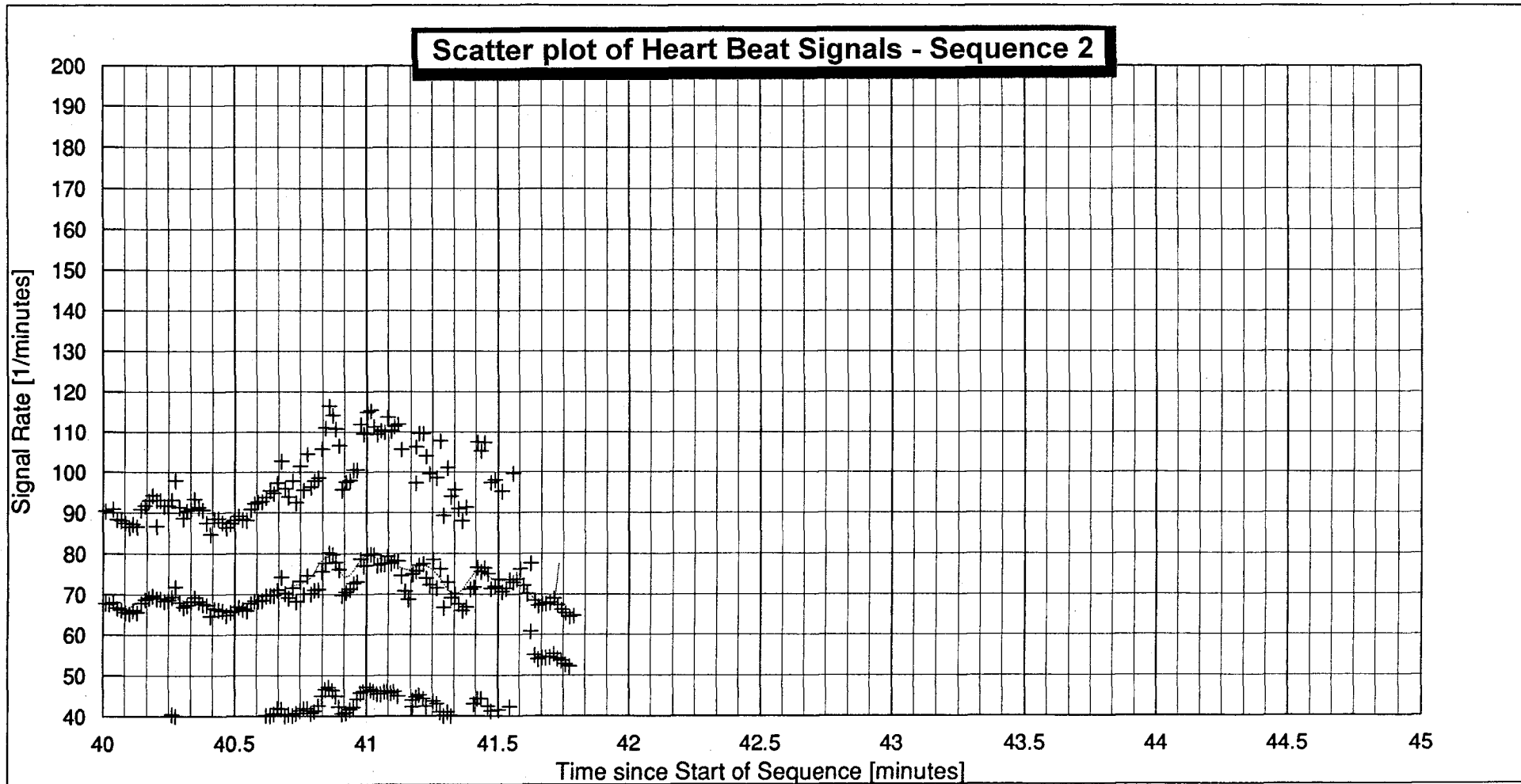


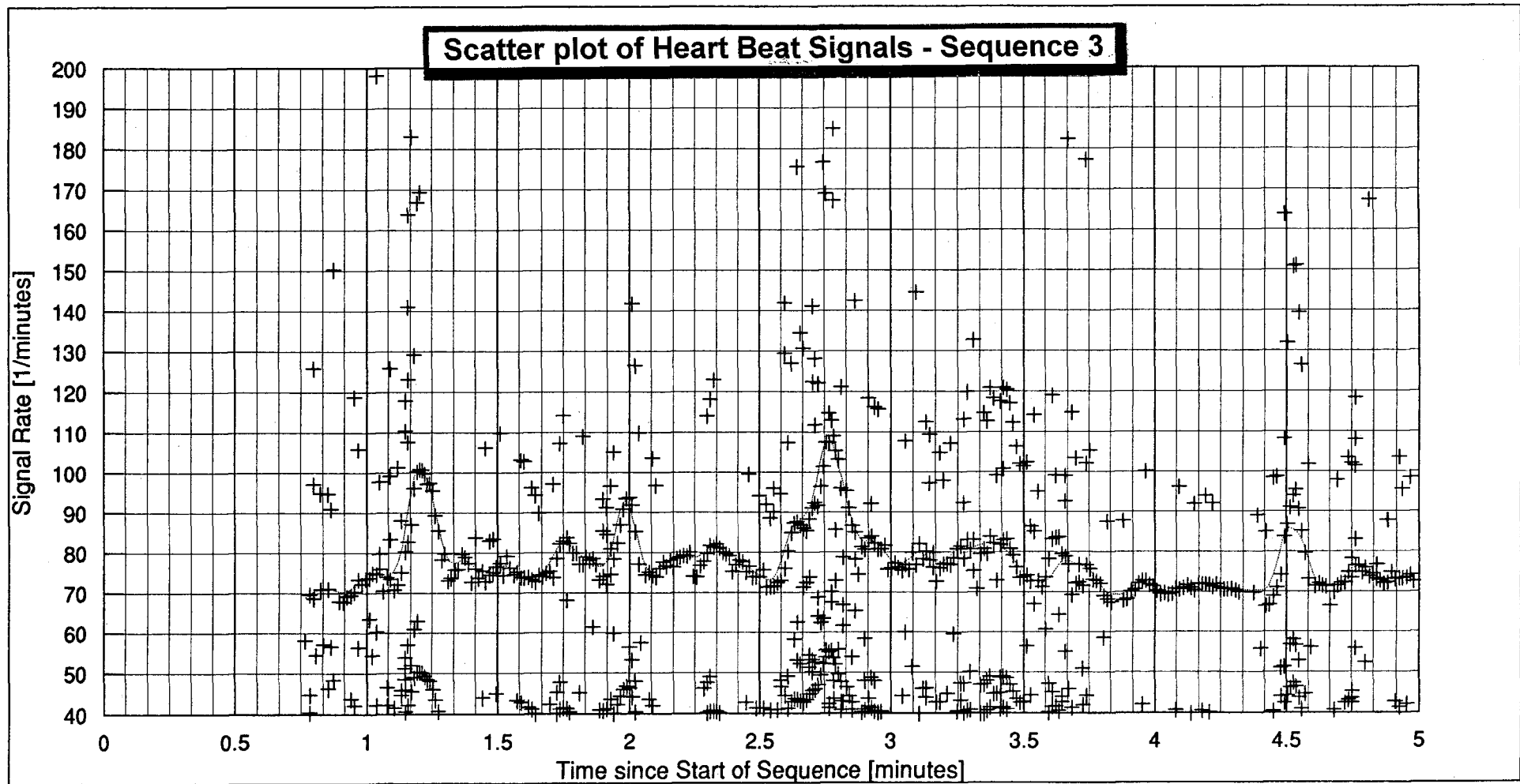
Scatter plot of Heart Beat Signals - Sequence 1



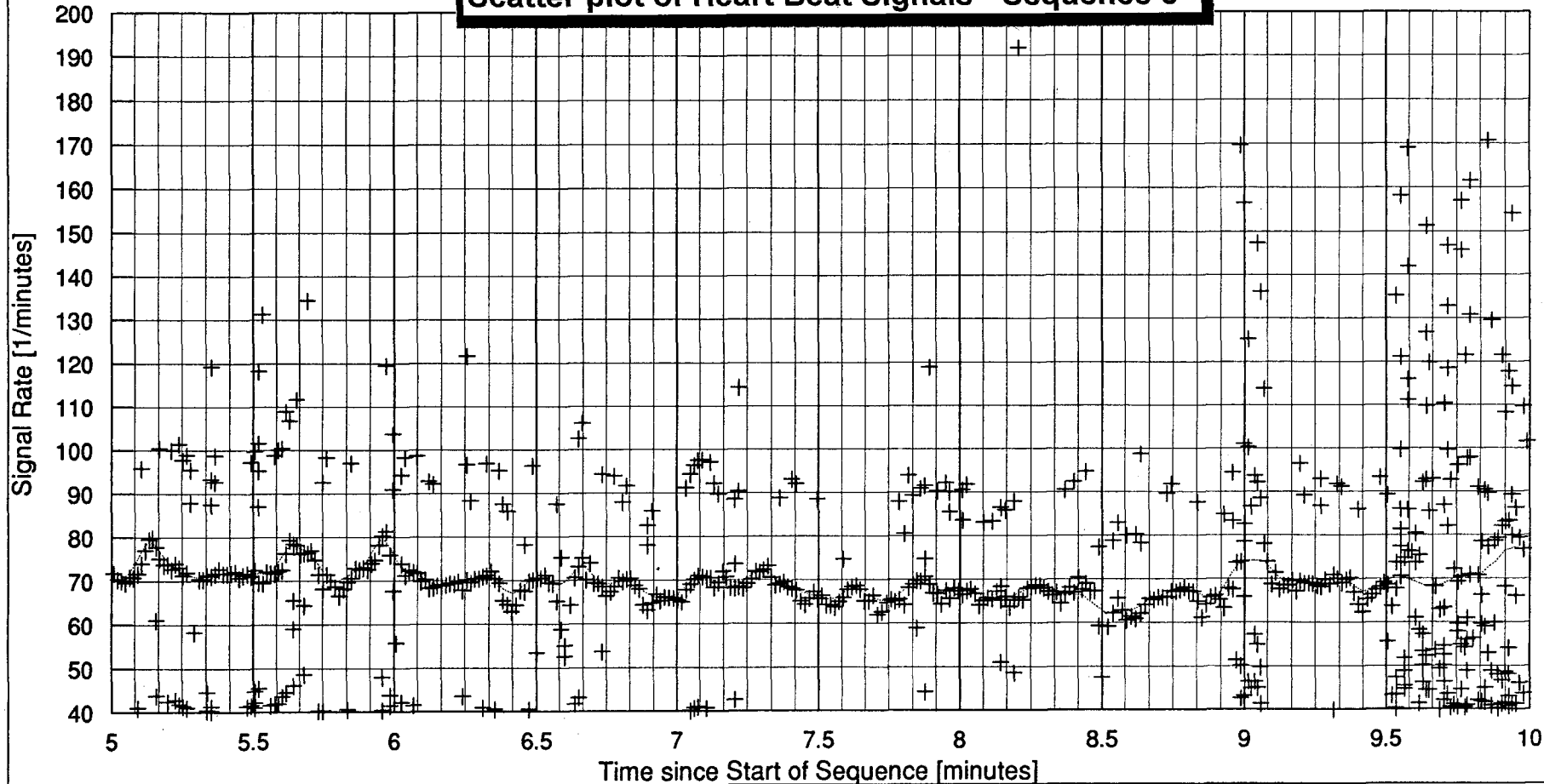


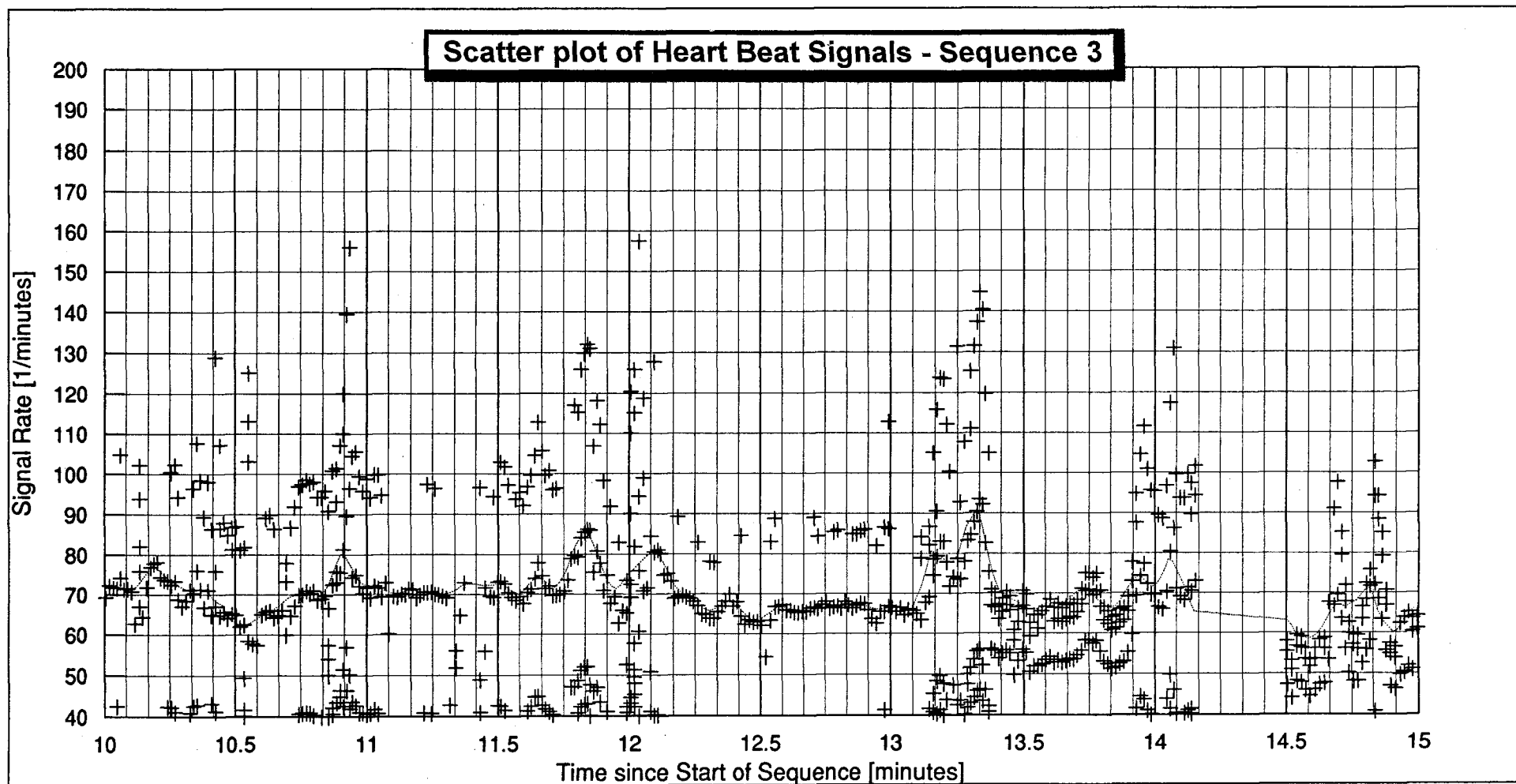


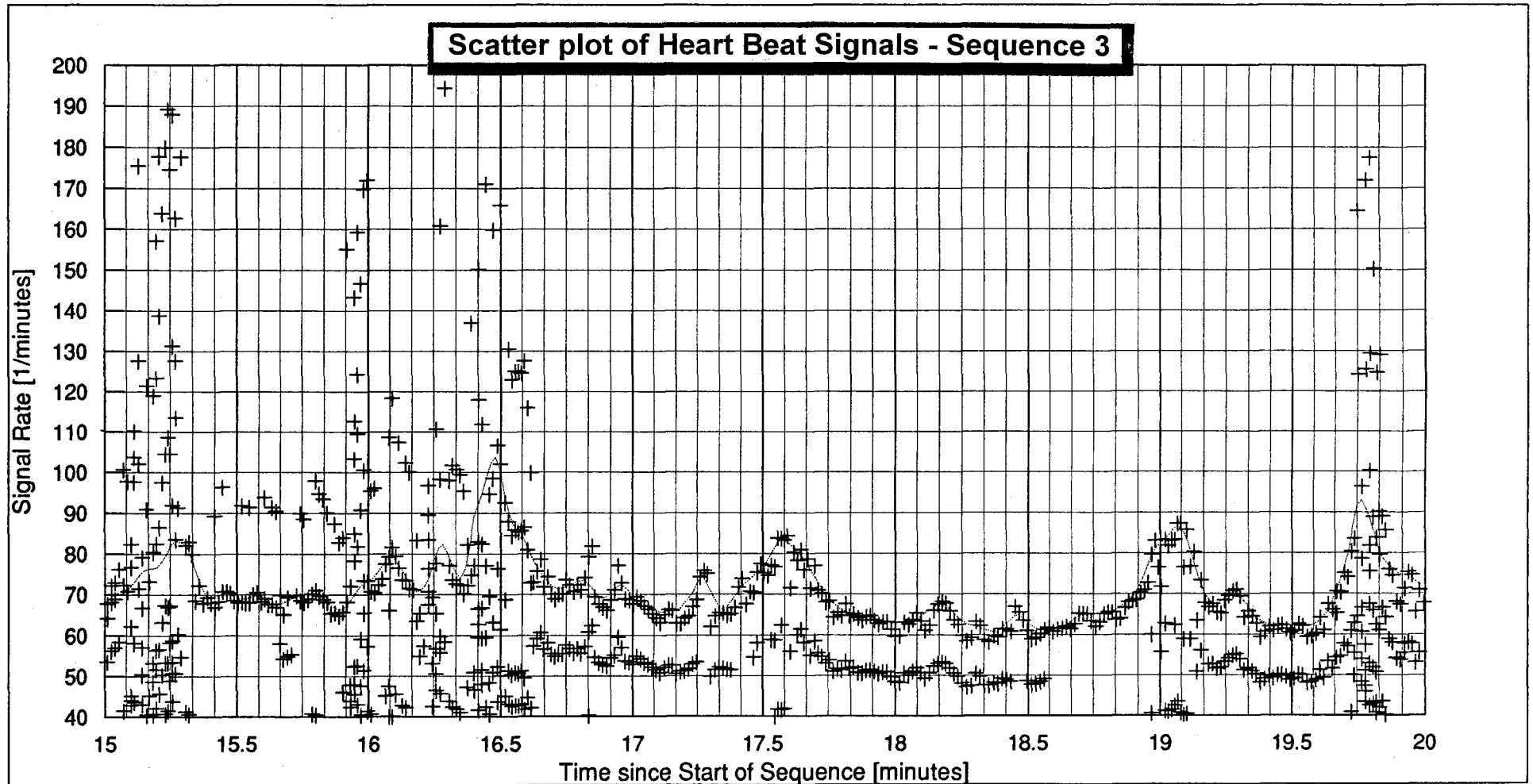




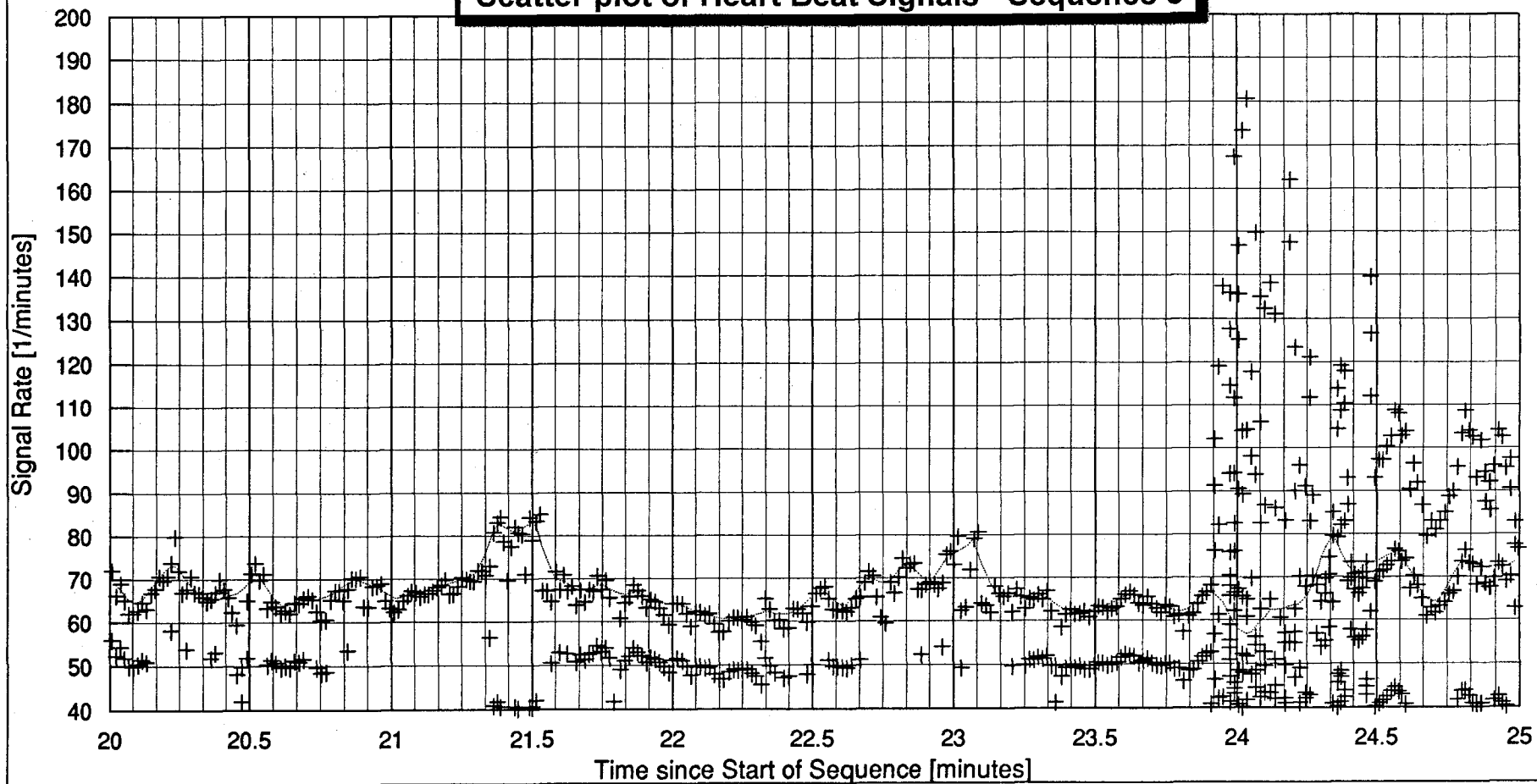
Scatter plot of Heart Beat Signals - Sequence 3



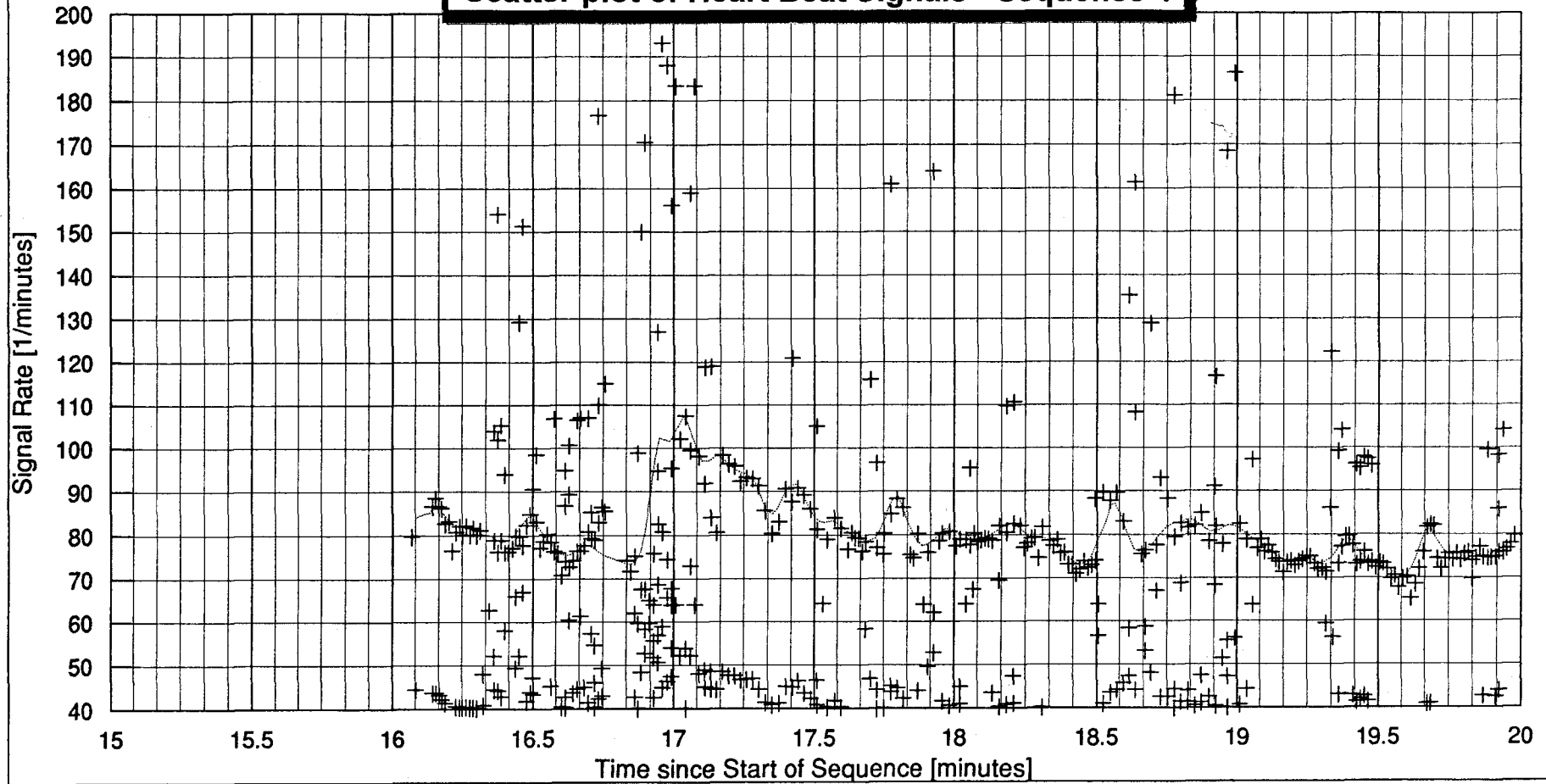




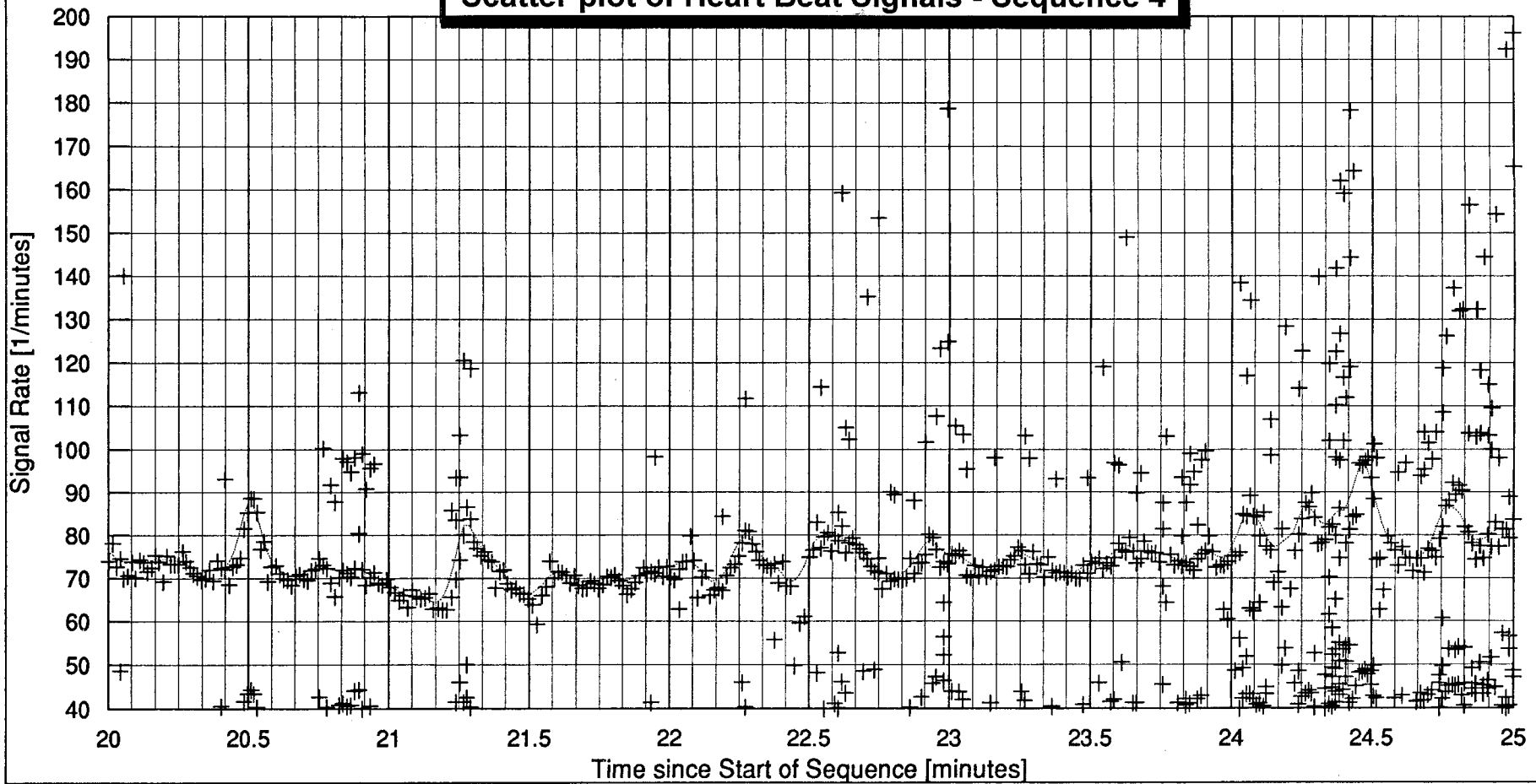
Scatter plot of Heart Beat Signals - Sequence 3

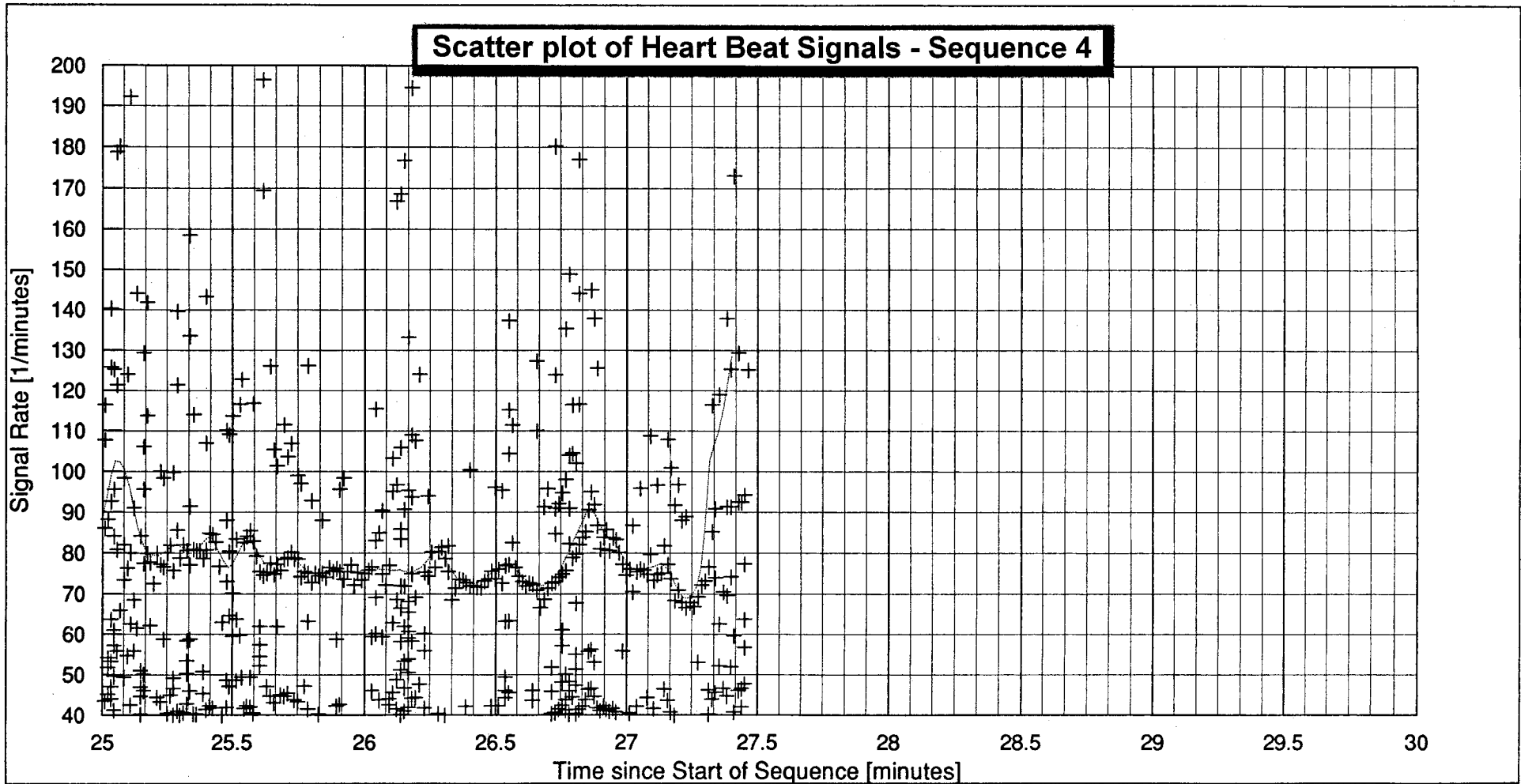


Scatter plot of Heart Beat Signals - Sequence 4

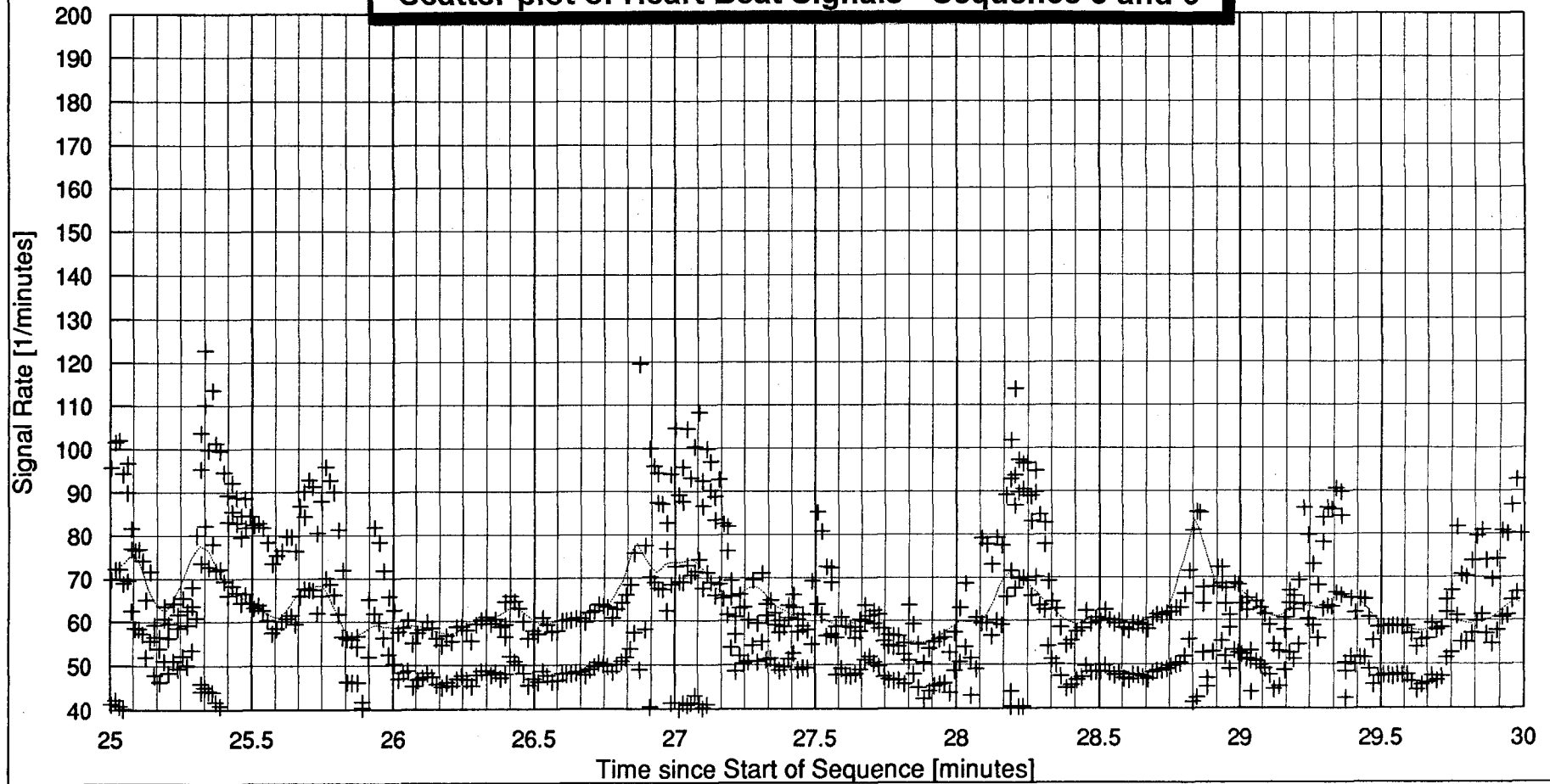


Scatter plot of Heart Beat Signals - Sequence 4

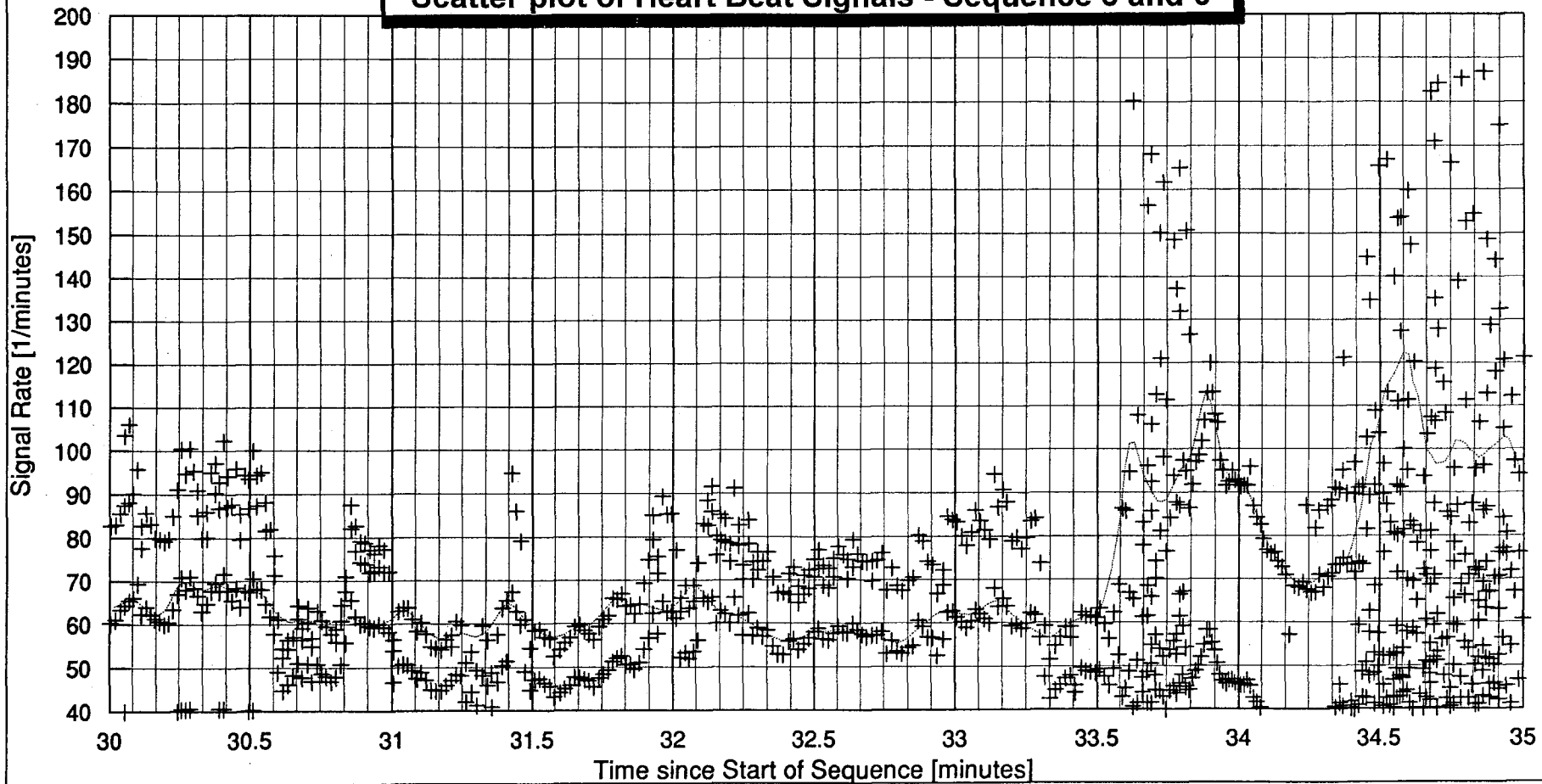




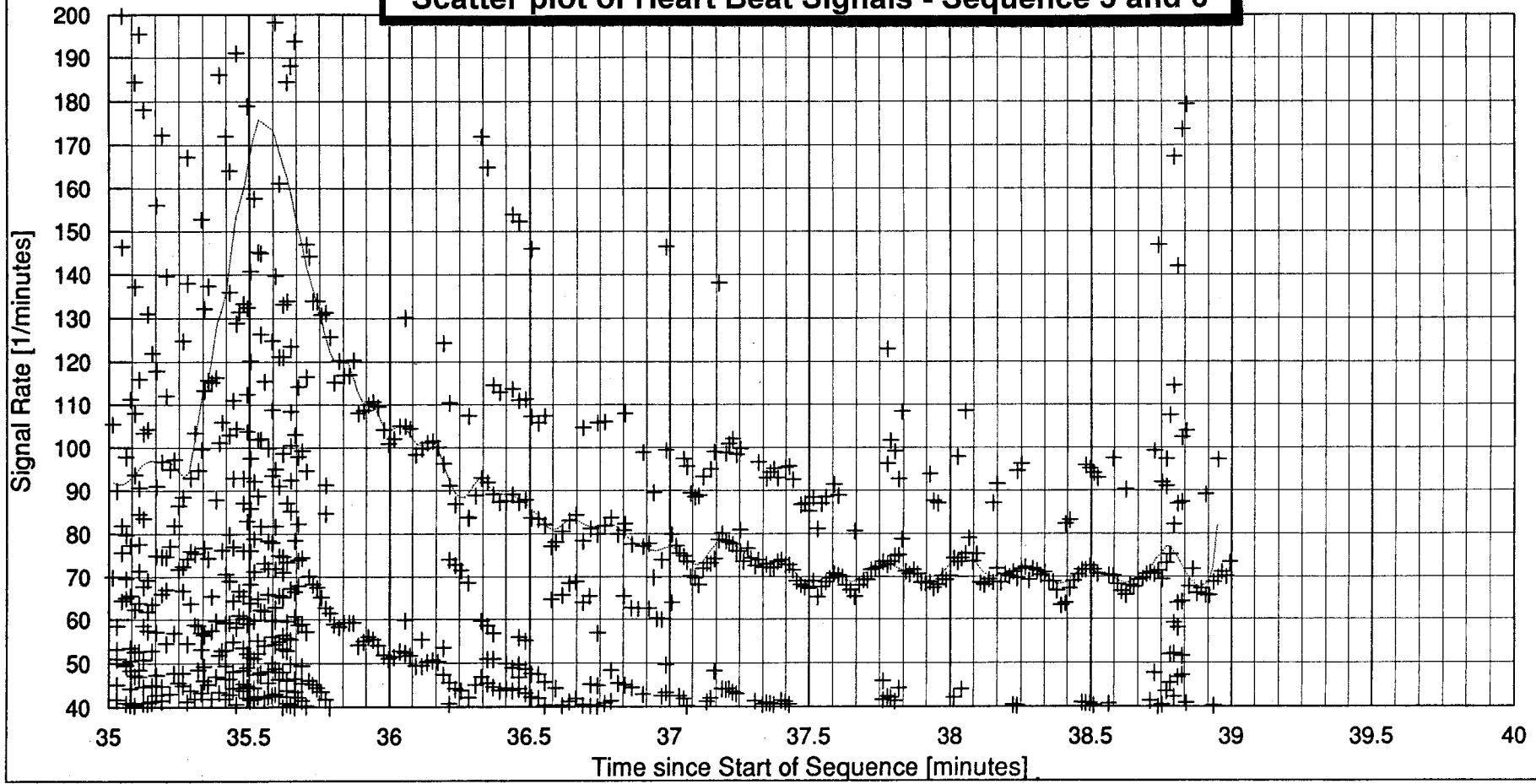
Scatter plot of Heart Beat Signals - Sequence 5 and 6



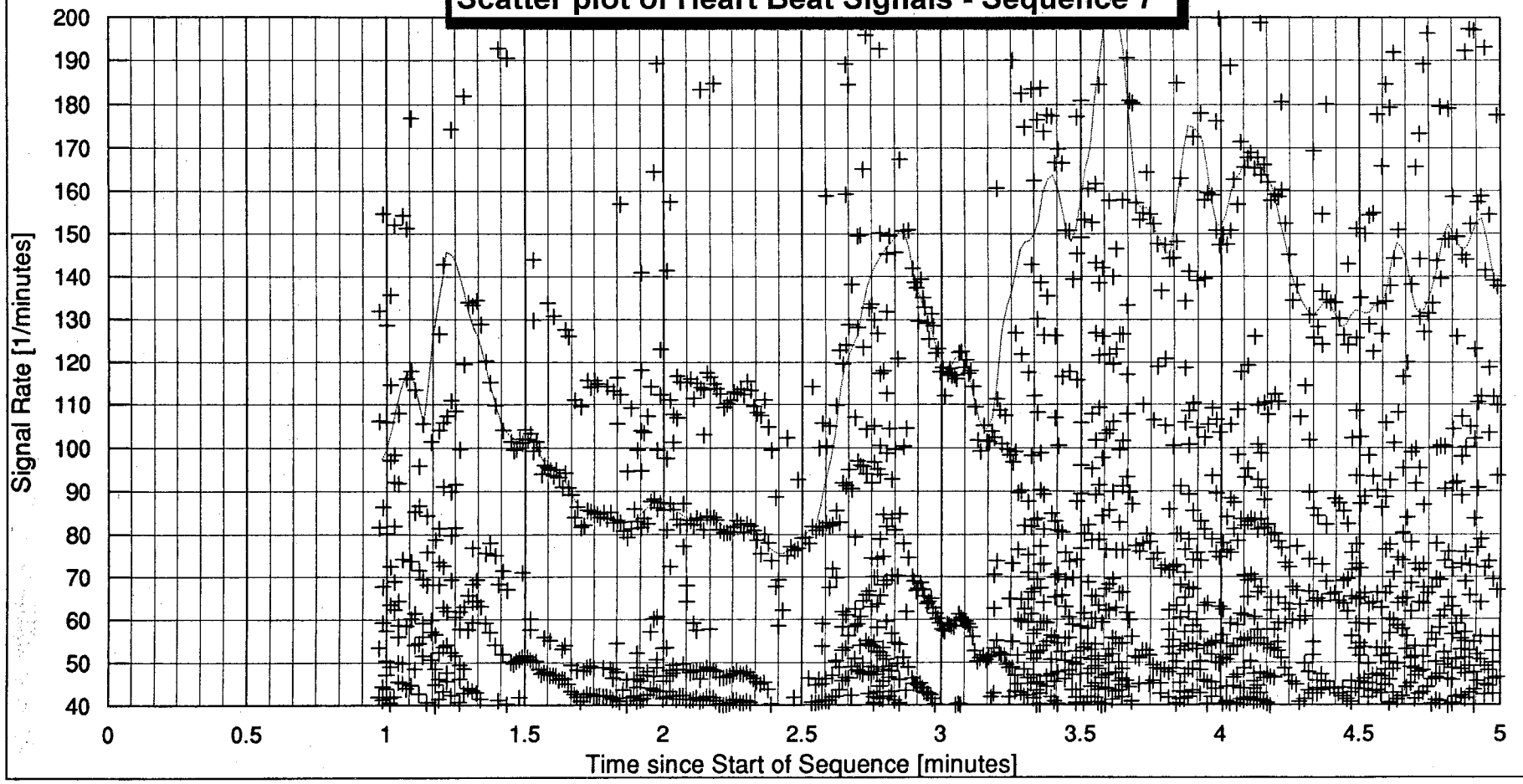
Scatter plot of Heart Beat Signals - Sequence 5 and 6

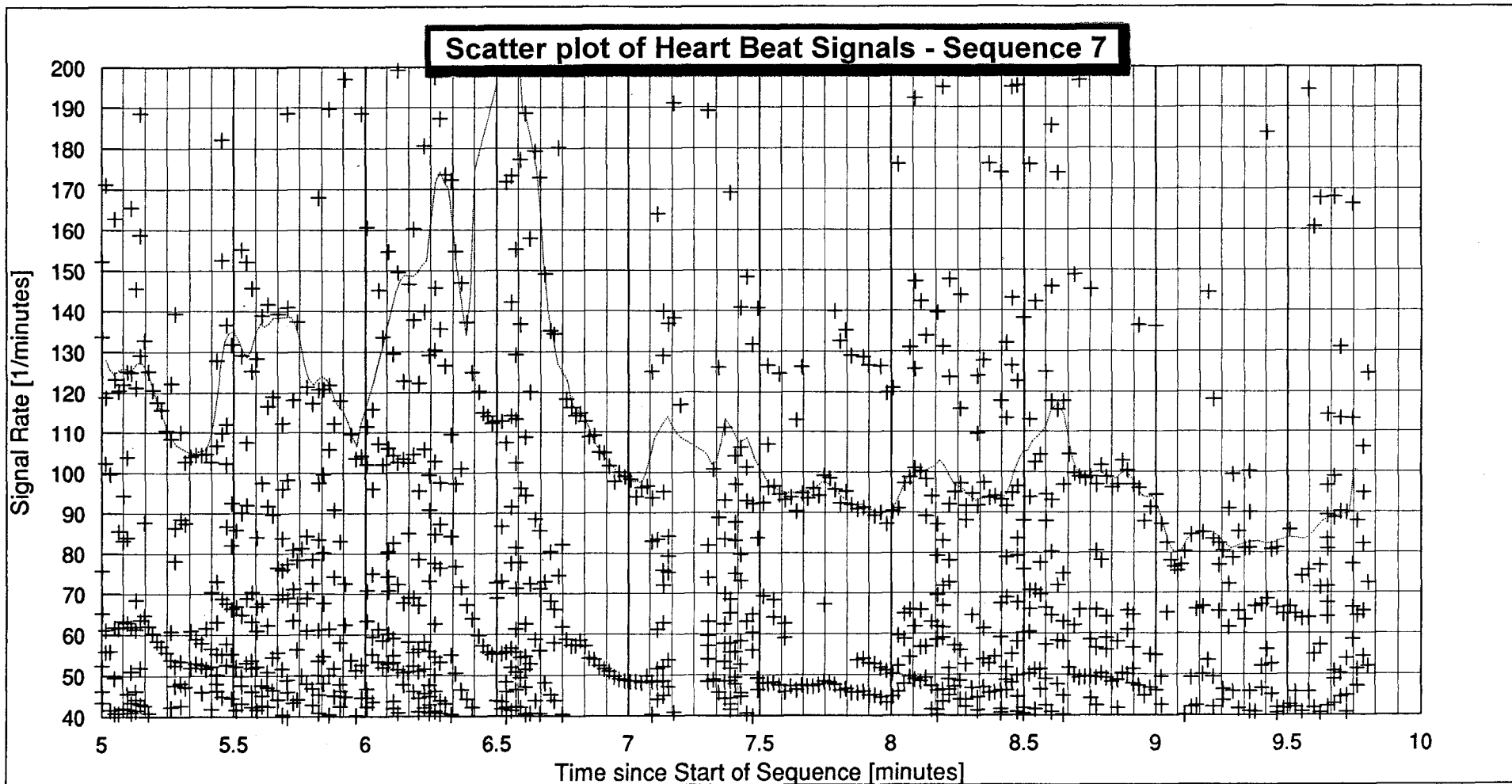


Scatter plot of Heart Beat Signals - Sequence 5 and 6



Scatter plot of Heart Beat Signals - Sequence 7





ISSN 0802-4103
ISBN 82-426-0644-7

390

**NINA
OPPDRAGS-
MELDING**

NINA Hovedkontor
Tungasletta 2
7005 TRONDHEIM
Telefon: 73 58 05 00
Telefax: 73 91 54 33

NINA
Norsk institutt
for naturforskning