

Bioforsk Rapport

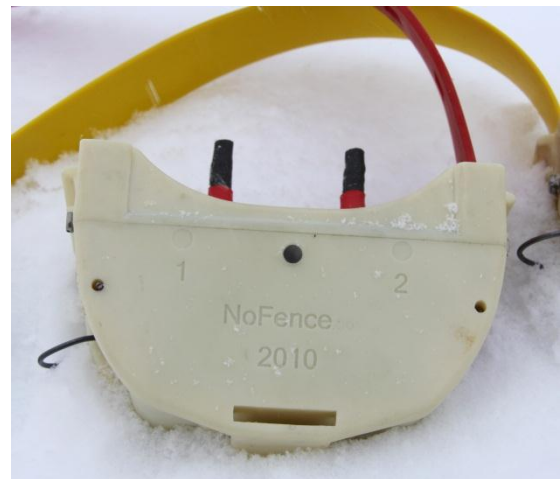
Bioforsk Report
Vol. 7 Nr. 59 2012

Utprøving av NoFence på reinsdyr

Vurdering av atferd og velferd hos rein ved bruk av et virtuelt gjerdesystem

Grete H.M. Jørgensen
og Svein Morten Eilertsen

Bioforsk Nord Tjøtta



www.bioforsk.no





Hovedkontor/Head office
Frederik A. Dahls vei 20
N-1432 Ås
Tel.: (+47) 40 60 41 00
post@bioforsk.no

Bioforsk Nord
Tjøtta
8860 Tjøtta
Tel.: (+47) 40 60 41 00
tjotta@bioforsk.no

<i>Tittel/Title:</i> Utprøving av NoFence på reinsdyr
<i>Forfatter(e)/Author(s):</i> Grete H.M. Jørgensen og Svein Morten Eilertsen

<i>Dato/Date:</i> 05.03.12	<i>Tilgjengelighet/Availability:</i> Åpen	<i>Prosjekt nr./Project No.:</i> 4210148	<i>Saksnr./Archive No.:</i> 2010 / 588
<i>Rapport nr./Report No.:</i> 59 / 2012	<i>ISBN-nr./ISBN-no:</i> 978-82-17-00925-2	<i>Antall sider/Number of pages:</i> 23	<i>Antall vedlegg/Number of appendices:</i> 2

<i>Oppdragsgiver/Employer:</i> Reindriftens Utviklingsfond	<i>Kontaktperson/Contact person:</i> Grete H.M. Jørgensen, grete.jorgensen@bioforsk.no
---	---

<i>Stikkord/Keywords:</i> Reindrift, virtuelle gjerder, GPS, dyrevelferd Reindeer, virtual fences, GPS, animal welfare	<i>Fagområde/Field of work:</i> Arktisk landbruk og utmark Arctic Agriculture and Land Use
--	--

Sammendrag:

Formålet med dette forsøket var å prøve ut NoFence virtuelle gjerder på reinsdyr og registrere effekten av systemet på atferd og hjerterefrekvensvariabilitet hos forsøksdyra.

Seks voksne simler ble merket og satt inn i et gjerdeanlegg der de ble tildelt fôr en gang per dag. Forsøket gikk over fire dager med en tilvenningsfase, en dag med observasjon av normalatferd (fase 1) en dag med observasjon av atferd med aktive NoFence klaver (fase 2) og en dag med observasjon av atferd med aktive NoFence klaver og åpent skillegjerde (fase 3).

Det virket ikke som reinen i vårt forsøk lærte å unngå sonen for lyd- og strømsignal i løpet av de to dagene med aktive NoFence klaver. Vi fant heller ingen klar effekt av NoFence på hjerterefrekvens og stress hos forsøksdyra. Systemet fungerte ikke optimalt under de gjeldene forhold og både varsel- og strømsignaler bør tilpasses reinsdyr på en bedre måte før videre utprøvinger finner sted.

Summary:


The aim of this experiment was to investigate the effects of NoFence virtual fencing system on behaviour and heart rate variability of reindeer.

Six adult female reindeer were randomly selected from a privately owned herd and located in a fenced are. The animals were fed daily and through a four-day experimental period we registered normal behaviour (phase 1), behaviour with active NoFence collars (phase 2) and behaviour with active NoFence collars and no physical fence (phase 3).

Our results indicate that the reindeer did not learn to avoid the zone for sound and electrical shock during the trial with active NoFence collars. We found no effect of the NoFence system on heart rate and heart rate variability. The system did not function properly under the given conditions and we recommend that both warning signals and electrical shock signals are improved to better fit reindeer before further trials are performed.

Land/Country:	Norge
Fylke/County:	Nordland
Kommune/Municipality:	Alstahaug
Sted/Lokalitet:	Tjøtta

Godkjent / Approved



Håkon Sund, avdelingsleder

Prosjektleder / Project leader



Svein Morten Eilertsen, forsker

Forord

Dette forsøket ble finansiert gjennom Reindriften Utviklingsfond. Vi ønsker å rette en stor takk til Ildgruben reinbeitedistrikt og spesielt Tom og Stig Lifjell som stilte dyr og gjerdeanlegg til disposisjon for oss i forsøksperioden. Reineierne hjalp også til med innfangning, fôring og tilsyn av dyra og dette var helt avgjørende for at forsøket kunne bli gjennomført.



Bilde 1. Forsøksdyrene i innhegningen. Foto: Grete H.M. Jørgensen.

Innhold

Forord.....	1
Innhold.....	2
Sammendrag	3
1. Innledning	4
2. Metode	7
2.1 Sted og forsøksoppsett	7
2.1.1 Værforhold i forsøksperioden	7
2.2 NoFence-klavene	7
2.3 Innhegningen og plassering av NoFence-gjerdet.....	8
2.4 Forsøksdyr og føring	10
2.5 Registrering av hjertefrekvens.....	10
2.6 Atferdsobservasjoner	11
2.7 Etske retningslinjer	12
2.8 Statistiske analyser	12
3. Resultater	14
3.1 Atferd.....	14
3.1.1 Generell atferd og aktivitet	14
3.1.2 Atferd ved kryssing av den virtuelle gjerdegrensen.....	14
3.1.3 Atferd ved utløst lyd og strømimpuls fra NoFence-klave	15
3.2 Avstand til lyd- og strømlinje	15
3.3 Hjertefrekvens-målinger	17
3.3.1 Normalpuls.....	17
3.3.2 Puls ved kryssing av lyd- og strømlinje	17
3.3.3 Puls ved utløst strømimpuls fra NoFence-klave.....	18
3.3.4 Hjertefrekvensvariabilitet og stress	18
4. Diskusjon	20
4.1 Atferd.....	20
4.2 Avstand til lyd- og strømlinje	20
4.3 Hjertefrekvens	20
4.4 Variabilitet i hjertefrekvens.....	21
4.5 Videreutvikling av systemet	21
4.6 Konklusjon	21
5. Referanser.....	22
6. Vedlegg	23

Sammendrag

Ulike systemer for virtuelle gjerder til husdyr har vært utprøvd i over førti år. NoFence er et slikt gjerdesystem som bruker GPS koordinater til å kontrollere husdyr innenfor «lovlige» områder og utenfor «ulovlige» områder. NoFence er utviklet i Norge og har tidligere blitt prøvd ut på både sau og geit under kontrollerte forsøk. Disse forsøkene viste at småfe kunne lære seg systemet, og holdt seg innenfor et definert område kun ved hjelp av lyd- og strømsignaler fra NoFence-klaven. Det ble imidlertid avdekket store individuelle forskjeller i hvordan dyrene reagerte, og utprøvingene viste samtidig at alle dyr i en gruppe burde ha NoFence klaver på seg.

Formålet med dette forsøket var å prøve ut NoFence virtuelle gjerder på reinsdyr og registrere effekten av systemet på atferd og hjertefrekvensvariabilitet hos forsøksdyra. Seks voksne simler ble merket og satt inn i et gjerdeanlegg der de ble tildelt fôr en gang per dag. Forsøket gikk over fire dager med en tilvenningsfase, en dag med observasjon av normalatferd (fase 1) en dag med observasjon av atferd med aktive NoFence klaver (fase 2) og en dag med observasjon av atferd med aktive NoFence klaver og åpent skillegjerde (fase 3). Forsøksdyrene hadde i tillegg til NoFence klaver rundt halsen, pulsmålere og ut fra registreringer av hjertefrekvens ble data over variabilitet i hjertefrekvens brukt som et objektive mål på individuelt stress i de ulike fasene av forsøket. Logg data fra NoFence-klaven ble senere sammenlignet med atferdsregistreringer i periodene med direkteobservasjon av dyra.

Vi fant små forskjeller i generell atferd og ingen tegn til negative effekter av NoFence-klavene. Dyrene brukte faktisk mer tid til å spise og mindre tid til å lytte, løpe og bevege seg i perioden med aktive NoFence-klaver (fase 2+3) sammenlignet med i tilvenningsperioden + fase 1. Alle simlene passerte den virtuelle linjen for lyd- og strømsignal gjentatte ganger, hver eneste dag. I kun to tilfeller så det ut til at reinen reagerte ved å hoppe opp og løpe ut av sonen for lyd- og strømsignal. Vi fant heller ingen signifikant forskjell i avstanden simlene trakk seg tilbake fra lyd- og strømsonen mellom tilvenningsfase og fase 1, og i fase 2 og 3 med aktive NoFence-klaver. I periodene med inaktive NoFence-klaver viste simlene en gjennomsnittlig hjertefrekvens på 78,1 slag per minutt, mens i periodene med aktive NoFence-klaver hadde simlene en gjennomsnittlig hjertefrekvens på 87,7 sl/min. Det var imidlertid ingen signifikant forskjell mellom de to periodene. Kun for dyr nr 4 kunne vi sammenligne hjertefrekvensvariabilitet mellom fasene med aktive og inaktive NoFence klaver. Også her viste RMSSD tallene at dyret antageligvis opplevde mindre fysiologisk stress i perioden med aktive NoFence klaver enn i dagene før (tilvenning og fase 1).

Det virket ikke som om reinen i vårt forsøk lærte å unngå sonen for lyd- og strømsignal i løpet av de to dagene med aktive NoFence-klaver. Vi fant heller ingen klar effekt av NoFence på hjertefrekvens og stress hos forsøksdyra. Systemet fungerte ikke optimalt under de gjeldene forhold og både varsel- og strømsignaler bør tilpasses reinsdyr på en bedre måte før videre utprøvinger finner sted.

1. Innledning

Et gjerde kan defineres som strukturer som har til hensikt å definere en innhegning, en grense eller en barriere, normalt laget av påler som er festet sammen med planker, tråd, netting eller langsgående skinner (The Free Dictionary, 2010). Et virtuelt gjerde kan på samme måte defineres som en struktur som fungerer som en innhegning, en grense eller en barriere uten bruk av fysiske objekter i landskapet for å kontrollere dyrs atferd og bevegelser (Umstatter, 2011).

Virtuell inngjerding av dyr baseres på et prinsipp der dyret først får en advarsel i form av et signal (lyd, vibrasjon eller lys) når det nærmer seg grensen for det på forhånd definerte "lovlige" området. Hvis dyret ignorerer signalet og fortsetter framover slik at det krysser grensen for det virtuelle gjerdet vil det utløses et elektrisk støt. For at slike system skal være etisk forsvarlige, forutsettes det at dyret evner å lære seg en assosiasjon mellom ikke-aversive betingede signaler (varselsignal) og forsterkeren (det elektriske støtet) (Lee et al., 2009). Dyret må altså forbinde en lyd med dets tilnærming til den virtuelle gjerdegrensa og lære å reagere på det betingede stimulus (lyden) alene for å unngå å få elektrisk støt (Lee et al., 2009).

Ideen med å kontrollere husdyr uten bruk av fysiske gjerder startet for førti år siden da amerikaneren Peck tok patent på et system der dyr ble påmontert et apparat som kommuniserte med en nedgravd ledning. Da dyret nærmet seg stedet der ledningen var, ble det utløst en ubehagelig lyd før et elektrisk støt og dyret ville dermed snu og holde seg innenfor området som ledningen var nedgravd rundt (Umstatter, 2011). Dette systemet finnes fortsatt i dag til bruk på hunder og katter for å hindre at de forlater en eiendom (Invisible Fence). Et utall patenter på virtuelle gjerdssystemer har senere blitt utviklet (Umstatter, 2011) og dagens GPS-teknologi gjør det mulig å kontrollere også beitende husdyr og reinsdyr som beveger seg over enorme områder. NoFence systemet benytter nettopp GPS-teknologi og er utviklet i Norge av oppfinner Oscar Hovde Berntsen. Systemet består av en enkelt enhet som festes rundt halsen til dyret. Enheten inneholder batteri, GPS-mottaker, en kontroller for lydsignaler og to elektroder for strømstøt. I tillegg logger enheten posisjonen til dyret, dato og klokkeslett for utløst lydsignal eller elektrisk støt. "Lovlig" område for beitedyra defineres ved hjelp av GPS- posisjoner og flere områder med ulike egenskaper ("lovlige" og "ulovlige") kan kombineres. NoFence gir derfor mulighet til samtidig å holde dyr både innenfor et område og ute av et annet område. Den første prototypen ble testet på geiter i oktober 2009. Sommeren 2010 ble en videreutviklet versjon av prototypen testet på sau og geit ved Bioforsk Økologisk på Tingvoll. Forsøkene viste at både sau og geit ser ut til å kunne lære å holde seg innenfor et definert område ved hjelp av NoFence-systemet, men det ble avdekket store individuelle forskjeller i hvordan dyrene reagerte. Enkelte dyr så ut til å trosse både lyd- og strømsignal, mens andre reagerte tydelig på signalene. Utprøvingene viste samtidig at alle dyr i en gruppe burde ha NoFence-klaver på seg (Henriksen & Berntsen, 2011).

Storfe har i forsøk vist en evne til å lære å unngå visse områder av en testarena på bakgrunn av lydsignaler, vibrasjoner og/eller strømimpulser uten at andre visuelle signaler har vært til stede (Bishop-Hurley et al., 2007). En kan dermed forvente at dyr har en viss rom- og stedsans og evner å lære forskjellene mellom "lovlige" og "ulovlige" områder uten at visuelle gjerder, grenser eller lyssignaler er til stede. Flere forsøk på storfe har vist at det å bruke lydsignaler før eventuell strømimpuls utløses, hjelper dyret å forstå situasjonen og det lærer å holde seg innenfor gjerdeområdet raskere, noe som reduserer antall strømimpulser som utløses (Bishop-Hurley et al., 2007; Lee et al., 2009).

På generelt grunnlag kan virtuelle, usynlige gjerder være fordelaktig sammenlignet med fysiske gjerder ved at de tilbyr en viss fleksibilitet siden grenser kan settes uavhengig av terrenget, slik at dyrene holdes vekk fra farefulle eller bebodde områder. En kan også bruke teknologien til å utnytte beiteområder som er vanskelig tilgjengelige eller som ikke brukes for eksempel fordi fysiske gjerder blir tatt av snøras og må settes opp hvert eneste år. I tillegg medfører virtuelle gjerdssystemer ingen skader på ville dyr og det begrenser ikke ferdselen til turgåere eller annen menneskelig aktivitet i området (Umstatter, 2011). For reindriftsnæringen spesielt kan virtuelle gjerder for eksempel benyttes til å holde reinen unna sterkt trafikkerte veier, jernbanen, tettsteder, dyrket

innmark og andre områder der reinen er uønsket. Systemet kan også i framtiden benyttes for å unngå sammenblanding av flokker.

Bruk av virtuelle gjerder har ennå mange praktiske utfordringer. Det er fortsatt en usikkerhet forbundet med bruk av GPS teknologi og signaler kan hindres av fjell eller skog. Virtuelle gjerder holder ikke tilbake rovdyr, de er usynlige for mennesket og beitedyret må tilvennes systemet og grensene over en viss tid før det fungerer optimalt. I tillegg baserer virtuelle gjerdessystemer seg på aversive stimuli i form av lyd og elektriske støt, noe som kan medføre frykt og stressreaksjoner hos enkelte dyr (Umstatter, 2011). Det er derfor behov for å prøve ut denne teknologien under kontrollerte forhold på flere dyreslag, før systemet kan settes i produksjon og selges.

Stress er et uttrykk som forskere har strevd med å definere i flere tiår (Honeß & Marin, 2006). Årsaken til dette er trolig at ordet brukes i dagligtalen til å beskrive en rekke tilstander, fra upassende miljøpåvirkninger (f.eks. temperaturer) til ulike psykiske tilstander (f.eks. emosjonelle konflikter) (Moberg & Mench, 2000). For enkelthets skyld kan en starte med å definere en stressor som et hvert stimulus i omverdenen som driver dyret ut av homeostase (balanse) og en stressrespons er det kroppen gjør for å gjenopprette homeostase (Sapolsky, 2004). Ved bruk av virtuelle gjerder til husdyr vil både varselsignalet og det elektriske støtet ha potensiale som en stressor for dyret. Stressresponsen måles vanligvis ved hjelp av atferdsmessige tegn på ubehag (irritabilitet, uro; Hagemoen & Reimers, 2002), eller at dyret endrer atferd (apati eller stereotypier) til forskjell fra atferd ved normalt tilstand.

Flere fysiologiske mål har også blitt utviklet og validert for å måle stressresponsen hos dyr. Her kan nevnes variasjon i hjerterefrekvens (f.eks. Mesteig et al., 2000; von Borell et al., 2007), økning i blodtrykket (f.eks. Stubbsjøen et al., 2009) og økte nivåer av visse hormoner i blodet (f.eks. cortisol eller adrenalin). Problemet med å bruke invasive metoder som blodprøver på mindre tamme dyr som reinsdyr er at gjentatt innfangning og ubehaget med stikket gjennom huden i seg selv kan oppleves så stressende for dyret at det påvirker resultatene (Säkkinen et al., 2004). Det finnes i tillegg en viss usikkerhet i målinger av cortisol i blod hos husdyr, da hormonet varierer i mengde fra individ til individ og ulike analysemetoder og tolkninger kan gi svært forskjellige resultater (Moberg & Mench, 2000).

I denne studien har vi valgt å kombinere atferdsobservasjoner med fysiologiske målinger av hjerterefrekvensvariabilitet ved hjelp av standard pulsmålere med hudkontaktsensorer. Lignende pulsmålere er tidligere validert til bruk ved hjerterefrekvensmålinger på reinsdyr (Eloranta et al., 2002). Variasjonen i hjerterefrekvens måles ved å bestemme avstanden mellom påfølgende hjerteslag (R-R intervaller) og når dyret er i hvile reflekterer dette balansen mellom sympatisk og parasympatisk aktivitet i det autonome nervesystemet (von Borell et al., 2007). Hvis dyret befinner seg i en situasjon eller tilstand som oppleves som stressende vil det autonome nervesystemet domineres av sympatisk aktivitet og variasjonen i hjerterefrekvens blir lav (Visser et al., 2002). Lavere variabilitet i hjerterefrekvens er tidligere blitt bruk som en stressindikator for storfe (Mohr et al., 2002) og rotter (Sgoifo et al., 1997). En reduksjon i hjerterefrekvensvariabilitet kan også relateres til smertefulle tilstander hos husdyr (Rietmann et al., 2004; Stubbsjøen et al., 2009).

Virtuelle gjerdessystemer har tidligere vært utprøvd på mange husdyrarter, men en vet lite om effekten av slike systemer på atferd og stress hos reinsdyr (Umstatter, 2011). Formålet med forsøket var derfor å prøve ut NoFence virtuelle gjerder på reinsdyr og registrere effekter på atferd og hjerterefrekvensvariabilitet.



Bilde 2. Forsøksdyr nummer 4 med NoFence klave, pulsklokke og sensorbelte påmontert. Foto: Grete H.M. Jørgensen.

2. Metode

2.1 Sted og forsøksoppsett

Forsøket ble gjennomført i et permanent gjerdeanlegg ved Tverrvatnet i Rana kommune fra 23. til 25. mars 2011. Området ligger rundt 525 meter over havet og er et fjellområde med hovedsakelig fjellbjørkeskog, kratt og lyngvegetasjon.

Forsøket ble inndelt i tre faser. I fase 1 ble dyrene utstyrt med alle instrumenter, men med klaver som kun lignet NoFence klavene i vekt og størrelse (dummies). I denne fasen ble dyrenes normalatferd og normal hjerterefrekvens registrert. I fase 2 fikk dyrene aktive NoFence klaver påmontert og en virtuell grense for lyd- og strømsignaler ble satt like innenfor et fysisk skillegjerde i enden av forsøksinnhegningen. Dyrenes atferd og hjerterefrekvens både i og utenfor området for forventet lyd- og strømsignal ble registrert. I fase 3 ble det fysiske skillegjerdet fjernet, og en kunne observere hvorvidt NoFence- systemet forhindret reinen fra å bevege seg ut av forsøksinnhegningen.

2.1.1 Værforhold i forsøksperioden

I forsøksperioden var det noe varierende værforhold. Det var godt over én meter snø i området (gjennomsnitt målt 116 cm) og torsdag 24. mars blåste det opp til snøstorm. Sikten ble dermed så dårlig at atferdsobservasjoner ikke var mulige å gjennomføre. Forsøksdyrene gikk i forsøksinnhegningen og ble tildelt fôr som vanlig denne dagen.

I bilen som ble brukt som observasjonsbase var det montert en digital temperaturmåler. Både i starten og underveis i atferdsobservasjonene ble værforholdene registrert med hensyn til temperatur, vind og nedbør og eventuelle endringer av disse i løpet av dagen ble notert fortløpende. Vind og nedbør ble visuelt vurdert av observatøren og senere dobbeltsjekket opp mot data fra nærmeste meteorologiske målestasjon (stasjon nr. 79762 Dunderlandsdalen, Mo i Rana) ved hjelp av klimadatabasen www.eklima.no.

Registreringene av temperatur, vind og nedbør ble senere kombinert i 5 ulike kategorier og hver observasjonsdag ble tildelt en værkategori etter følgende skala:

1. plussgrader, ikke nedbør ($>0^{\circ}\text{C}$, opphold)
2. plussgrader med nedbør ($>0^{\circ}\text{C}$ kombinert med regn eller sludd)
3. minusgrader, ikke nedbør ($<0^{\circ}\text{C}$, opphold)
4. minusgrader og nedbør ($<0^{\circ}\text{C}$ kombinert med sludd eller snø)
5. vind og nedbør i kombinasjon uansett temperatur

2.2 NoFence-klavene

NoFence-klavene er utviklet i Norge og består av en enkelt enhet som monteres rundt halsen på dyret (bilde 3 og 4).



Bilde 3 og 4. Til venstre: nærbilde av NoFence-enheten. Foto: Grete H.M. Jørgensen. Til høyre: et utvalg forsøksdyr med NoFence-klaven montert rundt halsen. Foto: Håkon Sund.

NoFence-enheten er batteridrevet og laget av plast (350 gram). Den har to bøyelige pinner (strømelektroder) som er bekledd med strømfledende gummi slik at de ikke skal skape gnag eller ubehag for dyret. Enheten festes tett mot halsen med et enkelt halsbånd (se bilde 2, 3 og 4). Denne enheten kontrollerer og registrerer dyrets GPS-posisjon i et område som er definert i enheten. Systemet beregner korteste avstand til dette området ut fra faktisk GPS posisjon. Hvis GPS koordinatene viser at dyret har en posisjon som er utenfor "lovlig" område, vil korrigeringen foregå som en kombinasjon av lydsignal og strømstøt. Denne korrigeringen gjøres ved gradvis økning av lydsignalet frekvens, proporsjonalt med kalkulert avstand til den virtuelle NoFence grensen. Når lydsignalet frekvens har nådd en øvre grense og dyret fortsatt ikke har endret retning, vil et enkelt strømstøt gis, og eventuell videre korrigering gjenopptas fra posisjonen der strømstøtet ble gitt. Dyret vil ikke motta mer enn et maksimum antall strømstøt (her 4) før enheten deaktiveres. Enheten blir i slike tilfeller ikke aktivisert før dyret befinner seg innenfor lovlig område igjen.

Det er lagt inn en viss grad av frihet i systemet for gitte tilfeller. Hvis dyret som bærer systemet er utenfor lovlig område uten at systemet oppfattet det, f.eks. pga. for dårlig GPS nøyaktighet, vil ikke strømstøt utløses før dyret har vært innenfor lovlig område igjen. Strømstøt vil heller aldri utløses før lyd har pågått i mer enn 6 sek, og lydintensiteten har nådd en øvre grenseverdi. Dette sikrer at dyret uansett gis mulighet til å unngå strømstøtet.

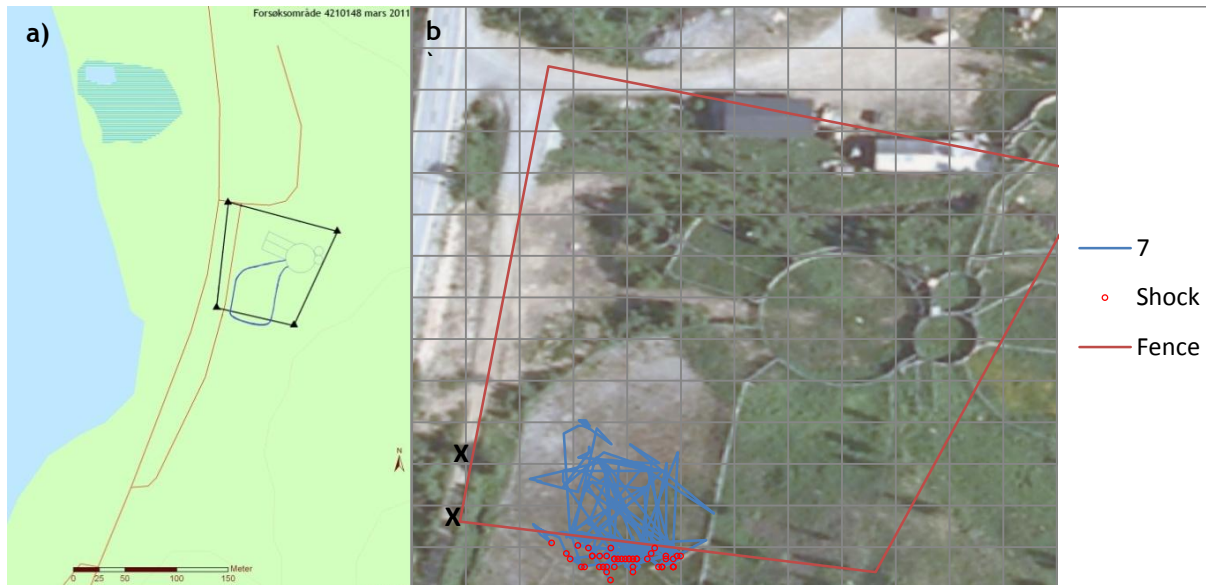
En datalogg over dato, klokkeslett, hvorvidt lyd eller strøm ble utløst og dyrets registrerte GPS-posisjon i løpet av forsøksperioden ble lagret i enheten og etter at forsøket var over ble enhetene sendt til oppfinneren som lastet dataene over til pc. Data fra NoFence-enhetene til to av forsøksdyrene gikk tapt under overføring og våre analyser baseres derfor på data fra fire individer over to dager med aktivert NoFence-system.

2.3 Innhegningen og plassering av NoFence-gjerdet

Forsøksinnhegningen lå ved siden av et permanent sorteringsanlegg (Figur 1a og b) og dyrene var vant med å gå i disse innhegningene siden reieneierne har føret dyra gjennom vinteren over flere år. Hele besetningen hadde vært i gjerdeanlegget siden høsten 2010. Observatøren satt i en bil på veien ved siden av innhegningen (Figur 1b), slik at en raskt kunne forflytte seg for best mulig oversikt over dyrene etterhvert som de beveget seg rundt i innhegningen. Bilen ga både observatøren og videokameraet beskyttelse mot været samtidig som den hindret at dyrene ble forstyrret av støy, bevegelser eller lukt fra observatøren.

Reinsdyra var godt tilvent biler og biltrafikk ettersom Europavei 12 går rett forbi gjerdeanlegget. Grensen for det virtuelle NoFence-gjerdet ble satt i en rett linje fra et tre utenfor innhegningen og

ned til veien der observatøren befant seg (Figur 1 b). I tillegg ble gjerdepålen nærmest veien markert med merkespray slik at grensen for det virtuelle NoFence-gjerdet til enhver tid var enkel å se for observatøren.



Figur 1 a). Skisse over forsøksområdet der innhegningen er vist med blå linjefarge og grensen for det virtuelle NoFence gjerdet er vist med svart linjefarge. Dyrene hadde ikke adgang til det runde sorteringsområdet annet enn under innfangning. De fire svarte firkantene antyder hjørnepunkter for GPS-koordinater der NoFence-gjerdet ble definert.

Figur 1 b). Kartbilde av forsøksområdet med grense for virtuelt NoFence-gjerde vist med rød linjefarge og reinens (NoFence klave nr. 7) bevegelser i innhegningen vist med blå linjefarge. Svarte kryss angir hvor observatøren befant seg ved registrering av atferd og avstand til NoFence-grensa. Røde punkter angir bevegelser reinen har hatt utenfor den virtuelle NoFence grensa og der strømstøt har blitt utløst.



Bilde 5. Oversiktsbilde over forsøksområdet tatt fra sorteringsanlegget. NoFence-grensa gikk foran det plastbekledte skillegjerdet midt i bildet. Dyrene ble tildelt mat en gang per dag i det svarte fôrtrauet som vises til høyre i bildet. Foto: Grete H.M. Jørgensen.

2.4 Forsøksdyr og fôring

Til sammen seks simler ble tilfeldig valgt ut som forsøksdyr til denne utprøvingen. Simlene var alle 1,5 år gamle og fikk hver dag tildelt en blanding av kraftfôr (tilpasset reinsdyr) i et fôrtrau og reinlav fordelt på bakken i samme område som fôrtrauet. En gang per dag ble simlene samlet og ført inn i et sorteringsanlegg slik at hvert enkelt dyr kunne fanges og instrumentene kunne sjekkes. Den første dagen ble også dyrene merket med individuelle nummer fra 1 til 6 for identifikasjon under atferdsobservasjoner (se bilde 2).

Til dette ble det brukt en standard merkespray for dyr (Jet Mark/DeLaval). Den siste dagen av forsøket ble dyrene fanget to ganger, én gang før atferdsregistreringer og én gang etter forsøkets slutt for å fjerne alle instrumenter.



Bilde 6. Fiksering av forsøksdyr under instrumentering og sjekk av pulsklokker. Foto: Håkon Sund.

2.5 Registrering av hjertefrekvens

Vi benyttet standard pulsklokker av merket Polar (RS800CX; RS400; CS600X; Polar Electro) og alle forsøksdyr ble utstyrt med pulsmålerutstyr. Sensorbeltet ble festet rundt reinen rett bak frambeina. Et ekstra bredt elastisk bånd ble i tillegg montert over sensorbeltet for å sikre rett plassering selv om dyret beveget seg (se bilde 2). To små områder (ca. 10 cm lange og 2 cm brede) ble barbert like bak frambeina for ytterligere å sikre god kontakt mellom huden og sensorbeltet. Videre ble det daglig påført kontaktgele (Combiscan ultralydgele) mellom hud og sensorer. Mottakeren for hjertefrekvensmålingene (selve pulsklokken) ble festet i halsbåndet med NoFence klaven og sikret med ekstra tape (se bilde 2). Hvert sensorbelte og tilhørende pulsklokke var på forhånd kodet til hverandre og kunne ikke motta signaler fra andre forsøksdyr.

Rådata av logget hjertefrekvens ble korrigert for feil ved hjelp av innebyggede funksjoner i programmet Polar Pro Trainer 5 Software (beskrevet i Langbein et al., 2004). I tillegg ble flere enn fem påfølgende identiske hjertefrekvensmålinger definert som feil, der sensorbeltet trolig hadde

mistet kontakten med huden eller av annen grunn stoppet å logge aktuell hjertefrekvens. Ved slike tilfeller ble alle identiske registreringer ut over de første fem registrert som tapte data (missing data i SAS). Pulslokkene logget hjertefrekvens i antall slag per minutt hvert femte sekund, men dataene ble omarbeidet slik at de matchet øyeblikksobservasjoner av generell atferd. Dette ble gjort ved å beregne gjennomsnittlig hjertefrekvens for hele det minuttet der atferd samtidig ble registrert (f.eks. fra 12:00:00 til 12:00:59).

Hjertefrekvensdata fra tre av de seks forsøksdyrene (utstyrt med RS800CX) kunne senere brukes til å kalkulere variabilitet i hjertefrekvens for å gi et objektivt mål på dyrets stressreaksjon under påvirkning av aktive NoFence-klaver. Vi benyttet kun R-R data fra perioder der dyrene var observert å ligge og hvile og plukket tilfeldig ut seks forskjellige fem-minutters intervaller per dyr og dag for beregning av RMSSD (se Langbein et al., 2004 for detaljer).

De andre tre pulsklokkene kunne ikke registrere R-R data (RS400 og CS600X) men grunnleggende hjertefrekvensmålinger fra disse ble inkludert i analysen av gjennomsnittlig hjertefrekvens.

2.6 Atferdsobservasjoner

Etter innfangning og instrumentering ble simlene sluppet tilbake til forsøksinnhegningen og gitt mat. En halv time senere startet observasjonene av reinen fra en bil som stod parkert med god oversikt over innhegningen.

Observasjonsperiodene startet normalt på formiddagen og varte til lyset på kveldstid ble for dårlig til å skille individene fra hverandre (Tabell 1).

Tabell 1. Oversikt over observasjonsperioder i løpet av forsøket.

Dato	Observasjonsperiode	Merknad
21.03.11	17:40 - 18:40	Tilvenning
22.03.11	09:35 - 18:30	Normalatferd (fase 1)
23.03.11	12:45 - 18:40	Aktive NoFence-klaver (fase 2)
24.03.11	Ingen observasjoner	Snøstorm og dårlig sikt, dyrene fikk fôr og tilsyn som vanlig
25.03.11	11:45 - 13:55	Aktive NoFence-klaver, skillegjerdet ble også åpnet (fase 3)

Hvert femte minutt i løpet av observasjonsperioden ble hvert individs atferd registrert ved hjelp av direkteobservasjon (Tabell 2).

Tabell 2. Etogram over atferder registrert hvert 5. minutt.

Atferd	Beskrivelse
Ete, beite	Beite, ete fôr, spise snø. Reinen tar mat eller snø inn i munnen
Står avslappet	Står avslappet med hodet i normal posisjon
Står og tygger	Står avslappet og tygger
Står lytter	Står anspent med hodet i hevet posisjon, lytter
Sosiale interaksjoner	Knuffing, jaging, fortrenning ved hjelp av gevir
Går, beveger seg	Beveger seg framover
Ligger	Ligger, hviler og tygger drøv eller sover
Løper	Beveger seg fort framover, trav eller galopp
Ute av syne	Reinen befinner seg i en blindsoner og kan ikke sees av observatøren

I tillegg til disse atferdene ble individenes avstand fra den elektroniske lyd- og strømsonen registrert samtidig hvert femte minutt. Avstanden ble delt inn i følgende tre kategorier, 1: <5 meter; 2: 5-10 meter; 3: >10 m unna lyd- og strømsonen.

Da reinen hadde aktive NoFence-klaver (23. og 25. mars) ble alle tilfeller der reinen krysset den elektronisk definerte grensa for lyd eller strøm observert og atferder registrert kontinuerlig (Tabell 3). Hvilket dyr som passerte linjen, klokkeslett for hendelsen og i hvilken avstand (samme kategorier som overfor) dyret trakk seg tilbake fra sonen igjen ble notert.

Samtidig med direkteobservasjoner ble det gjennomført videoopptak av reinen hver observasjonsdag ved hjelp av et håndholdt digitalt videokamera (Sony HDR-CX115, 25x opt. zoom). Alle direkteobservasjoner fra hendelser med passering av lyd/strømlinja ble senere sjekket opp mot videoopptak for å sikre at alle passeringer ble registrert.

Tabell 3. Etogram over atferder registrert kontinuerlig ved kryssing av den virtuelle No Fence grensa.

Atferd	Beskrivelse
Stopper	Reinen stopper rett før passering av den virtuelle NoFence-grensa eller så vidt inne i NoFence-sonen
Sirkulerer	Reinen sirkulerer en eller flere runder i sonen, med eller uten stopp underveis
Innom sonen, snur	Reinen beveger seg innom NoFence-sonen men snur og går ut av sonen igjen uten stopp.
Reagerer	Reinen skvetter, snur og løper i motsatt retning, ut av sonen igjen
Ignorerer NoFence-grensa	Reinen beveger seg over NoFence-grensa og ut gjennom det åpne skillegjerdet. Kun observert da gjerdet var åpent 25.03.11

2.7 Etske retningslinjer

Forsøksdyrutvalget godkjente utprøving av NoFence systemet på reinsdyr 16.11.2010 (id 2854).

2.8 Statistiske analyser

Forskjellen i generelle atferder mellom tilvenningsperiode og perioden med aktive NoFence-klaver ble analysert ved hjelp av en GLIMMIX modell for variansanalyse. Behandling (tilvenningsperiode, periode med aktive NoFence-klaver), Dyr (1-6) og Avstand fra den elektroniske gjerdegrensene (1= <5 m; 2=5-10 m; 3= >10 m) ble definert som klassevariabler. Hver enkelt atferd ble testet hver for seg og satt til å ha en lognormal fordeling etter gjentatte utprøvinger med alternative fordelinger. Dyr (1-6) ble definert som en tilfeldig effekt i modellen og behandlet som en repetert variabel med antatt AR1- fordeling.

Effekten av behandling på avstand til lyd- og strømlinja ble testet uavhengig av atferd ved hjelp av en GLIMMIX modell med behandling og dyr som klassevariabler. Dyr ble behandlet som en tilfeldig effekt og gjennomsnittlig avstand per dyr ble satt til å ha en lognormal fordeling, etter gjentatte utprøvinger med alternative fordelinger.

Effekt av behandling på hjertefrekvens ble analysert ved hjelp av en MIXED modell for variansanalyse, siden pulsdatabe viste normalfordeling. Behandling og dyr (1-6) ble definert som klassevariabler og dyr ble behandlet som en tilfeldig, repetert effekt. Analysene av behandlingseffekt på hjertefrekvens innen hver enkelt atferd ble analysert ved hjelp av en lignende GLIMMIX modell med behandling og dyr som klassevariabler. I modellen ble fordelingen til de

enkelte atferdene (Normal, Lognormal eller Poisson fordeling) definert i hvert enkelt tilfelle og dyr ble igjen behandlet som en tilfeldig og repetert effekt.

Effekten av været på generell atferd ble testet ved hjelp av en ikke-parametrisk chi-kvadrat test med værkategori (1=plussgrader, ikke nedbør; 2= plussgrader med regn; 3= minusgrader, ikke nedbør; 4= minusgrader og snø; 5= vind og nedbør i kombinasjon uansett temperatur) som klassevariabel. Hver enkelt atferd ble testet hver for seg.

Effekten av behandling på variabiliteten i hjertefrekvens målt ved RMSSD ble analysert ved hjelp av en enveis variansanalyse (ANOVA) med behandling som klassevariabel og RMSSD per dyr innen behandling som responsvariabel.

Alle analyser ble gjennomført i statistikkprogrammet SAS 9,2.



Bilde 7. Tre av forsøkssimlene inne i sonen for lyd- og strømsignal. Utenfor forsøksinnhegningen skimtes resten av flokken. Foto: Grete H.M. Jørgensen.

3. Resultater

3.1 Atferd

3.1.1 Generell atferd og aktivitet

Reinens generelle atferd og aktivitet varierte lite fra tilvenningsperioden og fase 1 til perioden med aktive NoFence-klaver (fase 2 og 3) (tabell 4). For det meste gikk reinen rundt i innhegningen, den spiste eller stod og lyttet. Reinen brukte også mellom 17 % og 33 % av observasjonstiden til å ligge (tabell 4). Resultatene tyder på at reinen ble roligere etter hvert som dagene gikk. Forsøksdyra brukte for eksempel mer tid på å ete og mindre tid på å lytte, løpe og bevege seg i perioden med aktive NoFence-klaver (fase 2 og 3) sammenlignet med i tilvenningsperioden (fase 1). Her var det imidlertid bare atferden «står og lytter» som viste signifikante forskjeller, mens atferdene «ete» og «løper» viste tendens til forskjell mellom tilvenningsfase og fasene med aktive NoFence-klaver (tabell 4).

Tabell 4. Effekt av NoFence-klaver på generell atferd. Atferder uten F- og P-verdi hadde for få observasjoner til å kjøre statistiske analyser.

% av tot obs	Tilvenningsperiode og fase 1		Med aktive NoFence-klaver (fase 2 og 3)		Forskjell mellom behandlinger	
	Antall obs	Gj.snitt ± SE	Antall obs	Gj.snitt ± SE	F	P-verdi
Ete, beite	77	12,8 ± 1,4	115	19,7 ± 1,9	4,0	0,06
Står og tygger	3	0,5 ± 0,2	3	0,5 ± 0,2	-	-
Står avslappet	54	9,0 ± 2,3	84	14,4 ± 2,2	0,5	NS
Står og lytter	158	26,3 ± 1,1	45	7,7 ± 0,8	70,6	<0,0001
Går, beveger seg	177	29,5 ± 1,3	130	22,3 ± 3,7	2,2	NS
Løper	23	3,8 ± 0,9	4	0,7 ± 0,3	12,2	0,07
Ligger	105	17,5 ± 0,9	194	33,3 ± 1,0	0,1	NS
Sosiale interaksjoner	3	0,5 ± 0,5	1	0,2 ± 0,2	-	-
Ute av syne	0	0,0 ± 0,0	6	1,0 ± 0,0	-	-

Resultatene fra observasjoner av generell atferd og aktivitet tyder på at reinen ikke ble negativt påvirket av NoFence-klavene.

Været varierte lite i løpet av forsøksperioden og kun værkategoriene 2, 3 og 5 ble observert i. Analyser av effekten av værforhold på generell atferd ble gjennomført, men viste ingen signifikante resultater.

3.1.2 Atferd ved kryssing av den virtuelle gjerdegrensen

I perioden med aktive NoFence-klaver ble alle passeringer av den virtuelle gjerdegrensen registrert kontinuerlig. Den vanligste atferden som ble observert var rolig sirkulering i sonen og i kun to tilfeller så det ut som reinen skvatt til og løp ut av sonen igjen (tabell 6). Atferd ved kryssing av den virtuelle gjerdegrensen varierte lite mellom de seks individene.

Tabell 6. Observasjoner av atferder ved kryssing av virtuelt NoFence gjerde.

Med aktive NoFence klaver (fase 2 og 3)			
Atferd	Antall obs	% av tot obs	SEM
Stopper rett før eller rett etter grensa	36	20,1	1,7
Sirkulerer rolig i sonen	109	60,9	4,7
Er innom sonen uten å stoppe	26	14,5	2,3
Reagerer	2	1,1	10,5
Ignorerer NoFence grensa (kun i fase 3)	6	3,4	0,0
Totalt	179	100 %	

Kun siste dag (25.03.11) ble det fysiske skillegjerdet fjernet og dyrene kunne bevege seg ut av innhegningen. Alle seks simlene forlot innhegningen da de fikk muligheten (Ignorerer NoFence grensa, se tabell 6) og dyrene ble sanket tilbake til forsøksinnhegningen etter ett forsøk. Dyrene viste ingen tegn til å nøle med å gå over den virtuelle gjerdegrensen og forsøket ble derfor avsluttet.

3.1.3 Atferd ved utløst lyd og strømimpuls fra NoFence-klave

I perioden med aktive NoFence-klaver var det svært få tilfeller der observert atferd kunne kobles mot registrert logg i klaven som viste at lyd eller strømimpuls hadde blitt utløst (tabell 7). For dyr 1 og 2 hadde loggen sluttet å registrere hendelser fullstendig ved siste observasjonsdag, trolig på grunn av dårlig batterikapasitet.

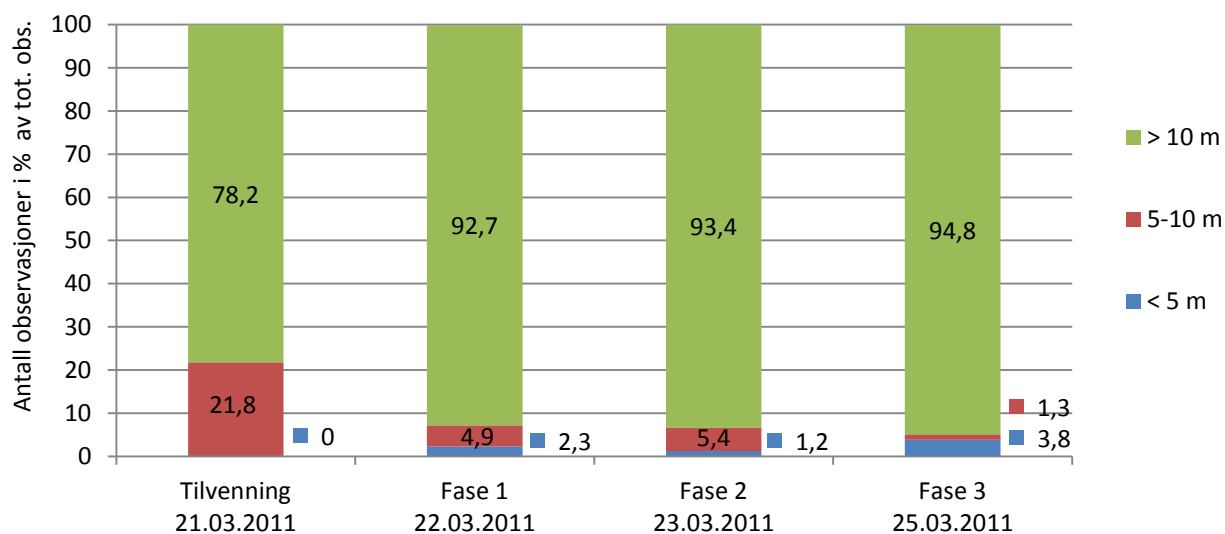
NoFence-loggen til klaven tilhørende dyr 5 ble slettet ved overføring av data. Loggen til klave tilhørende dyr 4 var ufullstendig. Den viste at NoFence-klaven var aktivert, men hadde ikke registrert posisjoner, lyd- eller strømimpulser underveis.

Tabell 7. Sammenfallende loggregistreringer og atferdsobservasjoner i perioden med aktive NoFence-klaver (fase 2 og 3).

Med aktive NoFence klaver (fase 2 og3)				
Dato	Klokke slett	Dyr ID	Logg fra NoFence klaver	Atferdsregistreringer
23.03.11	13:01	2	Kun posisjon registrert	Dyret stopper etter passering av linja for lyd- og strømimpuls. Dyret hopper opp, snur og trekker seg raskt tilbake til resten av flokken.
	16:37	1	Lydvarsling startet	Dyret stopper rett før den krysser linja for lyd- og strømimpuls. Står og lytter.
	16:38	1	Strømimpuls utløst	Dyret krysser linja, stopper, står i ro og lytter.
25.03.11	12:26	6	Strømimpuls utløst	Dyret krysser linja for lyd- og strømimpuls. Stopper inne i sonen og lytter.

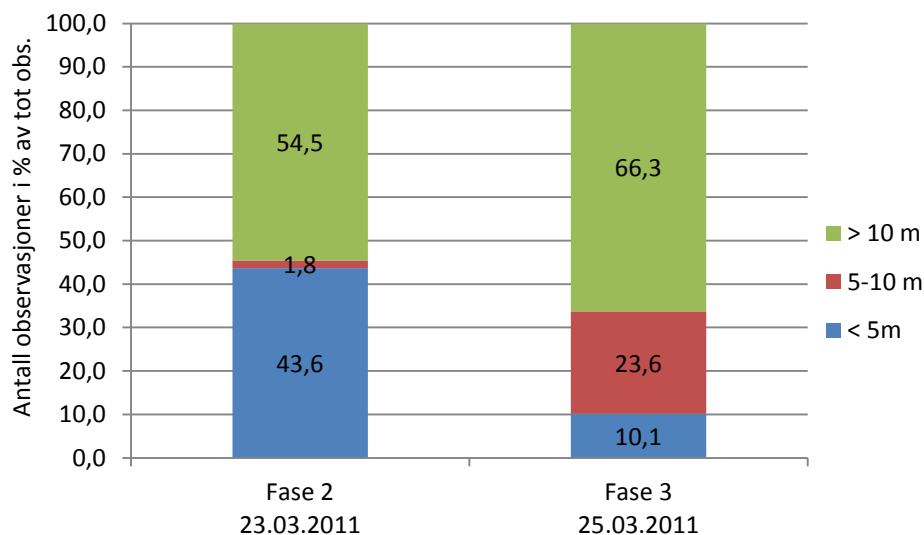
3.2 Avstand til lyd- og strømlinje

Simlene oppholdt seg mer enn ti meter unna den virtuelle linjen for lyd- og strømsignal i de aller fleste atferdsobservasjonene (figur 2). Det var ingen signifikant forskjell i avstander mellom tilvenning, inkludert fase 1 (21. og 22.03.2011) og fasen med aktive NoFence-klaver (fase 2+3; 23. og 25.03.2011) ($F_{1,3}=0,3$; $P=0,62$; figur 2).



Figur 2. Avstand til lyd- og strømlinje i løpet av forsøksperioden. Tallene representerer gjennomsnitt for alle seks simler.

Kun i fase 2 og 3 med aktive NoFence-klaver ble avstand ved tilbaketrekking, etter kryssing av lyd- og strømlinje registrert kontinuerlig. På begge dagene var det flest observasjoner av tilbaketrekking mer enn ti meter fra lyd- og strømlinja. Det kunne se ut til at simlene holdt seg nærmere lyd- og strømlinja (< 5m) etter besøk i sonen den 23.03 sammenlignet med den 25.03, men denne forskjellen var ikke signifikant ($P=0,15$)(figur 3).



Figur 3. Avstand til lyd- og strømlinje ved tilbaketrekking etter kryssing av samme linje i perioden med aktive NoFence-klaver. Tallene representerer gjennomsnitt for alle 6 simler.

3.3 Hjerterefrekvens-målinger

3.3.1 Normalpuls

I tilvenningsperiodene med inaktive NoFence-klaver viste simlene en gjennomsnittlig hjerterefrekvens på (Gj.sn \pm Std) 78,1 \pm 12,2 slag per minutt (sl/min). Variasjonen i hjerterefrekvens fordelte seg fra maks 106,4 til minimum 47,9 sl/min. I periodene med aktive NoFence-klaver hadde simlene en gjennomsnittlig hjerterefrekvens på 87,7 \pm 27,1 sl/min. Pulsen varierte fra maksimum 168,6 til minimum 44,0 sl/min.

Vi fant ingen signifikant forskjell i hjerterefrekvens mellom de to behandlingene (ikke aktive NoFence-klaver og aktive NoFence-klaver), uavhengig av atferd (F=1,2; P=0,28). Økningen fra 79,7 til 100,0 slag per minutt under hvile var størst, men heller ikke denne var signifikant forskjellig mellom periodene uten og med aktive NoFence-klaver (tabell 8).

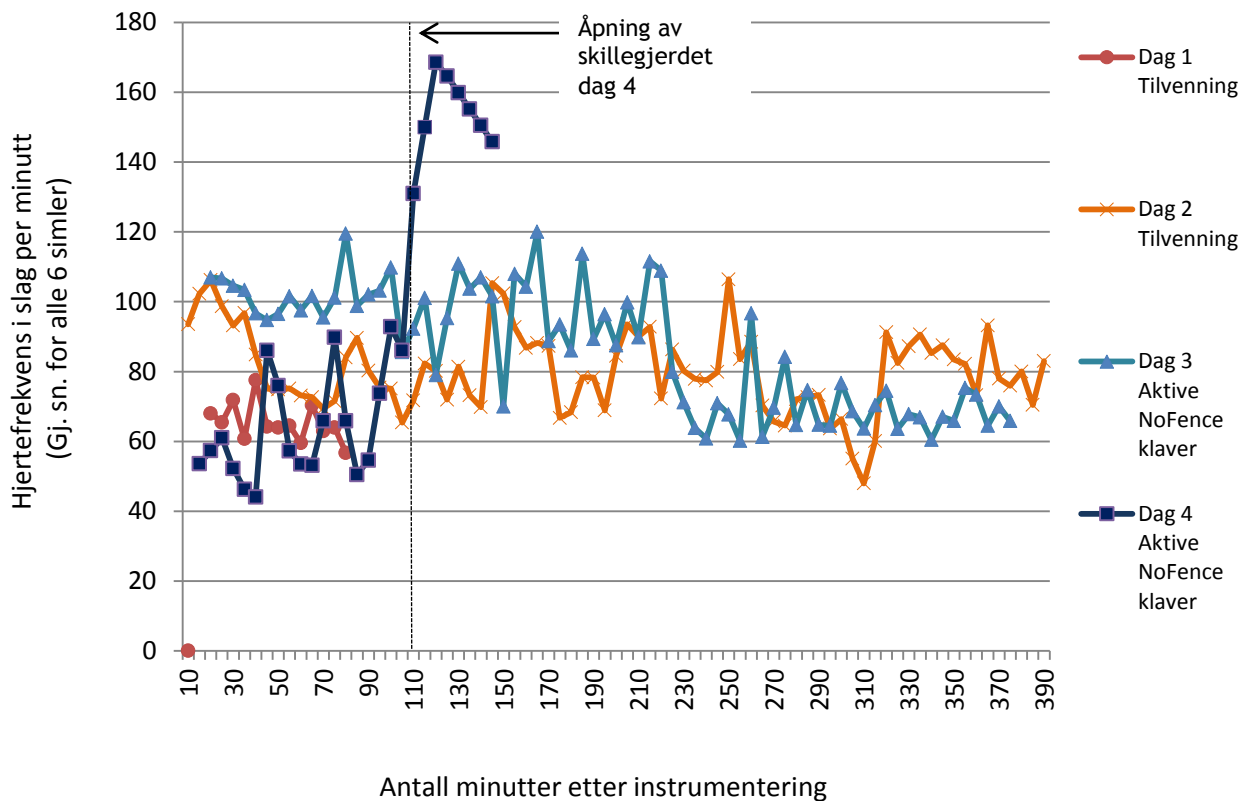
Tabell 8. Gjennomsnittlig hjerterefrekvens i forhold til generelle atferder og behandling. Atferder uten F og P-verdier hadde for få observasjoner til å kjøre statistiske analyser.

Gjennomsnitt sl/min Atferd	Tilvenning og fase 1		Med aktive NoFence-klaver (fase 2 og 3)		F	P- verdi
	Antall obs	Puls \pm SE	Antall obs	Puls \pm SE		
Ete, beite	40	71,0 \pm 3,9	34	84,4 \pm 5,0	2,7	NS
Står og tygger drøv	3	65,8 \pm 13,0	1	66,9 \pm 0,0	-	-
Står rolig, avslappet	39	85,6 \pm 6,2	26	84,7 \pm 7,3	0,01	NS
Står og lytter	101	79,1 \pm 2,5	10	68,6 \pm 2,0	1,4	NS
Går, beveger seg	118	81,0 \pm 2,9	47	85,5 \pm 4,5	0,5	NS
Løper	9	88,4 \pm 10,8	4	83,2 \pm 10,2	0,2	NS
Ligger og hviler	87	79,7 \pm 4,3	70	100,0 \pm 5,2	1,3	NS
Sosiale interaksjoner	3	49,1 \pm 10,2	0	-	-	-
Ute av syne	0	-	2	70,2 \pm 19,7	-	-

3.3.2 Puls ved kryssing av lyd- og strømlinje

På dag 4 (25.03.2011, fase 3) ble skillegjerdet åpnet ca. 110 minutter etter instrumentering og hjerterefrekvensen økte markant hos simlene (figur 4). Da skillegjerdet var åpent løp alle seks simlene ut av innhegningen uten å vise tegn til ubehag fra lyd- eller strømsignaler fra sine aktive NoFence-klaver. Dyrene ble derfor drevet tilbake inn i innhegningen og skillegjerdet ble lukket igjen. Dyras atferd og hjerterefrekvens ble logget i ytterligere 40 minutter før forsøket ble avsluttet. Pulsen gikk gradvis ned hos simlene etter at skillegjerdet ble stengt igjen, men holdt seg på et høyt nivå sammenlignet med puls registrert de andre observasjonsdagene (figur 4).

Variasjonen i hjerterefrekvens så ut til å være større på dager med aktive NoFence-klaver (dag 3 og 4) sammenlignet med dager med tilvenning (dag 1 og 2)(figur 4).



Figur 4. Fordeling av gjennomsnittlig hjertefrekvens etter innfangning og instrumentering per observasjonsdag. Dag 1 og 2 er tilvenning og dag 3 og 4 har simlene aktive NoFence-klaver.

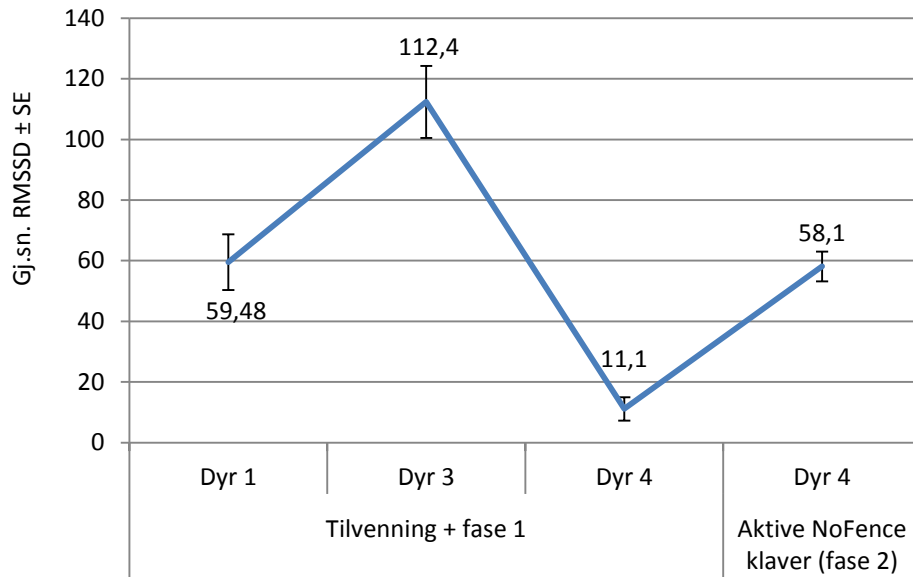
3.3.3 Puls ved utløst strømimpuls fra NoFence-klave

Det var ikke mulig å sammenligne pulsdata og opplysninger om utløst strømimpuls fra NoFence-klavens logg på grunn av tekniske problemer. Dyr 1 hadde pulsdata kun fra perioden uten aktive NoFence-klaver. NoFence-klave loggen til dyr 2 viste at tre strømstøt hadde blitt utløst, men ingen av disse fant sted samtidig med registreringer av puls for dette dyret. Antagelig hadde pulsklokken på dette tidspunktet sluttet å lagre data på grunn av lav minnekapasitet. Det samme var tilfelle for dyr 3, der loggen viste at strømstøt hadde blitt utløst, men ingen av disse tidspunktene kunne sammenlignes med pulsdata på grunn av stopp i lagringen. Loggen til NoFence-klaven tilhørende dyr 4 var ikke som de andre loggene og viste kun registrering av gjerdegrensens. Ingen posisjonsregistreringer, varsellyder eller strømstøt hadde blitt utløst fra denne klaven i løpet av forsøksperioden. Loggen til dyr 5 ble slettet ved overføring av data og loggen til dyr 6 viste at ingen strømstøt hadde blitt utløst samtidig med pulsregistreringer. Ingen av forsøksdyrene fikk utløst strømimpuls fra sine NoFence-klaver i fase 3 av forsøket, da skillegjerdet ble åpnet (25.03.2011), enda alle krysset den virtuelle gjerdegrensa.

3.3.4 Hjertefrekvensvariabilitet og stress

Bare tre simler hadde pulsmålere som kunne registrere R-R-data, men siden minnet etter hvert ble fullt i pulsklokkene fikk vi kun data fra dyr 4 i perioden med aktive NoFence-klaver. Likevel er det

interessant å merke seg at gjennomsnittlig hjertefrekvensvariabilitet hos dyr 4 var signifikant lavere i tilvenningsperioden (11,1) enn i perioden med aktive NoFence-klaver (58,1) ($F_{1,11}=56,2$; $P<0,0001$; figur 5).



Figur 5. Effekt av tilvenning og aktive NoFence-klaver på variasjon i hjertefrekvens målt ved RMSSD.

4. Diskusjon

4.1 Atferd

Formålet med dette forsøket var å prøve ut NoFence virtuelle gjerder på reinsdyr og registrere effekter på atferd og hjertefrekvensvariabilitet. En kunne forvente en økning i aktivitet og mer løping og bevegelse samtidig som ligge- og eteatferden ville bli redusert (Hagemoen & Reimers, 2002), dersom dyrene hadde vært negativt påvirket av NoFence-klavene. I stedet fant vi små forskjeller i generell aktivitet og en gjennomgående trend der dyrene faktisk brukte mer tid på eteatferd og mindre tid på å lytte, løpe og bevege seg i perioden med aktive NoFence-klaver (fase 2 og 3) sammenlignet med i tilvenningsperioden og fase 1.

I perioden med aktive NoFence-klaver ble alle simlene observert å passere den virtuelle linja for lyd- og strømsignal gjentatte ganger. Vanligvis sirkulerte dyrene rolig inne i sonen og i kun to tilfeller så det ut som reinen skvatt til og løp ut av sonen igjen. Også da det fysiske skillegjerdet ble fjernet gikk alle simlene ut av innhegningen og over den virtuelle grensa uten tegn til å nøle. Da vi fikk tilgang til loggene fra NoFence-klavene viste det seg at ingen av senderne hadde utløst strømstøt da skillegjerdet ble åpnet siste dag. I tillegg var det svært få tilfeller der utløst lyd- og strømsignal fra klavene kunne sammenlignes med observert atferd, enten fordi hendelsene hadde skjedd i løpet av natta eller fordi NoFence -klavene hadde sluttet å fungere. Det kan også tenkes at strømelektroden ikke hadde god nok kontakt med huden til at dyret kunne kjenne strømstøtet. Lydsignalet skulle uansett, elektrodekontakt eller ikke, ha blitt utløst hver gang dyret krysset den virtuelle gjerdegrensen, men igjen viste klaveloggene at dette skjedde kun én gang der en samtidig kunne observere hendelsen og vurdere reinens atferd. I motsetning til våre resultater, har utprøvinger av systemet på storfe viste at de aller fleste dyrene reagerte øyeblikkelig etter at signaler for lyd eller strømimpulser ble utløst (Bishop-Hurley et al., 2007).

4.2 Avstand til lyd- og strømlinja

I de aller fleste atferdsobservasjonene oppholdt simlene seg mer enn ti meter unna den virtuelle linjen for lyd- og strømsignal. Vi fant ingen signifikant forskjell i avstander mellom tilvenning, inkludert fase 1 og fasene med aktive NoFence-klaver. Etter å ha krysset linja for lyd- og strømsignal trakk de fleste simlene seg mer enn ti meter unna lyd- og strømlinja, men hyppigheten av besøk inne i sonen for lyd- og strømsignal (179) avslørte at reinen trolig ikke hadde lært å unngå dette området.

4.3 Hjertefrekvens

I tilvenningsperiodene med inaktive NoFence-klaver viste simlene en gjennomsnittlig hjertefrekvens på 78,1 slag per minutt, mens i periodene med aktive NoFence-klaver hadde simlene en gjennomsnittlig hjertefrekvens på 87,7 sl/min. Det var imidlertid ingen signifikant forskjell mellom de to periodene. Hjertefrekvens målt i vårt forsøk lå langt høyere enn tilsvarende målinger på reinsdyr under restriktiv fôring (Nilsson et al., 2006), men aktiviteten hos våre forsøkssimler var relativt stor med mye bevegelse og løping. Dette i tillegg til god fôrtilgang har trolig bidratt at hjertefrekvensen lå høyere i vårt forsøk enn hos åtte måneder gamle reinkalver som prøvde å redusere energibehovet ved mest mulig liggeatferd og lite bevegelse (Nilsson et al., 2006). Andre forsøk med reinsdyr har også vist at hjertefrekvens er høyere i perioder med fri tilgang på mat sammenlignet med perioder med dårligere mattilgang (Mesteig et al., 2000).

Vi registrerte en tydelig økning i hjerterefrekvens da det fysiske skillegjerdet ble fjernet på siste forsøksdag. Dette var trolig ikke relatert til NoFence-systemet, men kan forklares med menneskelig aktivitet inne i innhegningen og muligheten til å forlate innhegningen og komme nærmere resten av flokken.

I vårt forsøk var det ikke mulig å sammenligne pulsdata og opplysninger om utløst strømimpuls fra NoFence-klavens logg på grunn av tekniske problemer. Forsøk med storfe har imidlertid vist en signifikant forskjell i hjerterefrekvens mellom kontrollbehandling, behandling med elektrisk sjokk og behandling der hodet til dyret ble fiksert (Lee et al., 2008).

4.4 Variabilitet i hjerterefrekvens

Til tross for våre svært begrensede data for hjerterefrekvensvariabilitet fant vi at RMSSD hos dyr 4 var signifikant lavere i tilvenningsperioden enn i perioden med aktive NoFence-klaver. Lav hjerterefrekvensvariabilitet målt i form av RMSSD antyder at dyrets autonome nervesystem er dominert av sympatisk aktivitet. Våre resultater kan derfor tyde på at dyr 4 var mer stresset i perioden med tilvenning enn i perioden med aktive NoFence-klaver. Resultatet gjenspeiler trolig en effekt av tilvenning, heller enn effekten av NoFence-systemet i seg selv. Dette fordi våre resultater antyder at systemet ikke fungerte slik det skulle i perioden med aktive NoFence-klaver.

4.5 Videreutvikling av systemet

NoFence-systemet står overfor flere tekniske utfordringer. For det første må batterikapasiteten bli mye bedre og enheten må tåle bruk også i minusgrader. I tillegg må varselsignalet tilpasses reinsdyr på en bedre måte. Vibrasjoner i tillegg til elektriske impulser har vist seg å være den mest effektive kombinasjonen av signaler ved utprøving av et virtuelt gjerdesystem på storfe (Bishop-Hurley et al., 2007). I samme eksperiment kom det fram at lydsignaler var mindre effektive enn vibrasjoner, men at dyrene reagerte på gjentatte lydstimuli. Lyssignaler i tillegg til elektriske impulser var den typen signaler som fungerte dårligst på storfe (Bishop-Hurley et al., 2007). Det kan også tenkes at elektrodene for strømsignal bør plasseres på et sted der god kontakt med huden sikres på en bedre måte. På grunn av at reinen beveger seg raskt i terrenget må sonen der reinen får lydsignal økes betydelig for at reinen skal oppfatte lydsignalet før strømstøtet utløses. Sannsynligvis bør sonen der lydsignal blir gitt være rundt 30 meter. I tillegg må GPS- forholdene for systemet bli mer stabile. I en nyere versjon av NoFence klaven vil systemet deaktiveres ved for dårlig GPS kontakt. Aktivering skjer når både nøyaktigheten for GPS signalet er godkjent og dyret har en posisjon som er innenfor «lovlig» definert område (Oscar Hovde Berntsen, pers. kom.). En trådløs overføring av data fra NoFence klaver til observatør/dyreier er også nødvendig for å sikre at klavene fungerer som de skal og at gjerdegrensene er satt korrekt før eventuelle forsøk starter.

4.6 Konklusjon

Det virket ikke som om reinen i vårt forsøk lærte å unngå sonen for lyd- og strømsignal i løpet av de to dagene med aktive NoFence klaver. Vi fant heller ingen klar effekt av NoFence på hjerterefrekvens og stress hos forsøksdyra. Systemet fungerte dårlig under de gjeldene forhold og både lyd- og strømsignaler bør tilpasses reinsdyr på en bedre måte før videre utprøvinger finner sted.

5. Referanser

- Bishop-Hurley, G.J., Swain, D.L., Anderson, D.M., Sikka, P., Crossman, C. & Corke, P., **2007**. Virtual fencing applications: Implementation and testing and automated cattle control system. *Comput. Electron. Agric.* 56, 14-22.
- Eloranta, E., Nordberg, H., Nilsson, A., Pudas, T. & Säkkinen, H., **2002**. Individual coded telemetry: a tool for studying heart rate and behavior in reindeer calves. *Acta vet. Scand.* 43, 135-144.
- Hagemoen, R.I. & Reimers, E., **2002**. Reindeer summer activity pattern in relation to weather and insect harassment. *J. Anim. Ecol.* 71, 883-892.
- Henriksen, B.I.F., Berntsen, O.H., **2011**. Utprøving av NoFence elektronisk gjerde I forhold til dyrevelferd - Prototype 1. *Bioforsk Rapport* vol. 6, nr 95, 25 sider. ISBN: 978-82-17-00822-4.
- Honess, P.E. & Marin, C.M., **2006**. Behavioural and physiological aspects of stress and aggression in nonhuman primates. *Neurosci. Biobehav. Rev.* 30, 390-432.
- Langbein, J., Nürnberg, G. & Manteuffel, G., **2004**. Visual discrimination learning in dwarf goats and associated changes in heart rate and heart rate variability. *Physiol. Behav.* 82, 601-609.
- Lee, C., Fisher, A.D., Reed, M.T., Henshall, J.M., **2008**. The effect of low energy electric shock on cortisol, β -endorphin, heart rate and behavior of cattle. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 113, 32-42.
- Lee, C., Henshall, J.M., Wark, T.J., Crossman, C.C., Reed, M.T., Brewer, H.G., O'Grady, J. & Fisher, A., **2009**. Associative learning by cattle to enable effective and ethical virtual fences. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 119, 15-22.
- Loe, L.E., Bonenfant, C., Myrsetrud, A., Severinsen, T., Øritsland, N.A., Langvatn, R., Stien, A., Irvine, R.J., Stenseth, N.C., **2007**. Activity pattern of arctic reindeer in a predator-free environment: no need to keep a daily rhythm. *Oecologia* 152, 617-624.
- Mesteig, K., Tyler, N.J.C. & Blix, A.S., **2000**. Seasonal changes in heart rate and food intake in reindeer (*Rangifer tarandus tarandus*). *Acta. Physiol. Scand.* 170, 145-151.
- Moberg, G.P. & Mench, J.A., **2000**. The biology of animal stress. Basic principles and implications for animal welfare. CAB international Wallingford, United Kingdom. 377 sider. ISBN: 0-85199-359-1.
- Mohr, E., Langbein, J., Nürnberg, G., **2002**. Heart rate variability: a noninvasive approach to measure the stress in calves and cows. *Physiol. Behav.* 75, 251-259.
- Nilsson, A., Åhman, B., Norberg, H., Redbo, I., Eloranta, E., Olsson, K., **2006**. Activity and heart rate in semi-domesticated reindeer during adaptation to emergency feeding. *Physiol. & Behav.* 116, 116-123.
- Rietmann, T.R., Stauffacher, M., Bernasconi, P., Auer, J.A., Weinshaupt, M.A., **2004**. The association between heart rate, heart rate variability, endocrine and behavioural pain measured in horses suffering from laminitis. *J. Vet. Med.* 51, 218-225.
- Säkkinen, H., Tornberg, J., Goddard, P.J., Eloranta, E., Ropstad, E. & Saarela, S., **2004**. The effect of blood sampling method on indicators of physiological stress in reindeer (*Rangifer tarandus tarandus*). *Domest. Anim. Endocrin.* 26, 87-98.
- Sapolsky, R.M., **2004**. Why zebras don't get ulcers. The acclaimed guide to stress, stress-related diseases and coping. Owls Books, Henry Holt and Company, LLC. New York. Tredje utgave. 539 sider. ISBN: 0-8050-7369-8.
- Sgoifi, A., de Boer, S.F., Westerbroek, C., Maes, F.W., Beldhuis, H., Suzuki, T., Koolhaas, J.M., **1997**. Incidence of arrhythmias and heart rate variability in wild-type rats exposed to social stress. *Am. J. Physiol. Heart Circ. Physiol.* 273, H1754-1760.
- Stubsjøen, S.M., Flø, A.S., Moe, R.O., Janczak, A.M., Skjerve, E., Valle, P.S. & Zanella, A.J., **2009**. Exploring non-invasive methods to assess pain in sheep. *Physiol. & Behav.* 98, 640-648.
- Umstatter, C., **2011**. The evolution of virtual fences. *Comput. Electron. Agr.* 75, 10-22.
- Visser, E.K., van Reenen, C.G., van der Werf, J.T.N., Schilder, M.B.H., Knaap, J.H., Barneveld, A., Blokhuis, H.J., **2002**. Heart rate and heart rate variability during a novel object test and a handling test in young horses. *Physiol. & Behav.* 76, 289-296
- Von Borell, E., Langbein, J., Després, G., Hansen, S., Letierrier, C., Marchant-Forde, J., Marchant-Forde, R., Minero, M., Mohr, E., Prunier, A., Valance, D. & Veissier, I., **2007**. Heart rate variability as a measure of autonomic regulation of cardiac activity for assessing stress and welfare in farm animals - A review. *Physiol. & Behav.* 92, 293-316.

6. Vedlegg

Nr Emne

- 1 Skjema for registrering av atferd og avstand hvert 5. minutt.
- 2 Skjema for kontinuerlig registrering av atferd etter kryssing av linja for lyd- og strømsignal.



Bilde 8. Forsøksdyrene passerte den virtuelle gjerdegrensen og gikk ut gjennom det åpne skillegjerdet siste forsøksdag. Foto: Grete H.M. Jørgensen.

Vedlegg 1.

	Atferd	Avstand	Atferd	Avstand	Atferd	Avstand	Atferd	Avstand	Atferd	Avstand	Atferd	Avstand	Notater
Dyr	1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6	
Tid													
0													
5													
10													
15													
20													
25													
30													
35													
40													
45													
50													
55													
0													
5													
10													
15													
20													
25													
30													
35													
40													
45													
50													
55													

Kode	Beskrivelse
Atferder	
E	Beite, ete, drikke
D	Står, drøvtygger
St	Står og lytter
Sa	Står avslappet
Sos	Sosiale interaksjoner
G	Går, beveger seg
Li	Ligger, hviler
Lø	Løper
Ut	Utenfor syne
Avstand	
1	< 5 meter
2	5-10 meter
3	> 10 meter

Dato:

Værforhold:

Observatør:

Dyr	Klokka	Sone lyd/strøm	Atferd	Avstand fra elektronisk sone	Vok	Uri/avf	Riste på hode

Sone lyd/strøm

L = lydsoner

S = strømsone

AtferdSt = **Stopper** inne i sonenSir = **Sirkulerer** i sonenSn = **Innom** sonen men snurIgn = **Ignorerer** grensen og går gjennom sonenAvstand fra hhv strøm eller lydsoner1=**Trekker** seg tilbake, <5 m2=**Trekker** seg tilbake, 5 - 10 m3=**Trekker** seg tilbake, >10 mSett kryss hvis dyret:

Vokaliserer, Urinerer/gjør fra seg eller rister på hodet

