



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI



Utprøving av skremmelyder mot hjortevilt ved fôringsplass, med langsiktig mål om å redusere omfanget av viltpåkjørsler langs jernbane

NIBIO RAPPORT | VOL. 7 | NR. 182 | 2021



Svein Morten Eilertsen¹, Aina Winsvold, Petter Almås og Frode Næstad

¹) Avdeling for utmark og næringsutvikling

TITTEL/TITLE

Utpøving av skremmelyder mot hjortevilt ved føringsplass, med langsiktig mål om å redusere omfanget av viltpåkjørsler langs jernbane

FORFATTER(E)/AUTHOR(S)

Svein Morten Eilertsen¹, Aina Winsvold², Petter Almås³ og Frode Næstad⁴

1)NIBIO, 2)RURALIS, 3)NMBU, 4) HINN

DATO/DATE: 25.09.2021	RAPPORT NR./ REPORT NO.: 7/182/2021	TILGJENGELIGHET/AVAILABILITY: Åpen	PROSJEKTNR./PROJECT NO.: 51545	SAKSNR./ARCHIVE NO.:
ISBN: 978-82-17-02953-3	ISSN: 2464-1162	ANTALL SIDER/ NO. OF PAGES: 43	ANTALL VEDLEGG/ NO. OF APPENDICES:	

OPPDRAKSGIVER/EMPLOYER:

BaneNOR

KONTAKTPERSON/CONTACT PERSON:

Cristopher Schive og Marina Stanimirov

STIKKORD/KEYWORDS:

Jernbane, hjortevilt, påkjørsler, skremmelyder, habituering, forebyggende

Railway, collision, red deer, moose, scary sounds

FAGOMRÅDE/FIELD OF WORK:

Utmark

Outfield

SAMMENDRAG/SUMMARY:

Foreliggende rapport er presentasjon av resultater fra feltforsøk med utpøving av skremmelyder mot hjortevilt ved føringsplass, med langsiktig mål å redusere omfanget av viltpåkjørsler langs jernbane. Prosjektet er finansiert av Bane NOR og Jernbanedirektoratet.

LAND/COUNTRY:

Norge

FYLKE/COUNTY:

Innlandet Fylke

KOMMUNE/MUNICIPALITY:

Stor-Elvdal kommune

STED/LOKALITET:**GODKJENT /APPROVED**

JO JOREM AARSETH

PROSJEKTLEDER /PROJECT LEADER

SVEIN MORTEN EILERTSEN



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

Forord

Prosjektmedarbeidere og grenseoverskridende samarbeid

Det norske forskerteamet har bestått av forskere fra NIBIO (Svein Morten Eilertsen), Ruralis - Institutt for rural og regional forskning (Aina Winsvold), Høgskolen i Innlandet Studiested Evenstad, Fakultet for anvendt økologi, landbruksfag og bioteknologi (forsker Karen Marie Mathisen og feltteknikker Frode Næstad) samt masterstudent ved NMBU Petter Almaas. Forsøksoppsett, datainnsamling og -bearbeiding har skjedd i tett samarbeid med Sveriges Landbruksuniversitet (SLU) ved forskerne Andreas Seiler og Manisha Bhardwaj, masterstudent Denice Lodnert, samt forsker og teknikkansvarlig for Biologisk Mångfald ved EnviroPlanning Mattias Olsson.

I dette samarbeidet med Sveriges Landbruksuniversitet inngikk felles planlegging av feltarbeid, valg av lyder for utprøving i skremmeenheten og teknikkutvikling. Videre ble det samarbeidet om deling og lagring av felldata. Dette i kombinasjon med bruk av felles verktøy for dataanalyse sikret vi at resultatene kunne sammenlignes mellom de to landene. Kompletterende feltarbeid har blitt gjennomført ved fôringsplasser under vinterforhold i Østerdalen og ved saltsteinsplasser på Grimsö om sommeren.

I tilknytting til prosjektet er det etablert en faggruppe med deltakere fra Bane NOR, Jernbanedirektoratet, Statens Vegvesen, Skogeierforbundet og Norges Jeger- og Fiskerforbund samt forskere med erfaring fra vilt-økologi/biologi og dyrepåkjørsler fra NIBIO, Ruralis, UiO og HINN, Fakultet for anvendt økologi, landbruksfag og bioteknologi. Viktige samarbeidspartnere er Trafikverket, Bane NOR og SJ.

Vi har også etablert god kontakt med blant andre det polske forskningsteamet ved Warsaw University Of Life Sciences i Department of Forest Zoology and Wildlife Management. De arbeider med dyrepåkjørsels-problematikk og samarbeider med NEEL Company, and Polish Railway Companies. Andre er Michal Bíl ved CDV - Transport Research Centre i Tsjekkia. Vi har også kontakt med forskere fra Japan, Østerrike, og Tyskland som jobber med dyrepåkjørsler. Slike samarbeid er meget viktig for å være oppdatert på den nyeste forskningen og for å unngå dobbeltarbeid, det vil si å teste ut noe som allerede er forsket på.

Prosjektet er finansiert av Bane NOR og Jernbanedirektoratet. Vi takker Marina Stanimirov og Christopher Schive, begge fra Bane NOR, for deres engasjement og uvurderlige bidrag inn i prosjektet for å øke kunnskapsgrunlaget rundt temaet jernbane og viltpåkjørsler.

Tjøtta, 17.11.21

Svein Morten Eilertsen

Innhold

1	Sammendrag.....	5
2	Bakgrunn.....	7
2.1	Prosjekt mål og forskningsspørsmål.....	12
3	Metodikk.....	14
3.1	Forsøkslokaliteter	14
3.2	MASS-enhetene.....	16
3.3	Avspilling av lyder	18
3.4	Lyssetting av deler av fôringsplassen vinteren 2021	19
3.5	Oppsett av MASS-enheten	19
3.6	Databearbeiding	20
3.7	Dataanalyse	20
3.8	Statistisk databehandling	22
4	Resultater	23
4.1	Undersøkelse av viltets naturlige adferd (kontroll).....	23
4.2	Flukt som respons hos elgen ved eksponering av lydstimuli fra MASS-enheten	25
4.3	Elgens respons på lysstimuli	28
4.4	Flukt som respons hos hjorten ved eksponering av lydstimuli fra MASS-enheten	28
4.5	Adferden hos elgen ved eksponering av lydstimuli fra MASS-enheten.....	31
4.6	Elgens respons på lyden av togfløyte og passerende tog.....	32
4.7	Responsstyrke på adferden hos elgen ved eksponering av lydstimuli fra MASS-enheten.....	32
5	Diskusjon og konklusjon	34
5.1	MASS-enheten.....	34
5.2	Elgens respons på de ulike lydene.....	34
5.3	Habituering (tilvenning til lydene).....	35
5.4	Styrke i responsen på skremmelyden.....	36
5.5	Hjortens respons på skremmelydene.....	37
5.6	Nytten av resultatene fra forskningsprosjektet – veien videre	37
6	Referanser og kilder	39

1 Sammendrag

Et stort antall ville hjortedyr (særlig elg og rådyr) blir påkjørt og drept langs jernbanelinjene i Norge. Dyrepåkjørsler med tog er en utfordring for dyrevelferd og samfunnet, og er et omfattende problem for infrastrukturforvalter og jernbaneforetakene. Foreliggende rapport er et viktig bidrag for å sikre progresjonen i arbeidet med å dokumenterte effektive løsninger for å forhindre viltpåkjørsler langs jernbane. Hensikten med forsøkene har vært å finne lyder som skaper en fryktrespons hos dyrene, noe som skal kunne brukes langs jernbanelinjene for å få dyrene til å rømme bort fra sporet like før tog skal passere. Et velfungerende skremmesystem vil, i motsetning til sperregjerder langs toglinjene, ikke begrense dyrenes bevegelsesmuligheter i landskapet.

Innenfor prosjektet har vi utviklet en teknisk lydavspillingsenhet som blir aktivert av en bevegelsessensor (Motion Activated Scare System; kalt MASS-enhet). Den aktiverte avspillingsenheten sender via en høyttaler ut forhåndsprogrammerte lyder. I forsøkene ble det benyttet både «naturlige lyder» (fulglelyder), «skremmende lyder» (menneskestemme og hundebjeff) og «ingen lyd» (for å sjekke at viltet ikke reagerte på eventuelle lyder fra MASS-enheten når denne ble aktivert.

For å være sikker på å få et tilstrekkelig antall observasjoner av adferd til viltet når de ble eksponert for de ulike lydene, har feltarbeidet blitt gjennomført ved fôringsplasser gjennom to vintersesonger i Østerdalen.

For å se på viltets adferd før, under og etter lydeksponering, ble viltkameraer koblet opp mot MASS-enheten. Disse ble aktivert av bevegelsessensoren. Etter at viltkameraene hadde tatt opp 20 sekunders film (dokumentasjon av viltets naturlige adferd), ble lydsporet avspilt i en 20 sekunders sekvens. Viltkameraene fortsatte å ta opp film gjennom denne perioden for å kunne dokumentere viltets respons på lyden. Deretter fortsatte viltkameraene opptakene i ytterligere 20 sekunder for å kunne dokumentere adferd hos viltet etter at lydsporet var avspilt.

Vintersesongen 2021 ble det testet ytterligere skremmelyder i tillegg utprøving av kombinasjon av de akustiske signaler med optiske stimuli (lys) for å undersøke om vi kunne få dyrene til å vike i en ønsket retning.

Vi fikk en klar og tydelig endring i adferden til hjorteviltet når lydklippene med hundebjeff og menneskestemmer ble aktivert. Samlet for hele forsøksperioden forlot i gjennomsnitt rundt 75 % av elgen fôringsplassen når den hørte menneskestemme avspilt. Dette var statistisk sikre forskjeller sammenlignet med de «naturlige» lydene fra svartspett og perleugle. Vi fant tilsvarende statistisk sikre forskjeller mellom hundebjeff og de «naturlige» lydene. Fluktresponsen hos viltet som hørte elghunden var imidlertid noe lavere sammenlignet med menneskestemmer. Svært få elg forlot fôringsplassen når de hørte naturlige lyder som svartspett og perleugle og de hadde mindre fart (svakere fryktrespons). Sett i forhold til målet med prosjektet som er å få viltet til å forlate jernbanelinjen, er dette svært positive resultater i og med at vi kan vise at man ved bruk av lyder som hjorteviltet assosierer med noe «farlig/skremmende» kan aktivere en fluktrespons.

Vi har gjennom hele prosjektperioden hatt et tett samarbeid med forskere fra Sveriges Landbruksuniversitet og EnviroPlanning. Gjennom felles planlegging av feltforsøk både i Norge og Sverige har vi sikret at resultater fra feltarbeidet i begge landene kan sammenlignes

direkte. En viktig del av samarbeidet har vært deling av felldata og utvikling av felles fillagrings- og analyseverktøy. Datamaterialet har blitt delt mellom forskerne i Sverige og Norge, samtidig vil dataene fra de ulike sesongene og topografiene komplettere hverandre.

Forsøkene ble finansiert av BaneNOR og Jernbanedirektoratet.

2 Bakgrunn

Viltpåkjørslers: I takt med økende befolkning, infrastruktur og transport, øker også antallet ulykker mellom kjøretøy og dyr over hele verden. I Norge skjer de fleste kollisjonene med ville dyr langs veiene, men også langs jernbanen er dette et stort problem (Rolandsen et al 2017; SSB 2021). Antallet påkjørsler har variert en god del over årene, noe som ser ut til å være avhengig av flere faktorer. I jaktåret 2019/2020 ble det rapportert om 8 555 kollisjoner mellom motorkjøretøy/tog og hjortedyr. Dette inkluderer 1 504 elg, 987 hjort, 6 064 rådyr, og 8 villrein (SSB, 2020b). Dette tilsier et gjennomsnitt på 24 påkjørsler av ville hjortedyr hver dag i løpet av et år (SSB, 2021).

Det er store forskjeller mellom de ulike hjorteviltartene. Mens i overkant av en tredjedel av elgene som ble registrert som påkjørt i 2020-21 ble påkjørt av tog, var det cirka fem prosent av rådyrene og hjort som ble påkjørt av tog. Resterende ble påkjørt langs vei. Samtidig viser svenske studier at det blir påkjørt nesten dobbelt så mange elg per kilometer jernbane som på bilvei, mens det motsatte er tilfellet for rådyr der langt flere blir påkjørt langs veiene (Seiler et al., 2011). Vi har ikke sett på årsaken til disse forskjellene mellom Norge og Sverige, men faktorer som forskjellig hastighet på togene mellom landene og høyere andel viltgjerd langs de mye trafikkerte veiene i Sverige kan være viktige. I Statistisk snetralbyrås oversikt over *Registrert avgang av hjortevilt utenom ordinær jakt* (SSB, 2020b) kan man se at siden 1990/91 har antallet rådyr som bil påkjørt gradvis økt og at i løpet av de siste fem årene har antall påkjørsler økt med 50 prosent. For elg har antallet som blir påkjørt på vei og jernbane gått ned de siste 10 årene, fra rundt 2 000 elg årlig til nå cirka 1 400-1 500 årlig. Bane NOR har i en årrekke arbeidet systematisk med rydding av vegetasjon langs sporet på flere av strekningene med høy påkjørselsfrekvens. I tillegg har flere kommuner har de siste årene gjort innsats med å redusere og stabilisere bestandsstørrelsene - noe som over tid kan ha bidratt til reduksjonen i antall påkjørsler av elg langs jernbanen i Norge. Enkelte steder (bl.a. i Østerdalen) har man i tillegg forsøkt å fôre elgen vinterstid for å holde den unna jernbanen. Antallet hjort har økt i den norske faunaen, og har det vært en gradvis økning fra rundt 200 påkjørsler rundt 1990 til omkring 1000 de siste jaktårene. Forskere ved NINA (Rolandsen et al., 2015) har i rapporten «*Dyrepåkjørsler på jernbanen i Norge 1991–2014*» sett på dyrepåkjørsler langs jernbanen og hvilke faktorer som påvirker dette. Det er en mulighet for at ikke alle påkjørsler med rådyr langs jernbanen blir registrert da dyrene er så lette at man ikke nødvendigvis blir oppmerksom på alle påkjørslene.

Tamrein og villrein: Det er også forskjeller mellom påkjørsler av tamrein og villrein. Antallet tamrein som blir påkjørt er langt høyere enn antallet villrein. Dette kan i hovedsak forklares ved at det går få jernbanelinjer gjennom villreinområdene. Ulykker med elg og rådyr er vanligst i fylkene Innlandet, Viken og Trøndelag, mens ulykker med hjort er mest vanlig nord i fylket Vestland (Sivertsen et al., 2010; Almaas, 2021). Lengre nord er det mest elg og tamrein som blir påkjørt. Dette problemet forsterkes ved at tamrein, til forskjell fra villrein, i liten grad skyr beiteområdene nærmere menneskelig infrastruktur. Mye tamrein kan derfor beite svært nærmere jernbanelinja med mindre de aktivt jages bort (Rolandsen et al 2017).

Kostnader ved viltpåkjørsler: Statens vegvesen har estimert de årlige samfunnsøkonomiske kostnadene ved ulykker med hjortedyr til rundt 600 millioner kroner (Muskhaug et al 2010: 64). I Norge er det ikke gjort noen beregninger av de totale

samfunnskostnadene for påkjørsler langs jernbanen, men i Sverige ble de samfunnsøkonomiske kostnadene for dyrekollisjoner med tog i 2014 anslått til rundt 1,5 milliarder SEK (Seiler et al. 2014). Seiler og Bardwaj (2020) konstaterer at det er langt mer ressursbesparende å forhindre at skade skjer enn å rydde opp etter skadene når de har skjedd. Det må nevnes at kostnadene i Norge, som følge av dyrepåkjørsler langs jernbanen, ikke er i nærheten så store som i Sverige. Dette fordi dagens norske tog, med lokomotiv og vogner, tåler dyrepåkjørsler langt bedre enn motorvognsett som er mer utbredt i Sverige (f.eks Flirt-toget). I fremtiden er potensialet for kostnadsøkning ved vilpåkørsel til stede, da det fortsatt kjører persontog med lok og vogner på fjerntogstrekningene (Oslo – Bergen, Oslo-Tr.heim Oslo – Stavanger, Tr.heim – Bodø), noe som vil endres. I motsetning til dyrepåkjørsler langs veiene er ikke dyrepåkjørsler med tog dødelige for mennesker, men det er et omfattende problem for infrastrukturforvaltere og jernbaneforetakene (Seiler & Ohlsson, 2017). Dyrepåkjørslerne med tog er ikke minst en stor utfordring for dyrevelferden. Viltneemder og jaktlag vitner om mange dyretragedier som finner sted når dyrene blir påkjørt, det er mange dyr som ikke dør momentant og det kan ta lang tid før skadede dyr blir avlivet.

Fordeling av viltpåkjørsler: Antallet påkjørsler påvirkes av flere ulike årsaker, blant annet årstider, temperaturer, tid på døgnet og snømengde på vinteren. Det skjer langt flere dyrepåkjørsler når det er mye snø i de ulike områdene (Gundersen et al., 1998; Solberg et al., 2009; Seiler et al., 2011). Dette ble ikke minst tydelig under den meget snørike vinteren 2017/2018 med 10 200 drepte hjortedyr, (de aller fleste langs vei) langt flere enn i normalår. I tidligere studier av faktorer som påvirker antall viltkollisjoner på vinteren langs Nordlandsbanen og Rørosbanen, var snødybden en viktig årsak til dyrepåkjørsler, jo større snødybde desto flere ulykker (Andersen et al., 1991; Gundersen & Andreassen, 1998; Gundersen et al., 1998). I studien av Nordlandsbanen forklarte snødybden så mye som 84% av midtårsvariasjonen. Forklaringen på dette er at det er mindre snø langs de brøytete sporene og at det derfor er lettere for viltet å oppholde seg på selve sporet, dvs. at de oppholder seg der over lengre tid. Mye snø langs sidene gjør det også mindre sannsynlig å hoppe ut i den dype snøen når en fare nærmer seg. Man ser også at i perioder med mye snø trekker dyrene ned i dalstrøk der jernbane og hovedveiene ligger. Det å få hjortedyrene til å vike ut i snøen er en stor utfordring som må løses. Videre påvirker antallet dyr i en populasjon mye. Mindre populasjon av en dyreart fører naturlig nok til et lavere antall påkjørte av arten. I tillegg vil toghastighet og toghyppighet (relativt), samt kurver på linjen ha innvirkning på antallet påkjørsler. På grunn av at det er ikke-lineær sammenheng mellom kollisjonsrisiko og populasjonstetthet av viltet, vil reduserende tetthet hos hovdyr mest sannsynlig redusere kollisjonsrisikoen kun marginalt, og bare i regioner med lav tetthet av viltet hvor kollisjonsrisiko uansett er relativt lav (Jasińska et al, 2019).

En studie fra Rørosbanen viste at tog som kjører om natten, om morgenen eller om kvelden har en høyere risiko for kollisjon med elg enn dagtog. Sannsynligheten for kollisjon var også høyere om netter med fullmåner sammenlignet med andre månefaser (Gundersen og Andreassen, 1998)

I en svensk studie viste GIS-analysene at elgkollisjoner er mer vanlig der det er mer skog, flere broer og tunneler, men færre veier langs med jernbanen. Påkjørsel av hjort er derimot mer vanlig i områder med mer åpent lende, flere elver og færre veier. Der hvor jernbanen krysser felles strukturer for vilt i landskapet, som f.eks. veier og vassdrag, øker dermed kollisjonsfrekvensen (Seiler et al., 2011). Forskerne i studien konkluderte med at utformingen

av jernbanen og forvaltningen av vegetasjonen langs sporet påvirker risiko for dyrepåkjørslar. Videre at rydding av vegetasjon kan redusere risikoen for ulykker hvis det utføres regelmessig og ofte, men kan bidra til økt risiko hvis de utføres sjeldnere. I studien vurderte lokførere at risikoen for kollisjoner øker når sikten langs jernbanen er dårlig og særlig i områder med tett kantvegetasjon. Dyrene oppdager ofte toget og faren for sent på tross av tradisjonelle tutesignaler (Seiler et al., 2011).

Seiler og Helldin (2006) viser til disse faktorene og konkluderer med at ansvaret for å forhindre påkjørsler ligger hos flere aktører: «Derfor er ansvaret for å motvirke kollisjoner mellom dyr og kjøretøy delvis hos transportmyndighetene (som bestemmer veiklassifisering, utforming og trafikkhastighet), delvis hos sjåføren (som bestemmer reell hastighet, oppdager og reagerer på dyr og kan unngå kollisjoner), og delvis med grunneier eller viltforvalter (som påvirker bestandsstørrelsen/-tettheten og fordelingen av naturtyper i forhold til en vei og derved påvirker dyrenes matfat og bevegelse)» (Seiler & Helldin, 2006).

Tiltak mot viltpåkjørsler: Forskingen så langt viser at det er få tiltak som virkelig er effektive for å forhindre togpåkjørslar av hjortedyr (Rolandsen, 2015; Seiler et al., 2017). De tiltakene som er mest benyttet kan deles opp i fire kategorier: 1) fysiske restriksjoner som holder dyrene borte fra vei og jernbane (vegetasjonsrydding, gjerder); 2) reduksjon av dyrestand lokalt (avledningsfôring, reduksjon i populasjoner); 3) strategier for å endre føreratferd (advarselsskilt, signalsystemer, hastighetsreduksjon); 4) tiltak for å få dyrene til å endre atferd (duftmarkeringer, signaler direkte overfor dyrene) (Rolandsen et al., 2017).

De mest brukte tiltakene, som vegetasjonsrydding langs jernbanen og inngjerding av spesielt belastede områder, gir varierende resultat og kan ha uheldige konsekvenser. Det er svært ressurskrevende å rydde skog langs sporet hyppig nok og i brede nok "korridorer" til å redusere omfanget av elgpåkjørsler. Ved vegetasjonsrydding vil det etter kort tid vokse opp nye trær med nye skudd som blir meget forlokkende for hjortedyrene. Dette tilsier at slike områder kan, dersom de ikke ryddes hyppig, ha motsatt effekt enn tiltenkt og heller tiltrekke seg dyr (Seiler et al., 2016). Rolandsen et al. (2017) peker også på de blandede erfaringene med siktrydding, der man rydder skogen langs vei og jernbanelinjer. De viser til at i Hedmark og Nord-Trøndelag ble det registrert en vesentlig reduksjon i antall elgpåkjørsler etter omfattende siktrydding langs jernbanen på 1980-tallet, mens effekten av senere rydding i delvis de samme områdene var beheftet med mer usikkerhet. Siktrydding kan ha mer effekt langs vei, der bilene har lettere for å stoppe når de ser dyr nær, eller på veien.

Ved inngjerding av jernbane eller vei så kan man hindre dyrenes naturlige bevegelse i landskapet. Det kan forekomme at dyrene kommer på innsiden av gjerdene og dermed blir «fanget» langs jernbanesporet eller veien. Begge tiltak krever tilsyn og vedlikehold. I en oppsummerende studie hovedsakelig fra veier i Nord-Amerika observerte man at for at viltgjerder skal ha god effekt, er det av avgjørende betydning at gjerdene er lange nok. Gjerdet med lengde under 5 kilometer gir mer usikre resultat (Huijser et al., 2016). Rolandsen (2017) peker på at disse resultatene stemmer godt overens med deres erfaringer fra Nordlandsbanen. Forskerne fant i den studien ingen klar nedgang i antallet tamreinpåkjørsler av et 4 kilometer langt gjerde på Saltfjellet. Forskerne konkluderte med at selv om gjerdet medførte en lokal reduksjon i antall påkjørsler der gjerdet var montert, ble det ikke registrert noen reduksjon når studieområdet ble utvidet. Videre at den mest sannsynlige årsaken til det var at flere dyr krysset ved endene av gjerdet hvor de ble påkjørt (Rolandsen et al., 2017). Det må presiseres at viltgjerder kan fungere tilfredsstillende. Forutsetningen er at de er lange nok for å unngå å

forskyve påkjørsler til endepunktene for viltgjerdene. I tillegg må det etableres tilstrekkelig antall faunapassasjer langs gjerdestrekningen. Utfordringen med faunapassasjer er kostbare dersom de må bygges ekstra (over-/undergang) og ikke er naturlige i landskapet (tunelloverganger). Negative effekter av viltgjerdene er påvirkning av dyrenes naturlige forflytning, deres mobilitet og muligheter til å utnytte ulike beiteressurser i et område. Videre viser også forskning at slike gjerdene skader og dreper mye fugl (hønsefugl / skogsfugl i særdeleshet) som kolliderer med gjerdene, særlig når gjerdene er høye og vanskelig å oppdage. Dyr kan også bli drept når de prøver å krysse gjerdene. Dette problemet øker når gjerdene er dårlig vedlikeholdt (Rolandsen et al., 2017). For å sikre viltets naturlige bruk av landskapet fordrer lange gjerdene at man har tilstrekkelig med viltverganger.

Effekten av tiltak mot viltpåkjørsler: Det er relativt få tekniske tiltak for å redusere omfanget av viltpåkjørsler, særlig med relevans for norske forhold som er vitenskapelig testet. I NIBIOs rapport «Evaluering av teknologiske løsninger mot tamreinpåkjørsel langs Nordlandsbanen» (Wagner et al., 2019) vurderte forskerne et antall nye teknologiske løsninger som har blitt prøvd ut for å redusere tamreinpåkjørsler langs Nordlandsbanen. De undersøkte tre ulike kategorier av forebyggende teknologiske tiltak mot tamreinpåkjørsler, både tiltak som holder dyr fysisk vekk fra linjen, varsler eller skremmer dyr vekk fra linjen eller varsler togføreren om å redusere hastigheten når det er dyr på linjen. De konkluderte med at det per 2019 ikke fantes noe ferdig teknologisk produkt som alene vil løse problematikken med reinpåkjørsler, men identifiserer i rapporten en rekke teknologiske verktøy som i større grad burde spesifiseres med hensikt på innsatssted og -tid. De anså at forskningen/testingen av tiltakene så langt ikke hadde kommet frem til kommersielt tilgjengelige systemer og at det derfor var et stort behov for mer forskning og langt flere feltforsøk. For lite kunnskap om effekten av varslende og skremmende lys- og lydsignaler på tamrein, og på grunn av manglende dokumentasjon av tamreinsens adferd mot varsler eller skremmende signaler, særlig i mørketiden, krever ytterligere utprøving av disse løsningene i feltforsøk.

De ulike teknologiske løsningene som har blitt testet for å forhindre kollisjoner med dyr langs veiene har hatt varierende effekt, og få av de vitenskapelige studiene med reflekser og reflektorer har vist noen ulykkesreduserende effekt (Seiler et al., 2017). Samtidig viser flere studier at bruk av lydstimuli kan være hensiktsmessige å bruke for å utvikle tekniske systemer langs jernbanen for å forhindre ulykker med hjortevilt. Særlig har man sett mest effekt, og lengst vedvarende effekt, på dyrenes atferd av lyder som har en naturlig mening for dyrene. Dersom slike systemer viser seg å være effektive mot påkjørsler, vil det være et meget kostnadseffektivt tiltak sammenlignet med sperregjerdene (Seiler & Olsson, 2017). Disse systemene vil også kunne være mer dyrevennlige i den forstand at de ikke vil hindre dyrenes naturlige bruk av landskapet. Viktig i utformingen av slike tekniske systemer er å bygge på tidligere kunnskap og forskning om bruk av teknologi for å holde dyr borte fra veiene og jernbanelinjene. Her følger en kort oppsummering av relevant forskning på tiltak som kan endre dyrenes atferd ved jernbanelinjene.

Habituering (tilvenning): Habituering er vanlig forekommende når man utsetter dyr for stimuli over en viss periode. Det vil si at dyrene tilpasser seg en skremmelyd og etter hvert slutter å reagere på lyden (Reimers, 2018). Dette er en utfordring ved utforming av varslingssignaler som skal skremme dyr bort fra fare. Habituering har blitt observert i flere forsøk ved utprøving av varselreflektorer som gir en lysrefleks som skal alarmere dyr når en bil passerer. Disse har kun hatt en kortsiktig eller ingen effekt (Benten et al., 2019; Brieger et al., 2017; Seiler et al., 2017; Sivertsen et al., 2010). Feltforsøk har vist at refleksjonene til

reflektorene var overraskende svake og nesten ubetydelige når frontlykten lyste på disse, og at selv under optimale forhold kan refleksjonen være synlig som et svakt lys i noen sekunder før frontlykten blir synlig i omgivelsene. Det virker lite sannsynlig at et slikt kort og svakt lyssignal kan påvirke dyrenes atferd og føre til en betydelig reduksjon av ulykker (Seiler et al., 2017).

Statens vegvesen testet et kombinert optisk og akustisk system som sendte ut hørfrekvent lyd og blinkende lys når biler var til stede. Dette tiltaket reduserte ikke kollisjonene med elg i testperioden (Sørensen, 2017). I Danmark undersøkte man om veimerking som ga lyd når biler passerte hadde en effekt i å holde rådyr borte fra veiene. Resultatene viste en viss effekt fra start, men avtok sterkt med tiden, noe som indikerer at rådyrene ble vant til lyden, dvs. at det skjedde en habituering (Ujvári et al., 2004). Videre viste en tysk randomisert kontrollert studie ingen effekt av reflekser/reflektorer på påkjørsler av rådyr (Brieger et al., 2017).

Forskere foreslår at habitueringen til lyd kan ha sammenheng med at lydene ikke opplevdes som truende for dyrene. Flere undersøkelser har vist at bruk av naturlige lyder, som er kjent for dyrene og aktiverer en fryktrespons, kan ha sterkere, og mer langvarige effekter (Babinska-Werka et al., 2015; Shimura et al., 2018). Det er rimelig å anta at naturlige lyder fra predatorer vil kunne ha større effekt på hjortevilt enn lyder som dyrene ikke har noe naturlig forhold til. Flere studier antyder at de fleste pattedyr reagerer på lyden av rovdyr eller rovdyrrelaterte lyder (Blumstein et al., 2007; Hettena et al., 2014). Det er også vist at noen dyr har en medfødt anti-rovdyrrespons på lyder fra visse rovdyr, selv om rovdyrene er fraværende (Makin et al., 2019). «Tilstedeværelse av store rovdyr fører vanligvis til økt årvåkenhet, endring i bruk av habitat, aktivitetsmønstre og størrelse på gruppen (Sand et al., 2016). Dette er også velkjente anti-rovdyrstrategier for hjortedyr (Lingle & Pellis, 2002)». En studie som observerte hovdyrs reaksjoner på løvebrøl så at det var størst reaksjon hos dyrene som levde sammen med løvene, men også den andre gruppen viste stor respons. Forskerne mener studien indikerer at arter under den største trusselen fra et rovdyr (f.eks. som foretrukket byttedyr) kan opprettholde medfødte anti-rovdyrrespons mot et fraværende, men farlige, rovdyr lenger enn mindre foretrukne byttedyr. Resultatene viste også at signaler fra farlige rovdyr kan ha større innvirkning på anti-rovdyrsadferd enn alarmkall for noen byttedyrarter (Makin et al., 2019). Mange dyr vurderer risikoen for et predatorangrep ved å lytte til og evaluere rovdyrenes lyder. I en studie fant man at på tross av at viltet ikke hadde noen erfaring med lyden av et rovdyr, så reagerte det sterkt på lyden av et rovdyr som har jaktet på arten lang tid tilbake (ikke siden tidlig på 1900-tallet; Hettena et al., 2014).

Japanske forskerne ved Masateru har undersøkt effekten av akustiske lyder for å skremme hjortedyr bort fra jernbanelinjene, både fra toget og langs sporene (Shimura & Ushiogi, 2018). De brukte en kombinasjon av alarmlyd fra hjort samt hundebjeff. Her hadde bruk av naturlig alarmlyd en signifikant effekt for å forhindre påkjørsler. Feltforsøk viste at dyrene reagerte umiddelbart på den naturlige skremmelyden. Videre ble frekvensen av observerte hjortedyr langs linjene redusert med 45 prosent, per 100 kilometer togdrift.

Andre studier har også vist et mønster der dyr reagerer sterkere på enheter som spiller lyder assosiert med naturlige rovdyr enn andre slags lyder (Babinska-Werka et al., 2015; Koehler, 1990). En endring i atferd ut til å være et vanlig mønster for flere arter når dyr blir utsatt for en forstyrrelse assosiert med det "menneskelige superrovdyret" (Smith et al., 2017). I Norge og Sverige er i dag mennesker den mest betydningsfulle predatoren for hjortevilt. I en nord-svensk studie undersøkte man virkningen av menneskelig aktivitet på byttedyr-rovdyrsadferd. I et kontrollert feltforsøk uten ulver i Nord-Sverige ble elgenes atferd, dvs den individuelle anti-rovdyratferd under jaktaktivitet ved hjelp av en hund observert. Elgene var mer aktive, hadde større 24-timers aktivitetsområder og forlot området etter forstyrrelsen. Forskerne

konkluderer med at studien støtter eksistensen av flere anti-rovdyrstrategier innen en art, selv når rovdyr er fraværende. Videre ser de en fordel med en blandet strategi hos dyrene kan være gunstig når et nytt rovdyr til slutt kommer inn i den aktuelle faunaen. Flukt var den mest forekommende reaksjonen. Flukt er mer tilpasset reaksjon på menneskelig jakt enn mot ulvepredatorer da konfrontasjon til en viss grad kan være mer hensiktsmessig (Ericsson et al., 2015).

2.1 Prosjektmål og forskningsspørsmål

Før en iverksetter investeringer i stasjonære eller mobile viltvarslingssystemer langs jernbanen behøves et solid kunnskapsgrunnlag rundt hvordan dyrene reagerer på ulike skremme- og varslingssignaler. Det er behov for kunnskap om hvilke(n) responser viltet reagerer med på skremmesignalene og hvordan systemene fungerer under ulike værforhold og topografi. Dette kan gjennomføres på fôringsplasser for vilt der man vet at et stor antall vilt oppholder seg gjennom vintersesongen.

Målet med prosjektet var å teste hypotesen om at å utsette hjortedyr for stimuli fører til økt oppmerksomhet og aktiverer fluktresponsen. Dette vil kunne fremkalle en endring i adferd der dyrene forlater området der lyden blir aktivert. Tidligere forskning har vist at dyr reagerer lite på tradisjonelle tutesignaler fra togene (Bhardwaj og Seiler: i manus). Disse signalene ser ikke ut til å ha utløse noen naturlig fryktrespons hos viltet. I dette prosjektet har vi tatt utgangspunkt i en arbeidshypotese om at naturlige lyder fra predatorer kan skremme hjorteviltet i større grad enn lyder som ikke har noen mening for dyrene, og at disse lydene kan få dyr til å vike bort fra et område. Vi har forsøkt å kartlegge hvilke lyder som har størst effekt på viltet, og dermed vil være mest hensiktsmessig å bruke for å aktivere fluktresponsen hos hjorteviltet slik at de flytter seg bort fra jernbanesporene.

Basert på slike skremmelyder er målet å utvikle et system, enten etablert langs jernbanen eller montert på togene, som påvirker hjortedyrenes adferd. Gjennom aktivering av skremmelyden er hypotesen at hjorteviltet vil ha tid til å oppdage toget i tide, bli skremt til å vike bort fra sporet, og kollisjoner kan i større grad forhindres. Innledningsvis fokuserer prosjektet på å få mer kunnskap om hjortedyrs reaksjoner på lyder som er antatt å kunne oppfattes som predatorer av hjorteviltet. Dette gjøres gjennom observasjon av adferden etter at de har blitt eksponert for de aktuelle lydene.

Prosjektet effektmål er å minimere dyrepåkjørsler langs jernbanelinjene. Det sentrale resultatmålet i prosjektet er å legge et vitenskapelig grunnlag for å utvikle et innovativt og fleksibelt viltvarslingssystem som skal påvirke dyrene til å trekke bort fra jernbanelinjene når togene skal passerer uten å begrense dyrenes bevegelsesmuligheter i landskapet. Et vel fungerende varslingssystem vil redusere omfanget av dyrelidelser, føre til en bedre hverdag for togfører og gi store samfunnsøkonomiske besparelser.

Et annet mål/positiv effekt av prosjektet er at gjennom nye metoder for sikring av jernbaner og veier mot dyrepåkjørsler, reduseres konfliktene mellom transport, naturvern, og naturforvaltning.

De sentrale spørsmålene er:

- -Hvordan reagerer ulike hjortevilt på ulike lyder?
- -Hvor lang tid tar det fra signalet aktiveres til viltet responderer?

- -Hvordan er atferdsmønsteret til viltet etter eksponering av de ulike signalene?
- -Hvor kraftfull er styrken på eventuell respons (f.eks. økt oppmerksomhet, rolig forflytning eller panikk)?
- -Hvor stor er fluktavstanden (i den grad man kan se det i videokameraet)?
- -Hvor lang tid tar det før viltet trekker tilbake til fôringsplassen/saltsteinsplassen?
- -Hvordan fungerer de tekniske systemene i ulik topografi og under ulike værforhold?



Bilde 1. Elg ved foringsplass langs Birkebeinerveien i Stor-Elvdal.

3 Metodikk

Feltarbeidet i prosjektet ble startet opp i januar 2020 etter et halvt års planlegging. På forhånd hadde det norske forskningsteamet inngått et nært samarbeid med forskere fra Sveriges Landbruksuniversitet, og samlet personer med erfaring og kompetanse innenfor tematikken i en faggruppe. Møtene og dialogene med disse og representanter fra BaneNOR under planleggingen sikret et mest mulig erfaringsbasert og vitenskapelig kunnskapsbasert grunnlag i utarbeidelse av valg av metode, forsøksoppsett og gjennomføringsplan.

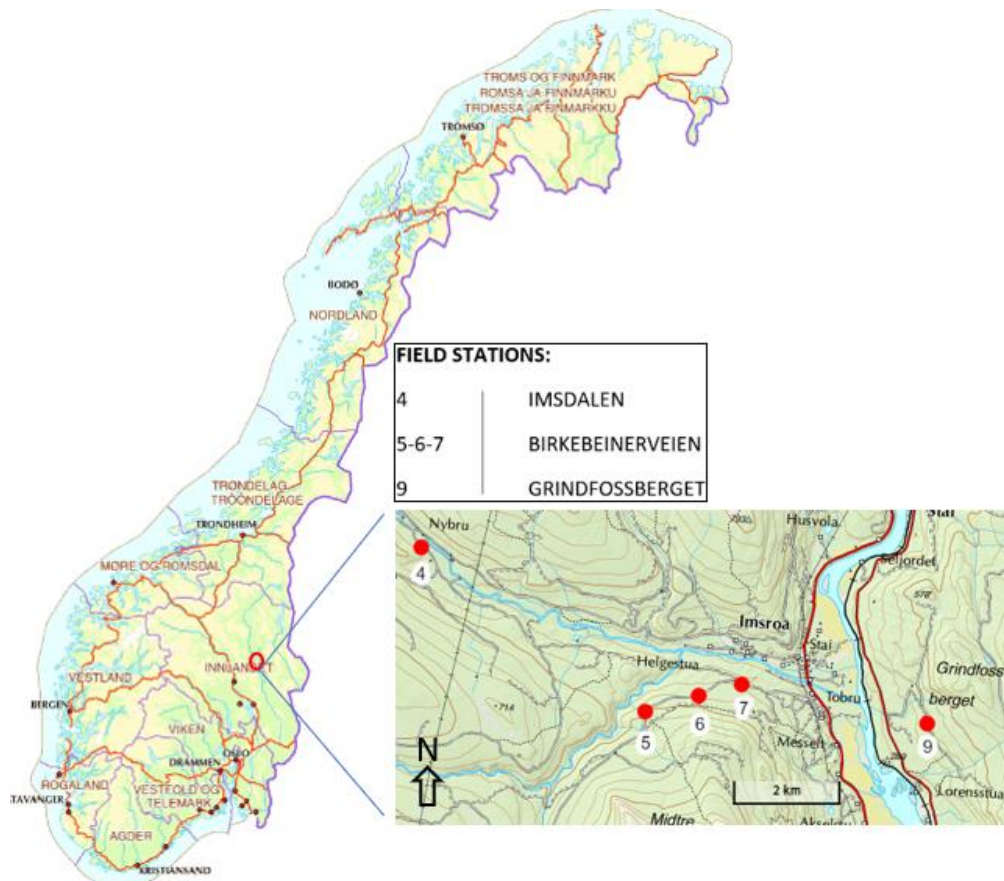
3.1 Forsøkslokaliteter

Feltarbeidet ble gjennomført gjennom to vintersesonger i Stor-Elvdal kommune. Stor Elvdal ligger i Østerdalen, i Innlandet fylke i Norge. Dette området har typisk innlandsklima med relativt kalde vintre og lite nedbør (Dannevig, 2020). Stor-Elvdal er en kommune med stor elgstamme, men en finner også hjort og rådyr i området. Eksempelvis ble det i jaktseasonen 2020 skutt 523 elger i Stor-Elvdal kommune, bare to andre norske kommuner hadde et høyere antall flete elg dette året (SSB, 2020a; Almaas 2021).

Det er årlig mange dyrepåkjørsler både langs veiene (særlig langs 'riksvei 3) og langs Rørosbanen (Gundersen et al., 1998). Studiested Evenstad, Fakultet for anvendt økologi, landbruksfag og bioteknologi Institutt for skog- og utmarksfag ligger i kommunen, med svært kort avstand det planlagte forsøksområdet, til noe som underlettet arbeidet ute i felt. Feltarbeidet i Norge var planlagt gjennomført mens hjorteviltet trakk til og oppholdt seg i nærheten av fôringsplassene. Gjennom mange år har det vært gjennomført fôring (bilde 1, 2 og 3) et stykke oppe i lisdene og sidedalene for å holde viltet unna dalbunnen med den sterkt trafikkerte veien og jernbanen. Fôringen gjennomføres i perioden med dyp snø og avsluttes når snøsmeltingen begynner i slutten av mars/begynnelsen av april. Viltet trekker bort fra fôringsplassen når fôringen avsluttes. Vi var derfor sikre på at det kom til å være hjortevilt ved disse fôringsplassene når feltforsøkene skulle gjennomføres.



Bilde 2. Elg og hjort ved fôringsplass Grindfossberget (nr 9) i Stor-Elvdal.



Figur 1. Plassering av de ulike fôringsstasjonene der det ble gjennomført feltforsøk vinteren 2020 og 2021, Stor-Elvdal kommune. Figuren er hentet fra Almås (2021).

Under planleggingen av prosjektet var totalt 10 ulike fôringsstasjoner vurdert som aktuelle for gjennomføring av forsøkene. Disse stasjonene var fordelt i Imsdalen, langs Birkebeinerveien og ved Grinfossberget, alle i Stor-Elvdal kommune (Figur 1). Forsøkene med observasjon av adferden hos viltet som respons på at de ble eksponert for ulike lydfiler ble gjennomført på fem fôringsstasjoner (Figur 1).

Innenfor rammene til prosjektet ble det inngått en avtale med grunneierne for de tre aktuelle områdene om at vi kunne få gjennomføre kontrollerte eksperimenter ved noen av deres fôringsplasser for hjortevilt mot at vi var med å spleise på rundballefôret som ble lagt ut ved fôringsplassene. Grunneierne hadde fått dispensasjon fra reglene om å ikke legge ut fôr til hjortedyr, noe som ble innført for å forhindre spredning av skrantesyke. De hadde dermed tillatelse til å drifte et større antall fôringsplasser i Østerdalen for å hindre at viltet trakk ned på den sterkt trafikkerte Riksvei 3 og Rørosbanen.

En viktig forutsetning for at forsøkene kunne gjennomføres, var at det ikke ble gjennomført så hyppig, og effektiv skremming at viltet trakk permanent vekk fra fôringsplassene og ned i dalen til Riksvei 3 og Rørosbanen. I tillegg satte vi som kriterium at ingen av de utvalgte fôringsstasjonene skulle være mindre enn en kilometer unna Riksvei 3 og jernbanen. Det vil si at de utvalgte fôringsplassene var plassert oppe i lia og inn i sidedalene til Østerdalen. I tillegg skulle det være minst en kilometer mellom hver forsøksstasjon for å unngå at lyder som ble aktivert på en stasjon påvirket viltet på en av de andre stasjonene.

Før forsøkene ble startet opp ble det søkt om tillatelse fra Forsøksdyrnsnemnda til gjennomføring av forsøkene. Nemnda hadde ingen innvendinger mot gjennomføringen av de planlagte forsøkene som ikke krevde tillatelse fra Forsøksdyrnsnemnda.

Den første feltsesongen ble gjennomført fra februar til april i 2020. I 2021 ble det gjennomført forsøk fra januar og ut mars måned. Forsøkene i 2021 ble utført ved noen av de samme forsøkslokalitetene som i 2020. I 2021 repeterte vi deler av forsøket i 2020 (for å få bredere database) i tillegg testet vi andre lyder, og utvidet forsøket med en kombinasjon av lyd og lys.



Bilde 3. Utkjøring av rundballer ved foringsplass Grindfossberget (nr 9) i Stor-Elvdal.

3.2 MASS-enhetene

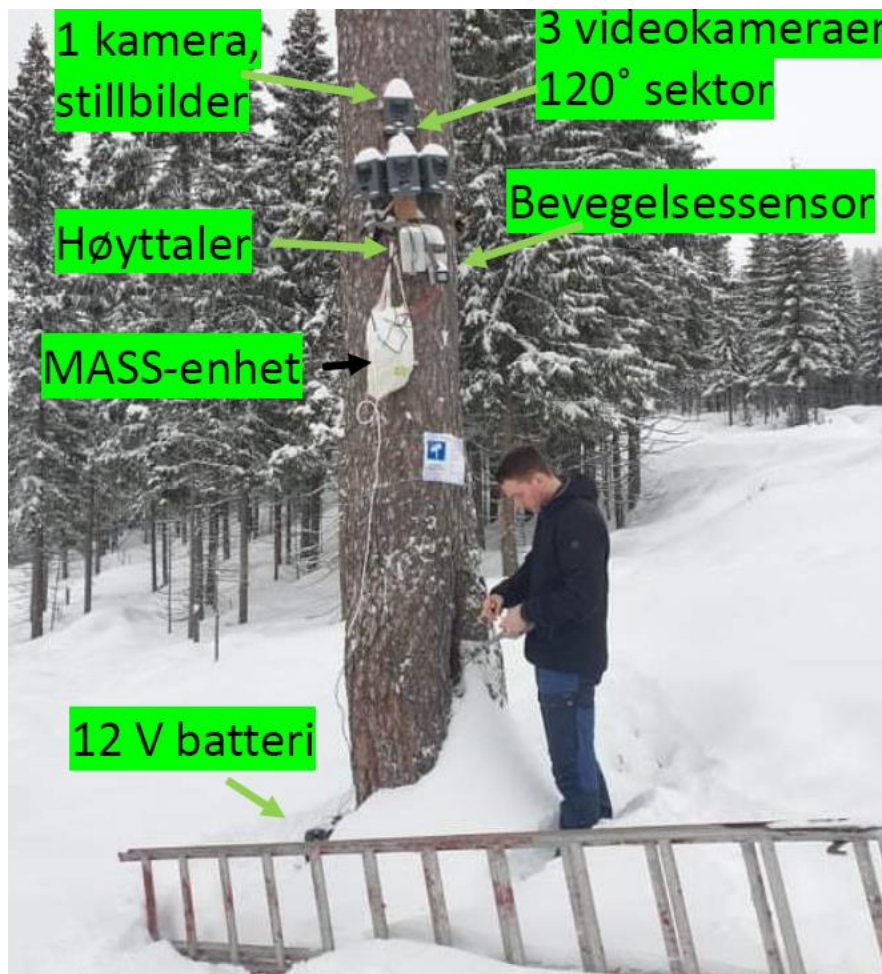
For gjennomføringen av forsøkene har vi i samarbeid med Sverige og NTNU i Trondheim og fått produsert en teknisk enhet som aktiverer avspilling av en MP3-lydfil når en bevegelsessensor blir «trigget». Den engelske betegnelsen på systemet er «Motion Activated Scare System» med forkortelsen MASS-enhet. Denne forkortelsen vil bli benyttet videre i denne rapporten. MASS-enheten er basert på spesifikasjonene utviklet av forskere i Game Safe Rail-prosjektet. MASS-enheten har blitt brukt både ved foringsplassene i Østerdalen og ved saltsteinsplassene i Grimsö.

MASS-enheten var utstyrt med en eksternt tilkoblet passiv infrarød bevegelsessensor (PIR) som skulle aktiveres av bevegelsen til viltet (Figur 2). Deretter starter MASS-enheten avspilling av en MP3-fil, enten umiddelbart, eller etter en forhåndsprogrammert forsinkelse. MASS-enheten styres av en enhet (datamaskin) produsert av Raspberry Pi (Raspberry Pi Foundation,

UK). MASS-enheten var programmert til, etter forhåndsbestemte intervaller, å spille av MP3-filer som på forhånd var lagret i egne filer på et eksternt datalager (minnepinne). I tillegg hadde MASS-enheten utganger til ekstern høyttaler og eksterne videokameraer (Figur 2). MASS-enheten lagret en logg med tidspunkt for aktivering av bevegelsessensor og hvilken lyd som ble spilt av ved hver aktivering av systemet. Vi brukte et 12 volts bilbatteri som energikilde til hver MASS-enhet. I utgangspunktet ble det byttet til et oppladet batteri en gang per uke, men noe hyppigere i kalde perioder (under 10 minusgrader).

I feltforsøkene brukte vi tre «viltkameraer» av typen RECONYX Hyperfire 2 pro (RECONYX, Inc., Holmen, WI, USA) på hver av fôringsplassene. Kameraene var koblet opp mot MASS-enheten slik at disse startet å ta opp film når de fikk signaler fra MASS-enheten. Kameraene var plassert ved siden av hverandre slik at de dekket en bredere sektor/del av fôringsplassen. Hvert kamera dekket 38 grader, slik at en samlet dekket 114 grader av «synsfeltet». Både MASS-enheten og kameraene ble hengt opp i trær i nærheten av fôringsplassene. Utstyret ble forsøkt hengt opp så høyt at det var utenfor rekkevidden til elgen. Det ble også satt opp skriftlig informasjon om prosjektet ved teststasjonene om at det pågikk et forskningsprosjekt i området. Den avspilte menneskestemmen ga også informasjon om dette.

I tillegg var det utplassert et enkelt viltkamera, av samme type som brukt til videoopptakene, ved hver av fôringsplassene. Disse var innstilt til å ta enkeltbilder hver gang den innebygde bevegelsessensoren i kameraet ble aktivert. Hensikten var å få oversikt over hvor raskt viltet returnerte til fôringsplassen etter at MASS-enheten hadde aktivert avspilling av et lydklipp. I tillegg ville informasjon fra disse kameraene gi økt informasjon om hvor mye hjortevilt som samlet seg ved de ulike fôringsstasjonene.



Figur 2. MASS-enhet med bevegelsessensor, høytaler, 3 videokameraer og batteri. Øverst er plassert viltkamera for stillbilder.

3.3 Avspilling av lyder

MASS-enheten var programmert til å spille av MP3-lydfiler fra en filstruktur som var delt inn i 24 “mapper”, en mappe for hver time i døgnet. Vi brukte fem ulike lydfiler, der alle varte i 20 sekunder. Den ene MP3-fila var uten lyd (“blank lyd”). Det betyr at når MASS-enheten spilte av denne MP3-fila hørtes ingen lyd foruten eventuelle “tekniske” lyder fra den aktiverte MASS-enheten. Denne blanke lyden ble brukt som kontroll, både for å se på hjorteviltet naturlige adferd, og kontrollere at det ikke var noen «tekniske» lyder fra MASS-enheten som viltet reagerte på.

Vi brukte fire hørbare lydklipp i MASS-enheten. To av lydene skulle hjorteviltet assosiere med predatorer. Dette var lyden av bjeffende elghund og en menneskestemme (tale med naturlig stemme). I tillegg to naturlig forekommende “ufarlige” lyder for viltet. Dette var svartspett (*Dryocopus martius*) og perleugle (*Aegolius funereus*). Alle lydene var utvalgt i samarbeid med det svenske forskerteamet slik at vi kjørte parallelle forsøk i Norge og Sverige (Lodnert, 2021). For å informere tilfeldige forbigående hadde vi hengt opp informasjonsplakat om prosjektet. I tillegg ble dette formidlet av menneskestemmen som MASS-enheten aktiverte.

Både i Norge og Sverige er jakt den hyppigste dødsårsaken til elg (Graesli et al., 2020; Solberg et al., 2009). Mange elgjegere bruker i tillegg elghund på jakt. Derfor antok vi at både lyden av menneske og bjeffende elghund ville oppfattes som truende for viltet. Noe som igjen var

forventet å ville utløse antipredatoradferd, som bla. økt oppmerksomhet og flukt hos hjorteviltet.

Både svartspetten og perleugle er naturlig forekommende i Østerdalen. For å tilpasse avspillingen av lydene til fuglenes naturlige adferd, plasserte vi MP3-lydfilene med svartspett i mappene som ble avspilt av MASS-enheten i dagslys. Lyden av perleugle ble avspilt i den mørke perioden av døgnet i og med at den er nattaktiv. Disse lydene var valgt for å studere hjorteviltets adferd når de hørte naturlig forekommende lyder som de ikke skulle oppfatte som truende.

Feltsesongen 2021 brukte vi kun lyden av elghund og menneske i tillegg til den blanke lyden. Dette var fordi vi hadde tilstrekkelig mange videoer med svartspett og perleugle. Da vi hadde fått tilstrekkelig med videoopptak av samtlige lyder, prøvde vi ut en ny lyd feltsesongen 2021. Dette var opptak av et tog som passerer. De første sekundene i opptaket høres togfløyta, deretter går det noen sekunder før man hørte lyden av at selve toget passerte.

3.4 Lyssetting av deler av fôringsplassen vinteren 2021

For å undersøke om viltet lot seg styre mot, eller bort fra opplyste områder forsøkte vi å lyssette deler av fôringsplassen vinteren 2021. Det ble montert 12 volts LED-lyskaster som ble plassert slik at den, når den var tent, lyste opp halve fôringsplassen som var dekket av videokameraene. Lyskasteren var koblet opp mot MASS-enheten, slik at den ble tent 10 sekunder etter at MASS-enheten hadde startet videokameraene. Deretter var lyskasteren tent i en 20 sekunders periode. I forsøksperioden ble enkelte ganger lyskasteren og ingen (blank) lyd spilt av, andre ganger ble lyskasteren tent i kombinasjon med menneskestemmen.

3.5 Oppsett av MASS-enheten

For å kunne studere viltets respons på skremmelydene var MASS-enhetene programmert til å starte videokameraene 20 sekunder før avspilling av MP3-lydfila med skremme-/naturlig lyd skulle aktiveres. Videokameraene fortsatte opptak gjennom de 20 sekundene som lydklippene ble avspilt og fortsatte opptak i ytterligere 20 sekunder. Dermed fikk vi 60 sekunders videoopptak hver gang MASS-enheten ble aktivert. Hver slik sekvens inneholdt dermed tre 20 sekunder opptak med viltets adferd før, under og etter at lyden ble avspilt. Både på grunn av begrenset lagringskapasitet i videokameraene og for å gi hjorteviltet tid til å komme tilbake til fôringsplassen ble MASS-enheten satt i 15 minutters pausemodus etter hver gang denne var aktivert. Det kunne dermed maksimalt bli avspilt fire lydklipp per time.

Gjennom feltperioden ble det flere ganger foretatt justeringer av oppsettet i MASS-enheten. På grunn av sterk fluktrespons hos hjorteviltet i begynnelsen av forsøksperioden ble det nødvendig å forlenge intervallene mellom hver gang skremmelyder ble avspilt. Vi ønsket ikke å skremme viltet ned i dalbunnen, med økt fare for påkjørsel langs riksvei 3 og Rørosbanen som mulig resultat. I hver av de 24 mappene med lydfile la vi inn tre ekstra filer med blank lyd. Sannsynligheten for å spille av en av de to skremmende lydene (elghund og menneskestemme) ble dermed redusert fra 50% (2 av 4 filer) til 29% (2 av 7 filer).

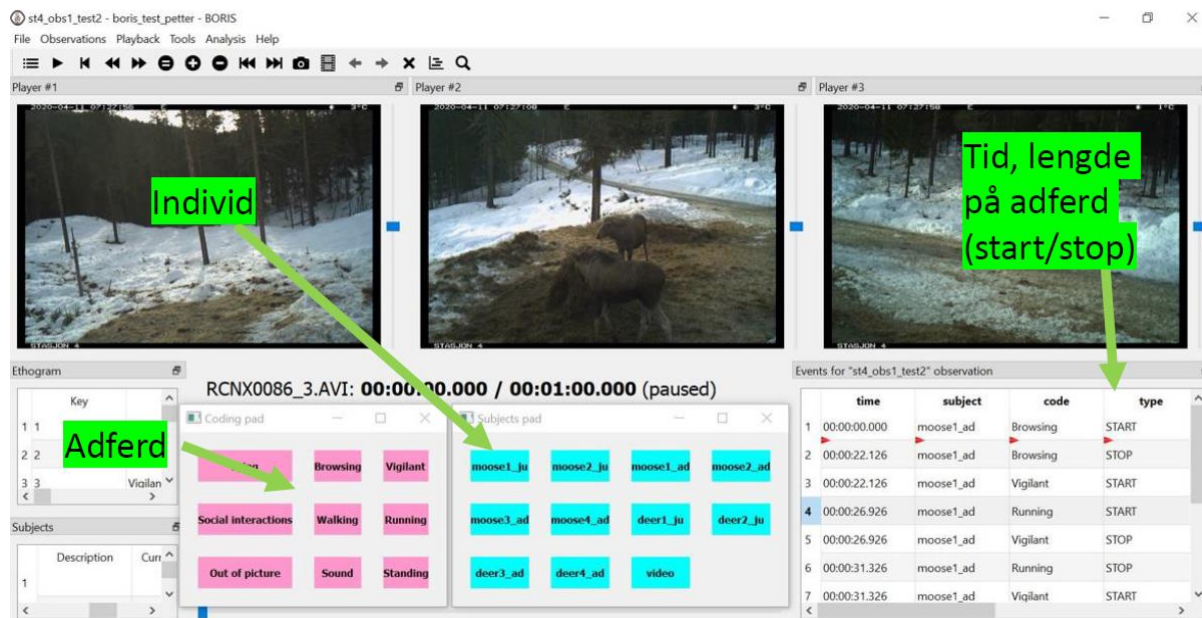
3.6 Databearbeiding

Det innsamlede datamaterialet bestod av tre parallelle 60 sekunders videoopptak fra hver gang MASS-enheten var aktivert, logfiler med tidspunkt for aktivering og hvilken lyd som var aktivert. Dataene ble sortert, og kun videoer med opptak av hjortevilt ble brukt i den videre dataanalysen. Det var en del videoopptak der bevegelsessensoren i MASS-enheten hadde blitt aktivert av mennesker, biler, rovvilt, fugler eller greiner som beveget seg i vinden. Alle disse videoene ble ekskludert fra det videre analysearbeidet.

Det ble opprettet et felles område for datalagring der både de norske og svenske observasjonsdataene ble lagt inn. En stor fordel med dette var at vi kunne samarbeide om analyse av forskningsdataene og dermed få en større database. Noe som igjen gir grunnlag for å trekke sikrere konklusjoner under analyser av dataene.

3.7 Dataanalyse

Videoopptakene ble analysert i dataprogrammet BORIS (Behaviour Observation Research Interactive Software). Analysen gikk ut på å kategorisere adferden til elg og hjort ut fra videoopptakene. De tre videoopptakene blir i BORIS avspilt samtidig ved siden hverandre (Figur 3). Man har dermed mulighet til å følge adferden til flere dyr samtidig. BORIS inneholder også funksjoner for å kunne utarbeide etogrammer (adferden fordelt på ulike kategorier) og fordele denne adferder på tidsperioder (Friard et al., 2016). Hvert individ på videoene ble analysert individuelt så lenge de oppholdt seg innenfor sektoren som videokameraene dekket. Når et dyr forsvant ut av bildet, ble den registrerte adferden registrert som avsluttet (Figur 3). For å kunne sammenligne med forsøkene som ble gjennomført i Sverige, ble også disse videoene analysert i BORIS (Lodnert, 2021).



Figur 3. «Skjermdump» som viser analyse av tre videofilmer med analyseprogrammet BORIS. For hvert individ registreres adferd og varighet av denne.

Sammen med de svenske partnerne ble vi enige om en felles definisjon av adferden til hjorteviltet. Definisjonen av de ulike adferdene ble beskrevet i et etogram og tidspunkt for start og stopp av de ulike adferdene ble registrert i BORIS.

Følgende atferdskategorier ble benyttet under kategorisering av dataene i BORIS:

1. Liggende: Dyret ligger på bakken, inkluderer både hvile og drøvtygging
2. Stående: Dyret står, inkluderer både hvile og drøvtygging.
3. Spiser: Dyret står i nærheten av maten (rundballefôret) og spiser eller drøvtygger.
4. Vaktson: Lytter, se seg rundt. Hodet opp, ørene opp, årvåken.
5. Sosiale interaksjoner: To eller flere av dyrene samhandler (berører hverandre, kjemper/knuffer, jager).
6. Gå: Beveger seg i rolig tempo
7. Løping: Beveger seg i raskt tempo.

Under de statistiske analysene (se Almås, 2021) ble adferden til hjorteviltet delt i tre sentrale adferdskategorier:

1. Spiser: Spiser/tygger og/eller oppholder seg nært fôret
2. Årvåken: Ser opp/rundt seg, ørene opp/lytter
3. Forlater området: Er tydelig på vei bort fra fôringsplassen.

For gradering av responsstyrke fordelte vi adferden i en responskala som gikk fra 1 – 5:

1. Dyrene er helt rolige, ligger, sover, tygger drøv, visert ingen tegn på stress.
2. Dyrene står, går rolig, spiser, kan se seg omkring
3. Årvåken, lytter, stopper å spise, ser seg rundt
4. Går bort fra området, snur seg bort, begynner å gå bort
5. Flykter raskt, i panikk

De statistiske dataanalysene var basert på adferdsdataene fra videofilmene som var kategorisert i BORIS. Andelen individer som forlot fôringsplassen og andelen av tiden som viltet brukte tiden på andre aktiviteter ble brukt som responsvariabel i modellen. For utfyllende beskrivelse av analysene se Almås (2021). Følgende variabler ble benyttet i modellen: Andel av individene som forlot fôringsplassen under og etter at lydklippet var avspilt. Andel av tiden brukt til spising før, under og etter at lydklippet var avspilt. Andel av tiden brukt til å være årvåken før, under og etter at lydklippet var avspilt.

Utfyllende beskrivelse av de statistiske modellene er presentert i Almås (2021). For å analysere andelen elg som forlot fôringsplassen og årvåkenhet når de ble eksponert for de forskjellige lydstimulene, ble det benyttet en generell lineær blandet modell (GLMM) (Zuur et al., 2009). Modellen for elg besto av en tilfeldig effekt, i dette tilfellet nummeret (ID) på fôringsstasjonen, i tillegg til de andre effektene (variabler). Den tilfeldige effekten ble brukt til å kontrollere flere observasjoner på samme stasjon. For hjort var det bare observasjoner fra en stasjon og tilfeldig effekt var ikke nødvendig for den arten og en generell lineær modell (GLM) ble benyttet. Modellene ble testet for flere miljømessige forklaringer (vind, prøvedag, antall fokusdyr, totalt antall dyr, andel av unge dyr) i tillegg til hovedvariabelen lyd.

3.8 Statistisk databehandling

Datamaterialet ble organisert i dataprogrammet Microsoft Excel, mens de statistiske analysene ble gjennomført i programvaren Rstudio (RCoreTeam, 2020). Det ble gjennomført separate analyser for henholdsvis elg og hjort. Videoanalysen fra kontrollstudien ble videre analysert i Microsoft Excel med beregninger av gjennomsnittlig tid brukt på ulike typer atferd før, under og etter at skremmelyden ble aktivert.

Valget av den best tilpassede modellen ble gjort av masterstudent Petter Almås (Almås, 2021) med AIC (Akaike informasjonskriterium) modellvalg, hvor kvaliteten på hver modell, i forhold til de andre modellene, ble estimert (Leeuw, 2011). Basert på AIC-modellutvalget ble modeller med en $\Delta AICc$ mindre enn 2 valgt som de beste modellene. I noen tilfeller endte det med mer enn en modell med $\Delta AICc$ mindre enn 2. I disse tilfellene ble modellen med lavest $\Delta AICc$ inkludert interaksjonen mellom variablene "lyd" og "prøvedag" for modellene med andel dyr som forlater stedet, og samspillet mellom "lyd" og "tidsperiode" for modellene for andel av tid brukt / våken valgt.

4 Resultater

Gjennom feltsesongen 2020 fikk vi 11.755 bilder fra viltkameraene som var utplassert på fôringsstasjonene der vi registrerte totalt 39.596 elg, 17.464 hjort og 356 rådyr (de samme individene mange ganger). Under feltarbeidet i 2021 ble det også registrert et stort antall elg og hjort. Disse bildene gav grunnlag for utvelgelse av videoer for videre dataanalyser. I tabell 1 er det presentert oversikt over antall videoer som har blitt valgt ut og benyttet i det videre analysearbeidet.

Tabell 1. Totalt antall videoer, antall videoer med elg og antall videoer med hjort som ble brukt for å analysere dyrenes adferd som respons på de ulike lydene samt lysstimuli i 2020 og 2021.

År	Totalt antall videoer	Videoer med elg	Videoer med hjort
2020	634	340	321
2021	243	243	-

I tabell 2 er det presentert en oversikt over antall videofilmer av henholdsvis elg og hjort fordelt på de ulike lydstimulene som ble brukt i forsøket. For å ikke skremme viltet for ofte på fôringsplassene, ble det lagt inne et stort antall avspillinger av blank/ingen lyd. Vi hadde derfor en stor database med videoer av elgen- og hjortens adferd når MASS-enheten ble aktivert og spilte av lydklippet med stillhet.

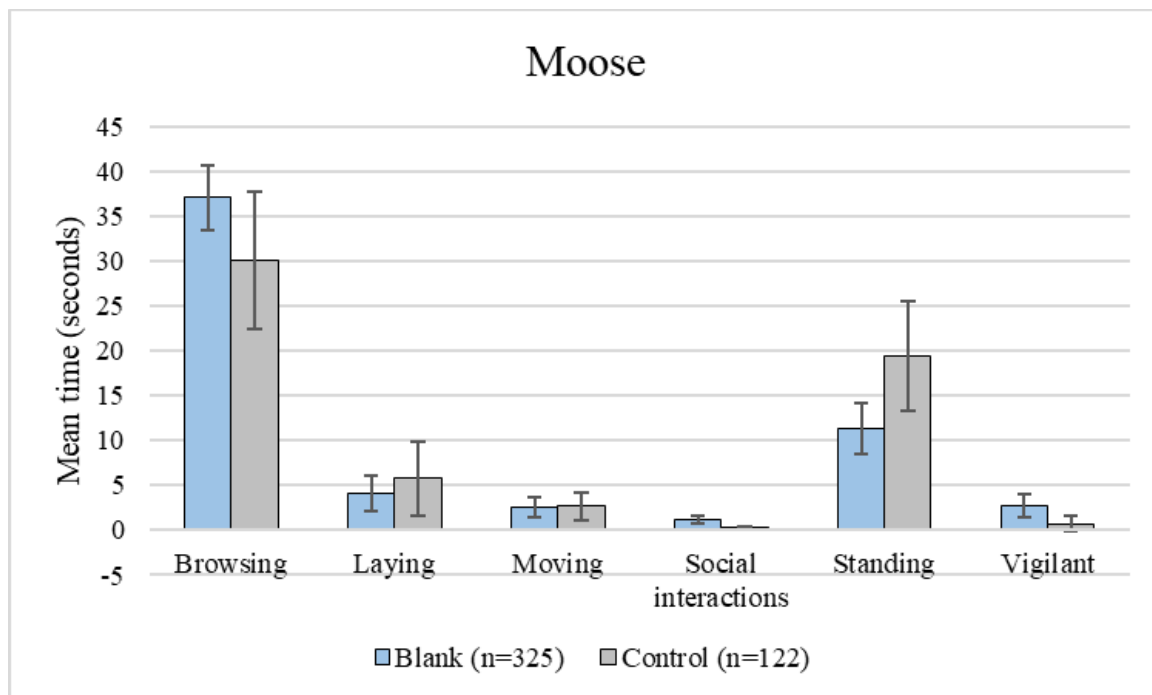
Tabell 2. Antall videoer med elg og hjort som ble eksponert for ulike lyder og lysstimuli vinteren 2020 og 2021.

Lyd	Antall videoer med elg	Antall videoer med hjort
Blank/ingen lyd	153	201
Svartspett	28	43
Perleugle	84	30
Elghund	67	-
Menneskestemme	107	47
Kun lysstimuli	41	-
Menneskestemme + lys	43	-
Passerende tog	60	-

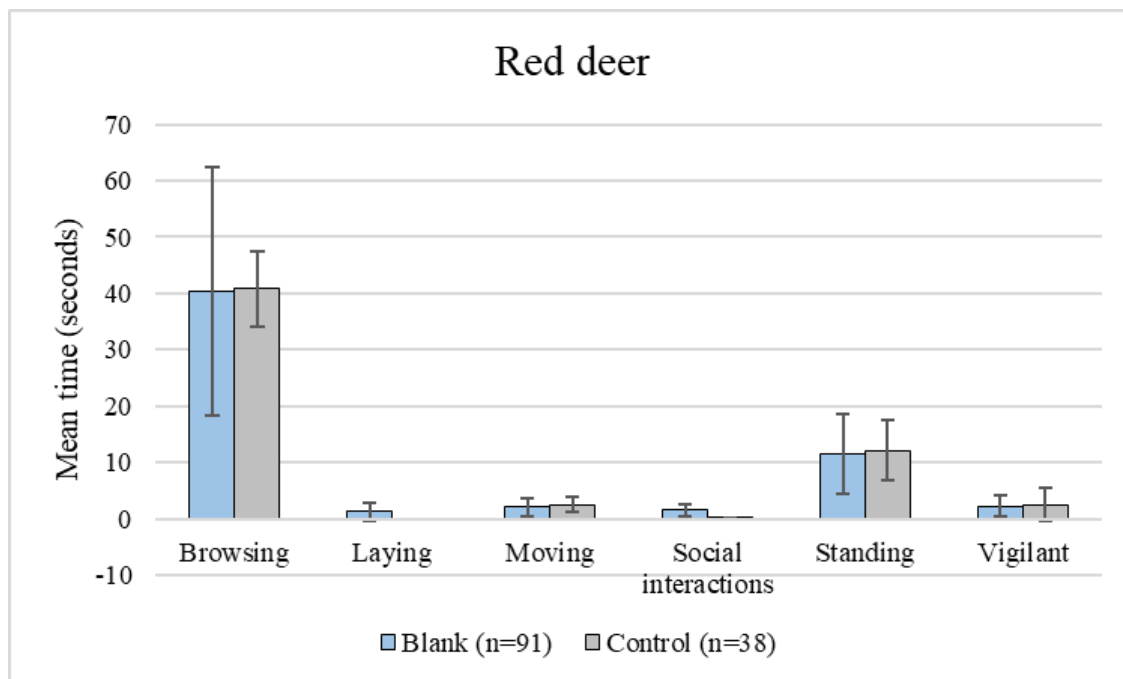
4.1 Undersøkelse av viltets naturlige adferd (kontroll)

Lydfilene uten lyd ble avspilt for å kontrollere at det ikke var noen lyder, som ikke er hørbare for mennesker, fra den aktiverte MASS-enheten som påvirket viltet. Analyser av viltets adferd i perioden (40 sekunder) MASS-enheten ikke var aktivert og mens den var aktivert (20 sekunder), men programmert til å spille en lydfil uten lyd, viser ingen forskjeller i viltets adferd (Figur 4 og 5, bilde 8). Som vi ser av Figur 4 er hovedaktiviteten til elgen på fôrstasjonen spising («browsing»). I gjennomsnitt spiste rundt 30% av elgen før lyden ble avspilt, og 37% når lyden

ble avspilt (Figur 4). Denne forskjellen (7%) ligger innenfor den naturlige variasjonen i datamaterialet og er derfor ikke statistisk sikker. Vi ser også en liten, men ikke statistisk forskjell for adferdskategorien å stå («standing» i Figur 4) der rundt 12% av elgen står når MASS-enheten aktiveres, mot 19% før aktivering (Figur 4). Videre ser vi at rundt 5% av tiden brukes av elgen til å ligge («laying»), mens under 5% av tiden brukes til aktiviteter som å bevege seg («moving»), sosiale interaksjoner («social interaction») og være årvåken («vigilant»). Figur 5 viser at også hjorten bruker mesteparten av tiden (40%) til spising. Det er ingen forskjell innenfor de ulike adferdskategoriene hos hjorten før, og under aktivering av MASS-enhetene (Figur 5).



Figur 4. Gjennomsnittlig tid (\pm 95% konfidensintervall) brukt av elg (moose) på de ulike adferdskategoriene (spising-browsing, ligge-laying, bevege seg-moving, sosiale interaksjoner-social interactions, står-standing, oppmerksom-vigilant) i løpet av en 60 sekunders videosekvens. Blå søyler viser adferd i perioden MASS-enheten er aktivert (20 sekunder) til å spille en “blank”/ingen lyd (n= 153 for elg). Grå søyler viser adferd når MASS-enheten er uaktivert (control) (n= 40 for elg). Figur hentet fra Almås, (2021).



Figur 5. Gjennomsnittlig tid (\pm 95% konfidensintervall) hjort (red deer) på de ulike adferdskategoriene (spising-browsing, ligge-laying, bevege seg-mowing, sosiale interaksjoner-social interactions, står-standing, oppmerksom-vigilant) i løpet av en 60 sekunders videosekvens. Blå søyler viser adferd i perioden MASS-enheten er aktivert (20 sekunder) til å spille en "blank"/ingen lyd (n= 201). Grå søyler viser adferd når MASS-enheten er uaktivert (control) (n= 14). Figur hentet fra Almås, (2021).

4.2 Flukt som respons hos elgen ved eksponering av lydstimuli fra MASS-enheten

Statistisk analyse av datamaterialet (Almås, 2021) viste at modellen som inkluderte følgende variabler:

$$\text{Lyd} + \text{lys} + \text{forsøksdag} + (\text{lyd} * \text{forsøksdag}) + \text{stasjons nummer}$$

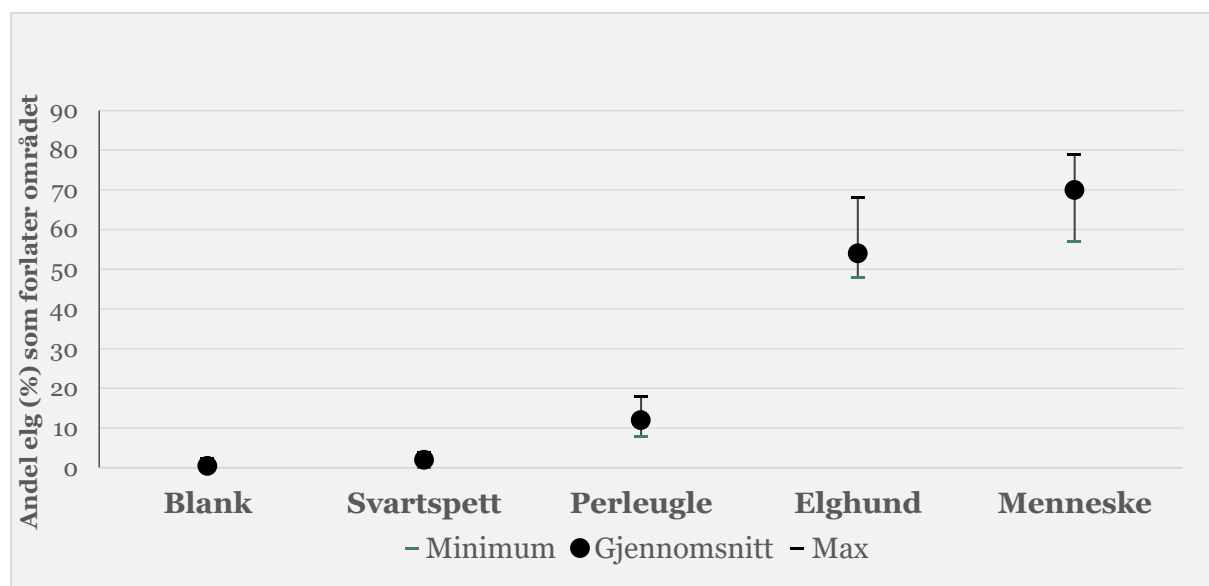
var den modellen som best forklarte elgens respons på lydstimulene.

I Figur 6 ser en tydelig at elgen forlot området med høyest frekvens når de ble utsatt for menneskestemme (n = 107; bilde 4). Andelen elg som forlot fôringsplassen når de hørte menneskestemme var høyere sammenlignet med alle de andre lydene (Tabell 3): Lyden av bjeffende elghund (n = 67, p = 0,046), perleugle (n = 84, p < 0,001), svartspett (n = 28, p < 0,001) og blank/ingen lyd (n = 153, p < 0,001). Alle disse forskjellene er statistisk sikre (P < 0,05).

Den nest høyeste frekvensen av elg som forlot fôringsplassen observerte vi når elgen ble utsatt for lyden av bjeffende elghund (Figur 6). Ved lyden av elghund forlot elgen området betydelig mer, og statistisk sikkert (Tabell 3), enn lydene blank/ingen lyd (p < 0,001), svartspett (p < 0,001) og perleugle (p < 0,001).

En del elg forlot fôringsplassen når de ble eksponert for lyden av perleugle (Figur 6), men andelen som forlot var mye lavere enn lyden av både menneske og elghund (statistisk sikker; Tabell 3). Andelen elg som forlot fôringsplassen når de hørte lyden av perleugle var høyere (statistisk sikker) enn når elgen ble eksponert for blank/ingen lyd.

Elgens respons på lyden av svartspett skilte seg bare statistisk sikkert fra lyden av menneske ($p < 0,001$) og hund ($p < 0,001$). Elgens manglende respons på blank/ingen lyd skilte seg tydelig fra alle stimuli unntatt lyden av svartspetten ($p = 0,99$), der elgen heller ikke viser tydelig respons ved å forlate fôringsplassen (Tabell 3, Figur 6).



Figur 6. Gjennomsnittlig andel (%) av elgen (\pm 95% konfidens intervall) som forlot området når de ble eksponert for følgende lydstimuli: blank/ingen lyd ($n=153$), svartspett ($n=28$), perleugle ($n=84$), elghund ($n=67$) og menneske ($n=107$) i 2020 og 2021.



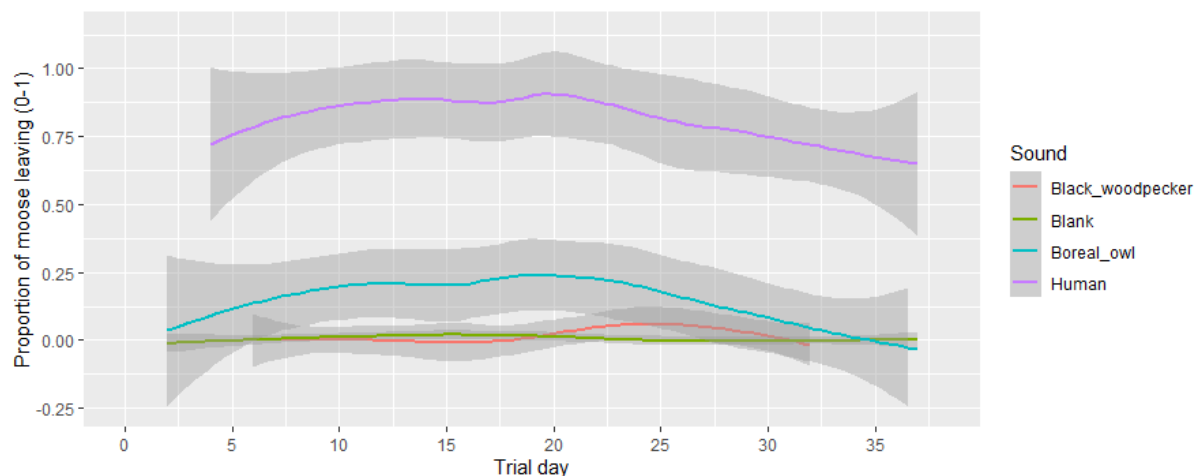
Bilde 4. Tydelig fluktrrespons hos elgen som respons på at den har hørt menneskestemme avspilt.

I den statistiske modellen fant vi ingen statistisk sikker interaksjon (sammenheng) mellom antall dager etter oppstart av forsøket (prøvedagen) og andelen elg som forlot stedet når de ble utsatt for de enkelte lydene. I Figur 7 kan det se ut til at det var tendens til at en fallende andel av elgen forlot fôringsplassen når de ble eksponert for lyden av menneske, elghund og perleugle utover i forsøksperioden. Når hele datasettet (samtlige lyder) analyseres, er det en betydelig effekt av prøvedagen. Dette indikerer at andelen elg som forlater fôringsplassen reduseres utover i forsøksperioden, ikke for spesifikke lyder, men som en effekt av dato (Figur 7).

Tabell 3. Parvis sammenligning av andelen elg som forlater fôringsplassen når den blir eksponert for de ulike lydstimulene blank lyd (n=153), svartspett (n=28), perleugle (n=84), elghund (n=67) og menneskestemme (n=107) i 2020 og 2021.

			Estimat	Z-verdi	P-verdi
Svartspett	mot	Blank	0.52	0.47	0.989
Perleugle	mot	Blank	2.57	5.27	<0.001
Elghund	mot	Blank	4.68	7.24	<0.001
Menneske	mot	Blank	5.83	11.63	< 0.001
Perleugle	mot	Svartspett	2.05	1.96	0.257
Elghund	mot	Svartspett	4.13	4,87	<0.001
Menneske	Mot	Svartspett	6.24	5,31	< 0.001
Elghund	mot	Perleugle	2.25	3.89	<0.001
Menneske	mot	Perleugle	3.87	11,12	< 0.001
Menneske	mot	Elghund	1.51	2.74	0.046

Analyser av datamaterialet innsamlet vinteren 2021 støtter denne antakelsen. Andelen elg som forlot fôringsplassen når de hørte menneskestemme gjennom forsøksperioden i 2021 fulgte kurven for 2020 (Figur 6). De første 20 dagene forlot i gjennomsnitt over 75% av elgen fôringsplassen. Mange ganger forlot samtlige individer fôringsplassen. Mot slutten av forsøksperioden (etter dag 35) var andelen elg som forlot foringsplassen falt noe, til rundt 65%. Elgen som ble eksponert for lyden av bjeffende elghund vinteren 2021 (n=54) viste den samme endringen i adferd. De første 20 dagene forlot over 55% av elgen fôringsplassen når de hørte elghunden bjeffe. Mot slutten av forsøksperioden (etter dag 35) var andelen elg som forlot den svært attraktive fôringsplassen falt til rundt 40%.



Figur 7. Gjennomsnittlig andel («proportion of moose leaving», 0-1) av elgen som forlot føringsplassen når de ble eksponert for lydstimuli i løpet av en forsøksperiode på 37 dager («trial day») vinteren 2020. Kurvene viser respons hos elg som ble eksponert for en av følgende lydstimuli («sound»): blank/ingen lyd («blank»; n=153), svartspett («black_woodpecker»; n=28), perleugle («boreal_owl»; n=84) og menneske («human»; n=62). De «grå» feltene indikerer 95% konfidensintervallet. Figur hentet fra Almås (2021).

4.3 Elgens respons på lysstimuli

Forsøkene med belysning av deler av føringsplassen uten, og i kombinasjon med lyd, vinteren 2021 viste ingen klare endringer i elgens adferd når lyset ble slått på. Det var helt tilfeldig om elgen ble stående, liggende, fortsatte å spise eller beveget seg ut av området når lyset ble slått på. Videre var det ikke mulig å dokumentere forskjeller i «fluktrute» når lyset ble slått på i kombinasjon med lyden av menneskestemme. Det var helt tilfeldig om elgene som ble skremt til å forlate føringsplassen bevegde seg i det opplyste, eller i det mørke området. Det var videre ikke mulig å se om elgen i større grad beveget seg fra opplyst til mørkt område, eller i motsatt retning.

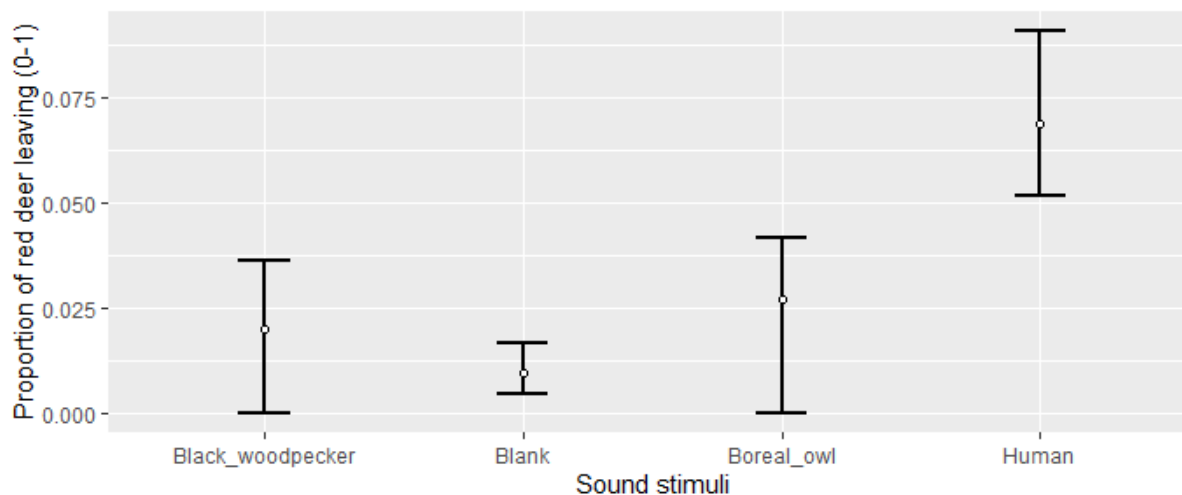
4.4 Flukt som respons hos hjorten ved eksponering av lydstimuli fra MASS-enheten

Statistisk analyse av datamaterialet (Almås, 2021) viste at modellen som inkluderte følgende variabler:

$$\text{Lyd} + (\text{lyd} * \text{forsøksdag})$$

var den modellen som best forklarte hjortens respons på lydstimulene.

I Figur 8 ser en tydelig at hjorten forlot området med høyest frekvens når de ble utsatt for menneskestemme (n = 47; bilde 5). Sammenlignet med elgen (70% forlot føringsplassen; Figur 7) var den gjennomsnittlige andelen hjort (7%; Figur 8) som forlot føringsplassen mye lavere. Det var kun når en sammenligner hjort som ble eksponert for menneskestemme med hjort at andelen som forlot føringsplassen var høyere mot blank/eksponert for blank/ingen lyd at forskjellen var statistisk sikker (n = 201, p = 0,003; Tabell 4).

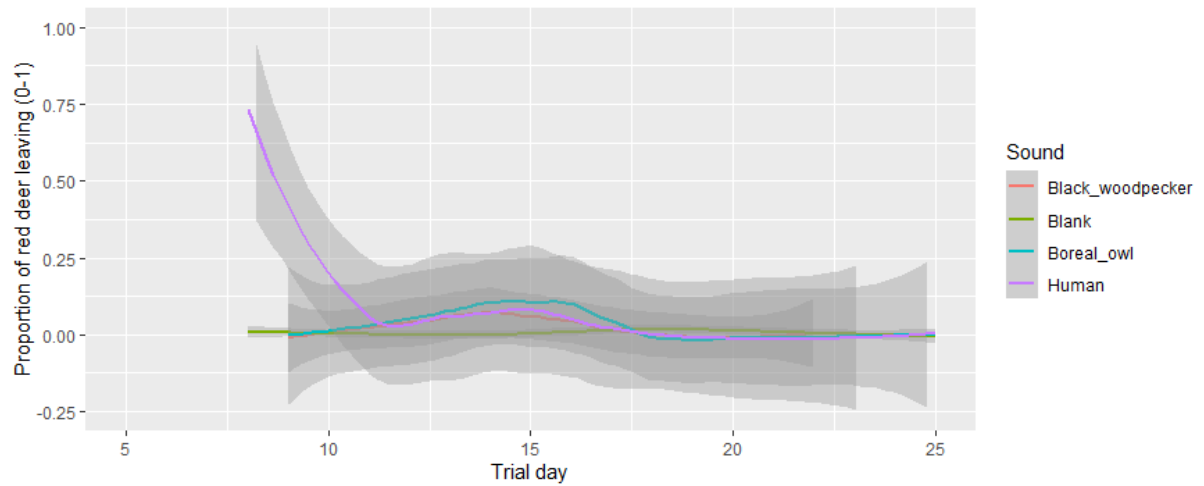


Figur 8. Gjennomsnittlig andel av hjorten (\pm 95% konfidens intervall) som forlot området (proportion of leaving, 0-1) når de ble eksponert for følgende lydstimuli: Svartspett (black_woodpecker; n=28), blank/ingen lyd (blank; n=153), perleugle (boreal_owl; n=84) og menneske (human; n=107). Figur hentet fra Almås (2021).

Tabell 4. Parvis sammenligning av andelen hjort som forlater fôringsplassen når den blir eksponert for de ulike lydstimulene blank lyd (n=201), svartspett (n=43), perleugle (n=30) og menneskestemme (n=47). Tabell hentet fra Almås (2021).

			Estimat	Z-verdi	P-verdi
Svartspett	mot	Blank	0.73	0.86	0.819
Perleugle	mot	Blank	1.04	1.22	0.603
Menneske	mot	Blank	2.02	3.48	0.003
Perleugle	mot	Svartspett	0.31	0.31	0.990
Menneske	mot	Svartspett	1,29	1,61	0.366
Menneske	mot	Perleugle	0.98	1.22	0.610

Hjorten forlot i mye mindre grad fôringsplassen som respons på lydstimulene sammenlignet med elgen (Figur 6 og 8). De første par dagene i forsøket forlot opp mot 75% av hjorten fôringsplassen når de hørte lyden av menneskestemme (Figur 9). Denne responsen avtok raskt og allerede etter en uke var det under 10% av hjorten som forlot fôringsplassen når de ble eksponert for menneskestemme (Figur 7). For lydstimulene svartspett og perleugle var det ubetydelig respons hos hjorten.



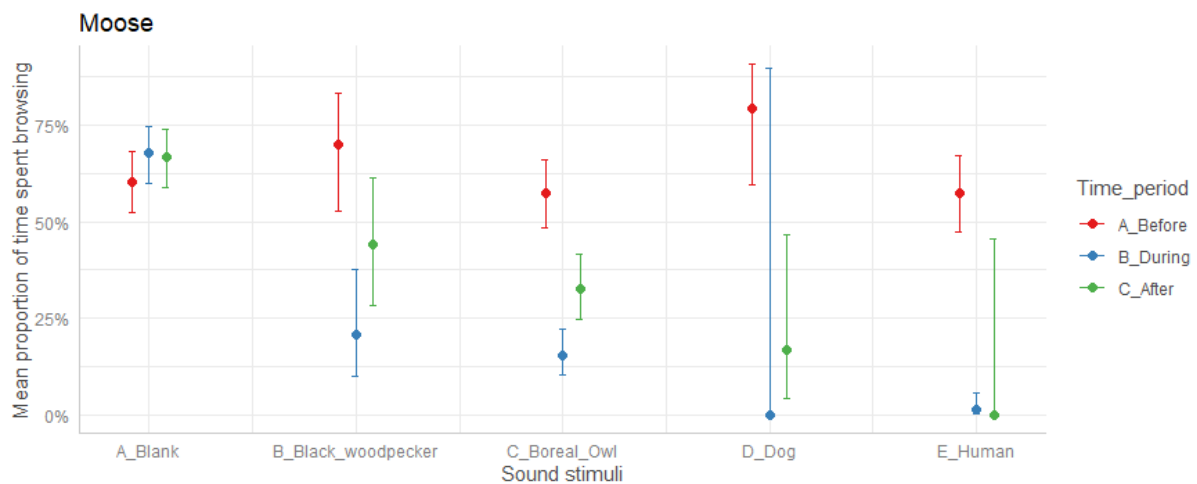
Figur 9. Gjennomsnittlig andel («proportion of red deer leaving», 0-1) av hjorten som forlot fôringsplassen når de ble eksponert for lydstimuli i løpet av en forsøksperiode på 25 dager («trial day») vinteren 2020. Kurvene viser respons hos hjort som ble eksponert for en av følgende lydstimuli («sound»): blank/ingen lyd («blank»; n=201), svartspett («black_woodpecker»; n=43), perleugle («boreal_owl»; n=30) og menneske («human»; n=47). De «grå» feltene indikerer 95% konfidensintervallet. Figur hentet fra Almås (2021).



Bilde 5. Tydelig fluktrespons hos hjort som respons på at den har hørt menneskestemme avspilt.

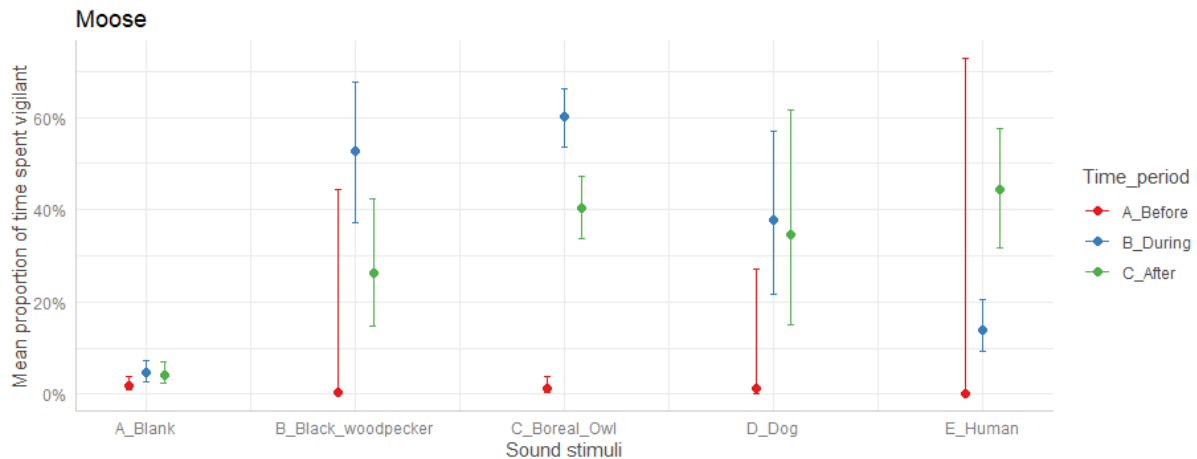
4.5 Adferden hos elgen ved eksponering av lydstimuli fra MASS-enheten

I Almås (2021) presenteres utfyllende beskrivelser og statistiske analyser av endringer i adferdskategorien spising (browsing) hos elgen når den blir eksponert for de ulike lydstimulene. Som det går fram av Figur 10 er det en tydelig reduksjon i andelen elg som spiser når de i en 20 sekunders periode blir eksponert for samtlige lyder unntatt blank/ingen lyd. Ingen elg som ble eksponert for lyden av elghund eller menneske fortsatte å spise mens lyden ble avspilt (Figur 10). Etter at lydklippet av henholdsvis svartspett og perleugle var avspilt økte andelen elg som spiste, men ikke opp til samme nivå som før lyden ble avspilt. For elg som hørte elghund, begynte i gjennomsnitt en liten andel (ca 15%) å spise igjen. Nesten ingen elg som hadde hørt lydklippet med menneskestemme begynte å spise de første 20 sekundene etter at lyden var avspilt (Figur 10).



Figur 10. Gjennomsnittlig andel av tiden (mean proportion of time spent browsing, 0-1) som elgen (Moose) (\pm 95% konfidens intervall) brukte på spising (browsing) før (before; $n=784$), i løpet av (during; $n=784$) og etter (after; $n=784$) at de har vært eksponert for følgende lydstimuli: blank/ingen lyd (blank; $n=339$), svartspett (black_woodpecker; $n=38$), perleugle (boreal_owl; $n=228$), elghund (dog; $n=27$) og menneske (human; $n=152$). Figur hentet fra Almås (2021).

I Almås (2021) presenteres utfyllende beskrivelser og analyser av endringer i adferdskategorien årvåken (vigilant) hos elgen når den blir eksponert for de ulike lydstimulene. Som det går fram av Figur 11 er det en tydelig økning i andelen elg som er årvåkne når de i en 20 sekunders periode blir eksponert for samtlige lyder unntatt blank/ingen lyd. Årsaken til at det er en høyere andel elg som er årvåkne når de hører perleugle eller svartspett sammenlignet med lyden av elghund eller menneske (Figur 11) kan forklares med at en stor del av elgen som ble eksponert for lyden av elghund eller menneske forlot fôringsplassen. Dermed var de utenfor sektoren som videokameraene dekket og vi kunne ikke fortsette å registrere adferden på disse individene. Dette gjelder også for perioden (de 20 sekundene) etter at lydklippet var avspilt (Figur 11).



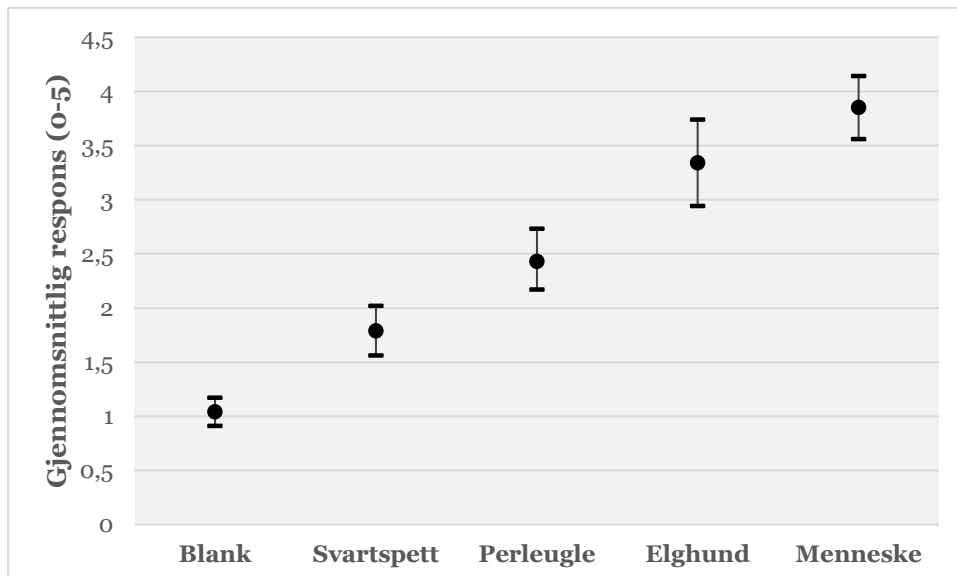
Figur 11. Gjennomsnittlig andel av tiden (mean proportion of time spent vigilant, 0-1) som elgen (Moose) (\pm 95% konfidens intervall) brukte på å være årvåken (vigilant) før (before; n=784), i løpet av (during; n=784) og etter (after; n=784) at de har vært eksponert for følgende lydstimuli: blank/ingen lyd (blank; n=339), svartspett (black_woodpecker; n=38), perleugle (boreal_owl; n=228), elghund (dog; n=27) og menneske (human; n=152). Figur hentet fra Almås (2021).

4.6 Elgens respons på lyden av togfløyte og passerende tog

Ved aktivering av lydklippet av passerende tog (n=60), fikk gjennomsnittlig 22% av elgene økt årvåkenhet når de hørte lyden av togfløyten. Ingen elger forlot føringsplassen som respons på lyden av togfløyta. Vi så ingen tydelig respons hos elgen i den perioden av lydopptaket der toget nærmet seg (svak lyd fra skinnene). Nesten samtlige elger (95%) fikk økt oppmerksomhet når MASS-enheten spilte av lydklippet med lyden av at toget akkurat når det passerte. Av disse ble flyktresponsen trigget hos 37% av elgene, slik at de begynte å flytte seg bort fra føringsplassen når de hørte denne lyden.

4.7 Responsstyrke på adferden hos elgen ved eksponering av lydstimuli fra MASS-enheten

I Figur 12 ser vi at det er tydelige forskjeller i den gjennomsnittlige styrken i responsen hos elgen som blir eksponert for de ulike lydstimulene. Som beskrevet går responsskalaen fra 0 til 5. Der 0 angir at dyrene er rolige og viser ingen tegn på stress. Respons 4 angir at elgen forlater området og respons 5 angir flukt i panikk. Den sterkeste gjennomsnittlige responsen (3,85) ble registrert hos elgen som hørte menneskestemme. Denne forskjellen i respons var statistisk sikker. Nest høyest responsstyrke ble registrert hos elgene som hørte bjeffende elghund (3,34; Figur 12). Denne gjennomsnittlige responsen var høyere enn responsen hos elg som ble eksponert for henholdsvis perleugle og svartspett. Samtlige forskjeller var statistisk sikre.



Figur 12. Gjennomsnittlig respons (0-5, der 0=helt rolig og 5=tydelig panikkrespons) hos elgen (\pm 95% konfidens intervall) når de ble eksponert for følgende lydstimuli: blank/ingen lyd (n=153), svartspett (n=28), perleugle (n=84), elghund (n=67) og menneske (n=107) i 2020 og 2021.



Bilde 6. Uforstyrret og rolig elg ved fôrstasjon.

5 Diskusjon og konklusjon

5.1 MASS-enheten

Analyser av elgen og hjortens adferd før og mens MASS-enheten spilte av datafila uten lyd (blank lyd) viste ingen endring i adferden (Figur 4 & 5). Vi konkluderte derfor med at MASS-enheten ikke lagde lyder som ikke var hørbare for mennesker, men som kunne påvirke viltet når enheten ble aktivert. Dette var en forutsetning for å kunne bruke MASS-enheten i feltforsøkene der vi så på viltets adferd når ulike lyder ble aktivert. I feltforsøket hadde vi programmert inn 15 minutters pause etter hver gang MASS-enheten var aktivert. Dette for å sikre at viltet fikk tid til å komme tilbake til fôringsplassen før ny aktivering ble aktivert. I og med at fôringsplassene var etablert for å holde viltet unna dalbunnen der jernbanen og den sterkt trafikkerte riksvegen går, la vi inn en begrensing på antall ganger de lydene som vi forventet skulle skremme viltet mest (bjeffende elghund og menneskestemme) ble avspilt i døgnet (maksimalt 1 gang per time). Dette for å sikre at viltet fikk tid til å spise av det utlagte rundballefôret før de på nytt ble eksponert for lyder fra MASS-enheten.

5.2 Elgens respons på de ulike lydene

Som beskrevet i resultatdelen (Figur 6) forlot i gjennomsnitt rundt 75% av elgen fôringsplassen når de ble eksponert for menneskestemme. Ved mange av avspillingene forlot samtlige elger den svært attraktive fôringsplassen. Tilsvarende observasjoner ble gjort i Svenske forsøk med MASS-enhetene på lokaliteter der det var plassert ut saltsteiner (Lodnert, 2021). I Sverige forlot rundt 75% av elgen lokaliteten når de hørte menneskestemme bli avspilt. Det er også vist i utenlandske forsøk at vilt assosierer lyden av menneske med en trussel (Stankowich, 2008). Dette bekrefter hypotesen om at lyden av menneskestemme kan brukes for å skremme vilt eller få viltets oppmerksomhet.

Når elgen hørte lyden av bjeffende elghund forlot en betydelig andel av dyrene i både de norske (54% av elgen; Figur 6) og svenske forsøkene (45% av elgen; Lodnert 2021) fôringsplassen. Dette betyr at lyden av elghund oppfattes av en stor del elgen som skremmende, men skaper ikke en like sterkt flyktrespons som når de hører lyden av menneskestemme. Dette kan forklares med at antipredatoradferden hos vilt, som f.eks. elg, viser en sterkere respons når de er utsatt for uvanlige predatorer som f.eks. mennesker sammenlignet med ulv (Proffitt et al., 2009; Zbyryt et al., 2018). Lyden av elghunden kan derfor oppfattes av elgen som en naturlig predator og er mindre skremmende enn mennesker. Samtidig har forsøk vist at viltets respons på menneskestemmer kan variere mellom lokaliteter avhengig av hvor mye menneskelig aktivitet det er i området. I områder med mye menneskelig aktivitet kan viltet vise redusert fluktrespons (Stankowich, 2008). Dette kan ha betydning ved valg av skremmelyder dersom man skal etablere MASS-enheter i nærheten av tettbygde strøk.

Som forventet valgte kun en liten andel av elgen å forlate fôringsplassen når de ble eksponert for lyden av henholdsvis svartspett og perleugle (Figur 6). Dette var lyder som ikke skulle være skremmende på elgen. Tilsvarende funn ble gjort i de svenske forsøkene (Lodnert, 2021). Dette har også vært vist i andre forsøk der viltet viste en sterkere respons når de hørte lyden av naturlige predatorer sammenlignet med andre lyder (Babinska-Werka et al., 2015; Koehler, 1990). Til tross for at kun få elg valgte å forlate fôringsplassen når de ble eksponert for

fuglelydene, viste de en reduksjon i aktiviteten spising (Figur 10), og fikk økt oppmerksomhet (Figur 11) så lenge lyden ble avspilt. Disse forsøkene viser helt tydelig at elgen er i stand til å skille mellom lyder som de oppfatter som skremmende og derfor velger å forlate området og andre lyder som fører til økt oppmerksomhet, men ikke utløser fluktrespons.

Analyser av videoene viste at så å si samtlige elger sluttet å spise (Figur 10) og fikk økt oppmerksomhet (Figur 11) når de hørte lyden av henholdsvis menneskestemme eller elghund. Dette viser at disse lydene er effektive til å få viltets oppmerksomhet. I vinterperioden er viltet ofte i negativ/nøytral næringsbalanse på grunn av begrenset tilgang på beiter. Viltet er derfor i «sparemodus» i forhold til bruk av energi og forsøker å begrense unødvendig energi på aktivitet som f.eks. løping. Når viltet står på fôringsplassen er det derfor naturlig at de foretar en avveining/ prioritering mellom inntak av energi og flukt, som er adferd for å unngå predatorer (Lima & Dill, 1990; Neumann et al., 2011). Dette kan forklare hvorfor enkelte elger viste økt oppmerksomhet når de hørte skremmelyden, men valgte å forbli på fôringsplassen framfor å flykte.

5.3 Habituering (tilvenning til lydene)

Dersom viltet raskt, eller over noe tid habitueres (venner seg til) og slutter å bli skremt av lyden som blir avspilt, og dermed unnlater å flytte seg bort fra lydkilden, vil den ønskede skremmeeffekten forsvinne. Rask habituering til skremmeenheten er et kjent problem (Benten et al., 2019; Gilsdorf et al., 2004). Dersom man bruker et attraktivt «lokkemiddel», som saltstein i de svenske forsøkene (Lodnert, 2021) og grassurfôr i rundballer som vi benyttet i de norske forsøkene for å samle viltet, øker det sannsynligheten for at de samme dyrene vil returnere til lokaliteten flere ganger. Dermed øker sannsynligheten for at det samme individet eksponeres for den samme skremmelyden flere ganger. Gjentatte eksponeringer av den samme lyden vil øke sannsynligheten for habituering (Babińska-Werka et al., 2015).

Vi fant ingen statistisk sikker nedgang i andelen elg som forlot fôringsplassen når de ble eksponert for menneskestemme i løpet av forsøksperioden i 2020 (Figur 7), men det var en tendens til reduksjon i andelen elg som forlot plassen mot slutten av forsøksperioden. I de sammenlignbare forsøkene i Sverige som varte i 50 dager, ble det funnet tydelige tegn på habituering mot slutten av forsøksperioden (Lodnert, 2021). Dette er også vist i tidligere forsøk (bl.a. Koehler, 1990; Smith et al., 2000). Det må poengteres at både fôringsplassen i Norge og lokalitetene med saltstein i Sverige har sterkt tiltrekkende effekt på elgen og at dyra derfor har en betydelig motivasjon for å returnere til disse lokalitetene. Ved bruk av disse skremmelydene på lokaliteter langs jernbanen vil det ikke være slike ekstra tiltrekkende «fristelser» for viltet, men kun ordinære beiteplanter som vokser i landskapet. Det er derfor liten sannsynlighet for at de samme individene, i løpet av et kortere tidsrom, vil returnere gjentatte ganger til den samme lokaliteten og dermed bli eksponert for skremmelyden, med påfølgende habituering som resultat. Denne antakelsen støttes av resultatene fra et polsk forsøk med bruk av skremmelyder. Etter en forsøksperiode på 5 år viste rådyr fortsatt den samme fluktresponsen som respons på skremmelyden mot slutten av forsøket, som i begynnelsen (Babińska-Werka et al., 2015).

Dersom aktivering av skremmelyden etter en kort periode etterfølges av et passerende tog, vil dette sannsynligvis bidra til å forsterke virkningen av skremmelyden, med redusert fare for habituering som resultat. Dette støttes av andre studier som hevder at habituering kan bli redusert dersom en skremmelyd etterfølges av en reell fare (Bomford & O'Brien, 1990).

I forsøket vi gjennomførte med lydopptak av et passerende tog vinteren 2021 viste elgen ingen tegn til flyktrespons da de hørte lyden av togfløyta selv om enkelte dyr fikk økt oppmerksomhet. Langs Rørosbanen er det flere steder det togene skal fløyte når de passerer. Derfor er det stor sannsynlighet for at elgen har hørt lyden av togfløyte mange ganger før, og dermed er habituert til lyden. Det må bemerkes at lydopptaket av togfløyta hadde «lav lydstyrke» i og med at toget fløytet et godt stykke unna (ca 350 meter) opptaksstedet. Den begrensede flyktresponsen hos elgen på lydopptaket av toget, akkurat da toget passerte opptaksstedet, indikerer at bruk disse lydene (togfløyte eller tog som passerer) sannsynligvis ikke vil være de mest effektive dersom man ønsker å utløse fluktresponsen hos elgen.



Bilde 7: Elg som viser økt oppmerksomhet når lyden av svartspett spilles av.

5.4 Styrke i responsen på skremmelyden

Studier i Sverige har vist at elg som oppdager et tog kan begynne å springe langs skinnene bort fra toget, eller velger å springe vekk fra skinnegangen (Seiler & Olsson, 2017). Dersom hensikten med bruk av en skremmelyd er å få viltet til å forlate lokaliteten i panikk, bør en velge skremmelyder som ført til sterkest mulig fluktrespons. Ved bruk av en skremmelyd som fører til betydelig økt oppmerksomhet hos viltet, kan dette føre til at viltet oppdager toget som ankommer lokaliteten tidligere. Viltet vil dermed få tid til å flytte seg bort fra skinnegangen. Dette støttes av forsøk med hjort i Japan (Shimura & Ushiogi, 2018) som viste at når en alarmlyd/avskrekkende lyd ble sendt ut fra toget ble den gjennomsnittlige avstanden mellom dyrene og togene funnet å være 106 m (22 observasjoner). I de tilfellene der toget ikke sendte ut en avskrekkende lyd når toget nærmet seg dyrene ble avstanden funnet å være 45 m (gjennomsnitt 38 observasjoner).

Det gjenstår ennå å få økt kunnskap om viltets respons på et ankommende tog. Det vil bl.a. være forskjellig respons i barmarksperioden sammenlignet med perioder med dyp snø. Feltforsøkene vinteren 2020 og 2021 viste at det var sterkest fluktrespons hos elgen når den hørte menneskestemme (Figur 12), mens responsen var noe svakere når lyden av elghund ble avspilt. For å få økt kunnskap om hvilken retning elgen velger å flykte når den blir eksponert for ulike skremmelyder, må det gjennomføres forsøk langs jernbanelinjer. Da vil man se om elgen velger å springe langs, eller bort fra skinnegangen.

Det avgrensede forsøket med opplysning av deler av føringsplassen i kombinasjon med aktivisering av MASS-enheten vinteren 2021 gav ingen tydelige indikasjoner om elgens bevegelsesretning kan styres med lys. Dette var et avgrenset forsøk, med en type lysintensitet (12 volts LED-lampe) og en type lyskaster med begrenset rekkevidde. Det kan derfor ikke utelukkes at andre typer lyskilder (annen intensitet og bølgelengde på lyset) kan påvirke elgen til enten å springe bort fra, eller inn i lyssirkelen. Dersom kombinasjonen av aktivisering av en skremmelyd som stimulerer elgens fluktrespons og opplysning av sidene langs jernbanelinja kunne fått elgen til å springe bort fra jernbanelinja og ut til siden, ville det vært et svært effektivt skadereduserende tiltak. Det bør derfor i tiden fremover fortsatt vurderes om lys kan bidra til å styre viltets bevegelse.

5.5 Hjortens respons på skremmelydene

Feltforsøkene i 2020 viste at fluktresponsen hos hjorten raskt ble redusert når de hørte menneskestemme bli avspilt som skremmelyd (Figur 9). Dette viser at habitueringen skjer raskere hos hjort. Tidligere forsøk har vist at den tiden viltet er årvåkne/oppmerksomme avtar med økende gruppestørrelse (Lima & Dill, 1990). Hjorten besøkte føringsstasjonene i betydelig større grupper sammenlignet med elgen vinteren 2020. Det er derfor sannsynlig at hjorten som besøkte føringsstasjonen «benyttet seg av» en slik gruppestrategi og hadde redusert oppmerksomhet mot farer sammenlignet med elgen som ofte kom til føringsstasjonen alene/sammen med kalven sin, eller sammen med få andre voksne individer.

En annen mulig forklaring på den raske habitueringen hos hjorten i forhold til menneskestemme, er at hjorten har kommet til Østerdalen de siste tiårene. De siste årene har antallet hjort på føringsplassene økt tydelig (Johnsen, 2012). Dette underbygges av at det tradisjonelt ikke har pågått mye jakt på hjort i dette området. Eksempelvis ble det i jaktseasonen 2000/2001 bare felt 4 hjort, mens antallet felt hjort var økt til 54 hjort i 2020/2021. Til sammenligning er det lange tradisjoner for elgjakt i Østerdalen, der elgen har vært jaktet på av mennesker i over 100 år og i 2020 ble 523 elg felt under jakta i Stor-Elvdal kommune. Det er bare to andre kommuner i Norge som hadde et høyere antall elg felt i jaktseasonen (SSB, 2020a). Dette kan også bidra til å forklare hvorfor lyden av menneskestemme fører til en kraftigere fluktrespons hos elgen sammenlignet med hjorten. Det er bl.a. vist at adferden og fluktresponsen hos viltet i forhold til mennesker varierer gjennom året, og kan være særlig sterk i jaktseasonen (Stankowich & Blumstein, 2005).

5.6 Nyten av resultatene fra forskningsprosjektet – veien videre

Feltforsøkene på føringsplassene i Østerdalen i 2020 og 2021 viste at særlig elgen viste tydelig økt oppmerksomhet når de hørte lydklipp av menneskestemme og bjeffende elghund bli avspilt. Særlig lyden av menneskestemme utløste fluktrespons hos en stor andel av elgen. Vi

mener at når elgen velger å flykte fra en svært tiltrekkende lokalitet som en fôringsplass representerer i vinterperioden, vil den også flykte bort dersom en slik lyd blir avspilt ved jernbanen. Resultatene fra forsøkene gir ikke kunnskap om elgen vil flykte langs skinnegangen, eller bort fra denne. Dette må avklares i videre studier.

Habituering kan være en svært viktig utfordring ved bruk av skremmelyder. Lyden vil bl.a. «forplante» seg utover i landskapet slik at vilt som oppholder seg et stykke unna også vil høre eventuelle skremmelyder. Det er derfor viktig at disse lydene kun avspilles like før et tog passerer den aktuelle lokaliteten. Dermed vil viltet ha mulighet til å assosiere skremmelyden med lyden av toget som passerer. Dette omtales som sensibilisering, og er viltets forsterkede respons på forstyrrelser (det motsatte av habituering; Reimers, 2018). Dersom en bruker flere ulike skremmelyder, enten hver for seg, eller i kombinasjon, vil dette også med stor sannsynlighet redusere/forsinke eventuell habituering (Biedenweg et al., 2011; Koehler, 1990).

Det gjenstår ennå å få økt kunnskap om hvor kraftig flyktresponsen bør være for å oppnå at viltet raskt forflytter seg bort fra jernbanelinja og ikke flykter i panikk langs linja. Dersom slike enheter som spiller av skremmelyder skal monteres på tog for å skremme viltet bort fra jernbanelinja, må lyden raskt aktivere viltets fluktrespons. Dette for at hjorteviltet skal få tid til å flytte seg bort før toget passerer. Dersom enhetene som spiller av skremmelydene skal plasseres langs jernbanelinja og bare skal kunne aktiveres av bevegelsessensoren når et tog nærmer seg, vil det være aktuelt å bruke lyder som øker viltets oppmerksomhet/årvåkenhet. Med økt årvåkenhet vil de sannsynligvis ha kortere responstid når de ser at toget nærmer seg og ha mulighet/tid til å flytte seg bort fra jernbanelinja.



Bilde 8: Elg på fôringsplass når MASS-enheten avspiller «ingen lyd».

Referanser og kilder

- Almás, P (2021) Use of sound stimuli to elicit a change in moose (*Alces alces*) and red deer (*Cervus elaphus*) behaviour. Master's Thesis 2021, Faculty of Environmental Sciences and Natural Resource Management, NMBU. 36 sider.
- Babińska-Werka, J., et al. 2015. Effectiveness of an acoustic wildlife warning device using natural calls to reduce the risk of train collisions with animals. - *Transportation Research Part D: Transport and Environment* 38: 6-14. doi: 10.1016/j.trd.2015.04.021.
- Benten, A., Balkenhol, N., Vor, T. & Ammer, C. (2019). Wildlife warning reflectors do not alter the behavior of ungulates to reduce the risk of wildlife-vehicle collisions. *European Journal of Wildlife Research*, 65 (5). doi: 10.1007/s10344-019-1312-4.
- Biedenweg, T. A., Parsons, M. H., Fleming, P. A. & Blumstein, D. T. (2011). Sounds scary? Lack of habituation following the presentation of novel sounds. *PLoS One*, 6 (1): e14549. doi: 10.1371/journal.pone.0014549.
- Blumstein, D. T., Cooley, L., Winternitz, J. & Daniel, J. C. (2007). Do yellow-bellied marmots respond to predator vocalizations? *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 62 (3): 457-468. doi: 10.1007/s00265-007-0473-4.
- Bomford, M. & O'Brien, P. H. (1990). Sonic deterrents in animal damage control: a review of device tests and effectiveness. *Wildlife Soc. Bull*, 18: 411-422.
- Brieger, F., Hagen, R., Kröschel, M., Hartig, F., Petersen, I., Ortmann, S. & Suchant, R. (2017). Do roe deer react to wildlife warning reflectors? A test combining a controlled experiment with field observations. *European Journal of Wildlife Research*, 63 (5). doi: 10.1007/s10344-017-1130-5.
- Ericsson, G., Neumann, W. & Dettki, H. (2015). Moose anti-predator behaviour towards baying dogs in a wolf-free area. *European Journal of Wildlife Research*, 61 (4): 575-582. doi: 10.1007/s10344-015-0932-6.
- Friard, O., Gamba, M. & Fitzjohn, R. (2016). BORIS: a free, versatile open-source event-logging software for video/audio coding and live observations. *Methods in Ecology and Evolution*, 7 (11): 1325-1330. doi: 10.1111/2041-210X.12584.
- Gilsdorf, J.M., Hygnstrom, S.E., VerCauteren, K.C., Clements, G.M., Blankenship, E.E. & Engeman, R.M. (2004). Evaluation of a deer-activated bio-acoustic frightening device for reducing deer damage in cornfields. *Wildlife Society Bulletin*, vol. 32 (2), pp. 515-523.
- Graesli, A. R., Le Grand, L., Thiel, A., Fuchs, B., Devineau, O., Stenbacka, F., Neumann, W., Ericsson, G., Singh, N. J., Laske, T. G., et al. (2020). Physiological and behavioural responses of moose to hunting with dogs. *Conserv Physiol*, 8 (1): coaa122. doi: 10.1093/conphys/coaa122.
- Gundersen, H. & Andreassen, H. P. (1998). The risk of moose *Alces alces* collision: A predictive logistic model for moose-train accidents. *Wildlife Biology*, 4 (1): 103-110. doi: 10.2981/wlb.1998.007.
- Hettena, A. M., Munoz, N., Blumstein, D. T. & Ebensperger, L. (2014). Prey Responses to Predator's Sounds: A Review and Empirical Study. *Ethology*, 120 (5): 427-452. doi: 10.1111/eth.12219.
- Jasińska, Karolina & Zmihorski, Michal & Krauze-Gryz, Dagny & Kotowska, Dorota & Werka, Johanna & Piotrowska, Diana & Pärt, Tomas (2019) Linking habitat composition, local population densities and traffic characteristics to spatial patterns of ungulate-train collisions. *Journal of Applied Ecology*. 56
- Jasińska, Karolina & Werka, Joanna & Krauze-Gryz, Dagny & Wasilewski, Michal. (2014). Sonic deterring devices UOZ-1 as a tool to limit collisions with animals along the railways [in polish]. *Sylvan*. 158. 143-150.
- Johnsen, K. (2012). Moose (*Alces alces*) and red deer (*Cervus elaphus*) at winter feeding stations: interspecific avoidance in space and time? Masters thesis: Hedmark University College.
- Koehler, A. E., Marsh, Rex E., & Salmon, Terrell P. (1990). Frightening methods and devices_stimuli to prevent mammal damage - a review. *Vertebrate Pest Conference: University of California - Davis*.

- Kumar J, C. & Selvakuma, A.. (2016). Averting Wildlife - Train Interaction Using Thermal Image Processing and Acoustic Techniques. *Journal of Biodiversity Management & Forestry*, 5 (3). doi: 10.4172/2327-4417.1000165.
- Leeuw, J. (2011). *Information Theory and an Extension of the Maximum Likelihood Principle by Hirotogu Akaike*. UCLA: Department of Statistics, UCLA.
- Lodnert, D. (2021). Evaluating the behavioural response of moose (*Alces alces*) to acoustic stimuli. Master's thesis. Grimsö Wildlife Research Station: Swedish University of Agricultural Sciences.
- Lima, S. L. & Dill, L. M. (1990). Behavioral decisions made under the risk of predation: a review and prospectus. *Canadian Journal of Zoology*, 68 (4): 619-640. doi: 10.1139/z90-092.
- Lingle, S. & Pellis, S. (2002). Fight or flight? Antipredator behavior and the escalation of coyote encounters with deer. *Oecologia*, 131 (1): 154-164. doi: 10.1007/s00442-001-0858-4.
- Makin, D. F., Chamaille-Jammes, S. & Shrader, A. M. (2019). Alarm calls or predator calls: which elicit stronger responses in ungulate communities living with and without lions? *Oecologia*, 190 (1): 25-35. doi: 10.1007/s00442-019-04391-3.
- Mertens, A., et al. 2014. LIFESTRADE - A new LIFE Project for the development of an innovative system to prevent road mortality in central Italy. - In: A. Seiler (ed) IENE 2014 International Conference on Ecology and Transportation. Infra Eco Network Europe (IENE), p. 39.
- Muskhaug, R., Løtveit, R., Guttormsen, J., Larsen, R. S., Svalastog, T., Linhave, J., Midtgård, F., Grytli, T., Johansen, B. M. & Huserbråten, K. (2010). Nasjonal tiltaksplan for trafikksikkerhet på veg 2010 - 2013: Statens Vegvesen.
- Minoru Shimura & Tomoyoshi Ushioji (2018) Development of an Acoustic Deterrent to Prevent Deer-train Collisions. Masateru IKEHATA Biotechnology Laboratory, Human Science Division
- Neumann, W., Ericsson, G. & Dettki, H. (2011). THE IMPACT OF HUMAN RECREATIONAL ACTIVITIES: MOOSE AS A CASE STUDY. *ALCES*, 47: 17-25.
- Norgeskart. (2021). Kartverket. Available at: <https://norgeskart.no/#!?project=norgeskart&layers=1002&zoom=3&lat=7197864.00&lon=396722.00> (accessed: 29.04.2021).
- Olsson, M. and Seiler, A. 2015. Viltsäker järnväg, Utredning av olycksdrabbade sträckor och förslag till åtgärder. - Trafikverket Publikation 2015:082.
- Proffitt, K.M., Grigg, J.L., Hamlin, K.L. & Garrott, R.A. (2009). Contrasting Effects of Wolves and Human Hunters on Elk Behavioral Responses to Predation Risk. *Journal of Wildlife Management*, vol. 73 (3), pp. 345-356.
- RCoreTeam. (2020). RStudio: Integrated Development Environment for R. Boston: MA. Available at: <http://www.rstudio.com/>.
- Reimers, E. (2018). *Våre hjortedyr*. Oslo: Yrkeslitteratur as.
- Rolandsen, C. M., Langeland, K., Tømmervik, H., Hesjedal, A., Kjørstad, M., Moorter, B. V., Danielsen, I. E., Tveraa, T. & Solberg, E. J. (2017). Tamreinpåkjørsler på Nordlandsbanen - Utfordringer og tiltak i Nord-Trøndelag og Nordland, NINA rapport 1326: Norsk institutt for naturforskning.
- Rolandsen, C. M., Solberg, E. J., Van Moorter, B. & Strand, O. (2015) Dyrepåkjørsler på jernbanen i Norge 1991-2014. - NINA Rapport 1145. 111. sider.
- Sand, H., Mallwitz, D. & Zimmermann, B. (2016). Älgars flyktbeteende vid jakt med löshund inom och utanför vargområden. *Fakta skog* 2016, 1.
- Seiler, A. (red.) 2011. Klövviltolyckor på järnväg: kunskapsläge, problemanalys och åtgärdsförslag - Ett projekt utfört på uppdrag av Trafikverket.
- Seiler, A. et al. 2016. Cost-benefit analyses for wildlife and traffic safety. SAFEROAD Technical report 4.
- Seiler, A. & Helldin, J. O. (2006). Mortality in wildlife due to transportation. In *Environmental Pollution, The Ecology of Transportation: Managing Mobility for the Environment*, pp. 165-189.
- Seiler, A., Willebrand, S. & Verschuur, L. (2017). Funktion och effekt av blå viltreflektorer – en litteraturstudie och fältexperiment: Trafikverket.

- Seiler, A. & Bhardwaj, M. (2020). Wildlife and Traffic: An Inevitable but Not Unsolvable Problem? In *Problematic Wildlife II*, pp. 171-190.
- Seiler, A. & Olsson, M. (2017). Wildlife Deterrent Methods for Railways—An Experimental Study. In Borda-de-Água, L., Barrientos, R., Beja, P. & Pereira, H. M. (eds) *Railway Ecology*, pp. 277-291. Cham: Springer International Publishing.
- Shimura, M., Ushioji, T. & Ikehata, M. (2018). Development of an Acoustic Deterrent to Prevent Deer-train Collisions. *Quarterly Report of RTRI*, 59 (3): 207-211. doi: 10.2219/rtriqr.59.3_207.
- Sivertsen, T. R., Gundersen, H., Rolandsen, C. M., Andreassen, H. P., Hanssen, F., Hanssen, M. G. & Lykkja, O. (2010). Evaluering av tiltak for å redusere elgpåkørsler på veg, Oppdragsrapport nr. 1 - 2010: Høgskolen i Hedmark.
- Smith, M. E., Linnell, J. D. C., Odden, J. & Swenson, J. E. (2000). Review of Methods to Reduce Livestock Depredation II. Aversive conditioning, deterrents and repellents. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A - Animal Science*, 50 (4): 304-315. doi: 10.1080/090647000750069502.
- Solberg, E. J., Rolandsen, C. M., Herfindal, I. & Heim, M. (2009). Hjortevilt og trafikk i Norge: en analyse av hjorteviltrelaterte trafikkulykker i perioden 1970-2007, NINA Rapport 463: Norsk institutt for naturforskning.
- SSB. (2020a). Fakta om jakt. Available at: <https://www.ssb.no/jord-skog-jakt-og-fiskeri/faktaside/jakt>.
- SSB. (2020b). Registrert avgang av hjortevilt utenom ordinær jakt. In Statistisk sentralbyrå (Statistisk sentralbyrå). Available at: <https://www.ssb.no/hjortavg>.
- SSB. (2021). Registrert avgang av hjortevilt utenom ordinær jakt. In Statistisk sentralbyrå (Statistisk sentralbyrå). <https://www.ssb.no/hjortavg>.
- SSB. (2021). Felte hjort, etter statistikkvariabel, region, alder, kjønn og intervall (år). <https://www.ssb.no/statbank/table/03434/tableViewLayout1/>.
- SSB (2021) Flere rådyr påkjørt og drept. [Flere rådyr påkjørt og drept \(ssb.no\)](https://www.ssb.no)
- Stankowich, T. (2008). Ungulate flight responses to human disturbance: A review and meta-analysis. *Biological Conservation*, 141 (9): 2159-2173. doi: 10.1016/j.biocon.2008.06.026.
- Stankowich, T. & Blumstein, D.T. (2005). Fear in animals: a meta-analysis and review of risk assessment. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, vol. 272 (1581), pp. 2627–2634.
- Sørensen, J. B. (2017). Moose-Vehicle Collisions in Northern Norway: Causes, Hotspot Detection and Mitigation. Master's thesis: Norwegian University of Life Sciences.
- Ujvári, M., Baagøe, H. J. & Madsen, A. B. (2004). Effectiveness of acoustic road markings in reducing deer-vehicle collisions: a behavioural study. *Wildlife Biology*, 10 (1): 155-159. doi: 10.2981/wlb.2004.011.
- VerCauteren, K. C., Shivik, J. A. & Lavelle, M. J. (2005). Efficacy of an animal-activated frightening device on urban elk and mule deer. *Wildlife Society Bulletin*, 33 (4).
- Zbyryt, A., Bubnicki, J.W., Kuijper, D.P.J., Dehnhard, M., Churski, M. & Schmidt, K. (2018). Do wild ungulates experience higher stress with humans than with large carnivores? *Behavioral Ecology*, vol. 29 (1), pp. 19–30.
- Zuur, A. F., Ieno, E. N., Walker, N. J., Saveliev, A. A. & Smith, G. M. (2009). *Mixed effects models and extensions in ecology with R*. New York: Springer.

Nøkkelord:	Jernbane, påkjørsler, hjortevilt, forebyggende, avspilling av skremmelyder
Key words:	Railway, collision, red deer, moose, scary sounds
Andre aktuelle publikasjoner fra prosjekt:	<p>Almås, P (2021) Use of sound stimuli to elicit a change in moose (<i>Alces alces</i>) and red deer (<i>Cervus elaphus</i>) behaviour. Master's Thesis 2021, Faculty of Environmental Sciences and Natural Resource Management, NMBU. 36 sider.</p> <p>Lodnert, D. (2021). Evaluating the behavioural response of moose (<i>Alces alces</i>) to acoustic stimuli. Master's thesis. Grimsö Wildlife Research Station: Swedish University of Agricultural Sciences.</p>

Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO) ble opprettet 1. juli 2015 som en fusjon av Bioforsk, Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning (NILF) og Norsk institutt for skog og landskap.

Bioøkonomi baserer seg på utnyttelse og forvaltning av biologiske ressurser fra jord og hav, fremfor en fossil økonomi som er basert på kull, olje og gass. NIBIO skal være nasjonalt ledende for utvikling av kunnskap om bioøkonomi.

Gjennom forskning og kunnskapsproduksjon skal instituttet bidra til matsikkerhet, bærekraftig ressursforvaltning, innovasjon og verdiskaping innenfor verdikjedene for mat, skog og andre biobaserte næringer. Instituttet skal levere forskning, forvaltningsstøtte og kunnskap til anvendelse i nasjonal beredskap, forvaltning, næringsliv og samfunnet for øvrig.

NIBIO er eid av Landbruks- og matdepartementet som et forvaltningsorgan med særskilte fullmakter og eget styre. Hovedkontoret er på Ås. Instituttet har flere regionale enheter og et avdelingskontor i Oslo.