



Norges miljø- og
biovitenskapelige
universitet

Masteroppgave 2022 30 stp

Fakultet for miljøvitenskap og naturforvaltning

Laserskremming av gjess - et nyttig verktøy for bonden?

Laser Scaring of Geese - A Useful Tool for Farmers?

Lasse Rasmussen

Naturforvaltning

Forord

Denne masteroppgaven markerer slutten på mastergraden i naturforvaltning ved NMBU, etter fem år på Norges vakreste campus. Bruk av laser i landbruket er forholdsvis upløyd mark, og muligheten til å bidra med å øke kunnskapsnivået rundt dette har vært både givende og interessant. Oppgaven er en del av prosjektet *Gjess i Oslofjorden: Utfordringer, innovative Løsninger, verdiskapning og Lønnsomhet* (GULL) drevet av Norsk institutt for naturforskning (NINA) og Fredrikstad kommune, og finansiert av Viken Regionale Forskningsfond. Prosjektet skal bidra til å øke kunnskapsnivået og finne løsninger rundt problemet med gjess i landbruket i Oslofjordområdet, og denne oppgaven knyttes til delmål 1 - *Å teste bruk av laser som jagemetode på landbruksarealer med gjess*.

Takk til mine veiledere Ronny Steen (Fakultet for miljøvitenskap og naturforvaltning, NMBU) og Ingunn Tombre (NINA) for gode innspill og veiledning underveis. En takk rettes også til Jørgen Torp i Fredrikstad kommune for lån av laser, feltbefaringer og kontakt med grunneiere i Torsnes, og grunneier Gustav Thorsø Mohr for tillatelse til å bruke jordet.

Til slutt en takk til alle jeg har blitt kjent med gjennom studietiden, og da særlig klassekamerater på bachelor, medmusikanter i Åsblæst'n og hybelvenner i Casa del Sol.



Ås, 12. mai 2022

Sammendrag

Gåsebestandene i Europa har vokst kraftig de siste 50 årene, og konfliktnivået mellom gjess og landbruk har vokst i takt med bestandene. Etterspørselen etter skade- og konfliktdempende tiltak er betydelig. Sterkt lys har vist seg å ha god skremmeeffekt på fugl, og laser som skremmemiddel har blitt brukt siden 1970-tallet. Laserens effekt har i noen grad blitt nærmere undersøkt, men lite er gjort for å dokumentere hvilke faktorer som påvirker effekten. Det er dette som har blitt sett nærmere på i dette studiet, mer spesifikt hva som påvirker sannsynligheten for at gjessene blir skremt, hvor lang tid det tar å skremme dem og hvor lang tid før de kommer tilbake. I tillegg er det undersøkt om det er noen forskjeller mellom de ulike artene i responsen til laser. Forsøkene ble gjort i Torsnes i Fredrikstad kommune i juni 2021, et område med store utfordringer knyttet til landbruksskader forårsaket av gjess. Grågås (*Anser anser*), hvitkinngås (*Branta leucopsis*) og kanadagås (*B. canadensis*) er artene som laseren ble utprøvd på. Ved hjelp av en håndholdt laser ble gjess skremt fra et bestemt jorde, og tiden det tok å skremme hele flokken ble målt. I tillegg ble en rekke variabler registrert. I 84% av forsøkene lyktes det å skremme gjessene, og det tok i gjennomsnitt 24 sekunder. Flokkstørrelse påvirket skremmesannsynligheten mest, og flere gjess gir større sannsynlighet for vellykket skremming. Ingen av artene påvirket denne sannsynligheten nevneverdig. 60% av flokkene lot seg skremme innen 20 sekunder, og denne tiden ble påvirket av flokkstørrelse og skydekke. Større flokker ga lengre skremmetider. Overskyet vær gir kortere skremmetider, og forklares ved at laserstrålen er lettere å se når det er overskyet enn i solskinn, som stemmer overens med tidligere studier. Høyere andel kanadagås i flokken ga lengre skremmetider, men dette antas å skyldes at det i forsøk med mye kanadagås også var nokså store flokker. Av faktorer som påvirker returtiden er det andelen grågås i flokkene og skydekke som har en innvirkning på dette, og jo høyere andel grågås i flokken jo forttere kommer gjessene tilbake. Gjessene kom også raskere tilbake i overskyet vær, men siden man ikke kan si med sikkerhet at det var de samme gjessene som kom tilbake er disse resultatene noe usikre. At flokkstørrelse påvirker skremmesannsynligheten skyldes trolig at det i en større flokk er større sannsynlighet for at trusler oppdages. Laseren viste seg å være et effektivt hjelpemiddel for å skremme gjess, i alle fall på kort sikt. Videre studier bør undersøke langtidseffektene på ikke-hekkende gjess da de er mer mobile enn hekkefugler, samt sammenligne effektene av skadefelling og laserskremming for å vurdere hvilken metode som er mest effektiv.

Abstract

The European goose populations have increased significantly over the past 50 years, and the level of conflict with agriculture has grown correspondingly. The demand for action to reduce the damage and conflicts are high. Bright light has been shown to have a good scaring effect and lasers have been used since the 1970's. The effect of lasers has in some degree been subject to science, but there is little knowledge about the factors affecting its effect. These factors are the subject of this thesis, more specifically factors affecting the probability of the geese being scared, the time needed to scare them and the time before they return after scaring. Possible differences between species were also analysed. The study was conducted in Fredrikstad municipality, Viken county in June 2021, an area with significant challenges related to geese and damage to crops. Laser trials were conducted on Greylag goose (*Anser anser*), Barnacle goose (*Branta leucopsis*) and Canada goose (*B. canadensis*). Geese were scared from the field using a hand held laser, and the time needed to displace them from the trial field was measured, as well as several environmental factors. Successful scaring was achieved in 84% of the trials, with an average scaring time of 24 seconds. Flock size affected scaring probability the most, and the probability increased with the number of geese. There were no significant differences in response between the different goose species. 60% of the flocks were displaced in less than 20 seconds, and this was correlated with flock size and cloud cover. Bigger flocks resulted in longer displacement times. A clouded sky resulted in less time needed to displace the Geese, and this is probably due to the laser beam being more visible under cloudy conditions, which is consistent with earlier studies. A higher proportion of Canada goose in the flock gave longer displacement time, but this is presumably due to flocks with a high proportion of Canada goose also having a higher total number of geese. The geese returned quicker when the flocks had a large proportion of Greylag goose and when the sky was cloudy, although it is uncertain whether these are the same individuals. The correlation between flock size and probability of successful scaring is probably due to the increased awareness in bigger flocks, as more eyes have a higher chance of detecting dangers. The laser proved to be an efficient tool for scaring geese, at least in a short term. Further studies should focus on the effects on non-breeding geese as these are less bound to a location than breeding birds, as well as comparing effects of derogation shooting and laser scaring in order to compare the efficiency of the two methods.

Innholdsfortegnelse

1 Innledning.....	1
1.1 Problemstillinger og hypoteser.....	4
2 Metode.....	5
2.1 Studieområde.....	5
2.2 Datainnsamling.....	6
2.3 Databehandling og statistiske analyser	8
3 Resultater.....	10
3.1 Faktorer som påvirket sannsynligheten for vellykket skremming	11
3.1.1 Artenes effekt på skremmesannsynlighet.....	12
3.2 Faktorer som påvirket skremmetiden	13
3.2.1 Artenes effekt på skremmetid	14
3.2.2 Flokkstørrelsens effekt på skremmetid	15
3.3 Faktorer som påvirket returtiden	16
3.3.1 Artenes effekt på returtid.....	18
4 Diskusjon.....	20
4.1 Hva påvirker sannsynligheten for at gjessene blir skremt?.....	20
4.1.1 Artenes effekt på skremmesannsynligheten	21
4.2 Hvor lang tid tar det å skremme gjessene?.....	21
4.2.1 Artenes effekt på skremmetiden.....	22
4.3 Hvor lang tid tar det før det er gjess på jorden igjen?.....	23
4.4 Andre aspekter ved dette studiet og laserbruk generelt.....	24
5 Konklusjoner og betydning for forvaltningen.....	25
6 Referanser.....	26
7 Vedlegg	29

1 Innledning

Bestandene av gjess (*Anser* spp. og *Branta* spp.) har hatt en økning i Europa de siste 50 årene, og de fleste arter har nå store levedyktige bestander (Madsen, 1991; Fox et al., 2010; Keller et al., 2020). Årsakene til økningene har vært diskutert, og etter hvert blitt mange. Mye er gjort for å fastsette de viktigste, og disse kan sies å være økt vinteroverlevelse, redusert jakttrykk på kontinentet, klimaendringer som gir bedre overvintringsforhold nærmere hekkeområdene, bedre forhold på hekkeområdene samt økt utnyttelse av landbruksvekster til føde og effektivisering av landbruket (Ramo et al., 2015; Fox & Madsen, 2017). En høyere andel landbruksvekster i føden medfører god tilgang på næringsrik og lettfordøyelig føde som ofte er tilgjengelig over store områder (Fox & Abraham, 2017). Dette fører til økte konflikter mellom gjess og landbruk, da beiting i landbruket medfører skade på avlinger, og dermed økonomiske tap for bønder som blir berørt (Bergjord Olsen et al., 2017). Konfliktene er likevel ikke nye selv om de har økt i takt med gåsebestandene, og blant annet finner man i omtalen av grågås (*Anser anser*) i Løvenskiold (1947) at "Mange steder blir de forfulgt fordi de beiter av gresset". Det er i dag stor etterspørsel av tiltak som demper skadene og konfliktene knyttet til gjess i landbruket.

En rekke metoder for å begrense beiteskader forårsaket av gjess i landbruket har blitt utviklet, både dødelige og ikke-dødelige, akustiske og visuelle. Dette spenner fra reflekser, sperrebånd, oppblåsbare fugleskremser og gasskanoner til vakthunder, eggpunktering og økt jakttrykk (Gilsdorf et al., 2002). Noen få studier har undersøkt effekten av de ulike tiltakene, blant annet Heinrich og Craven (1990), Tombre et al. (2004), Tombre et al. (2005) og Simonsen et al. (2016). Muligheten til å skremme gjess som gjør skade på avling i Norge er nedfelt i viltlovens §46 (Viltloven, 1981), og så godt som alle de nevnte tiltakene har vært prøvd ut i Norge, enten på initiativ fra enkeltbønder, bondelag eller offentlig forvaltning. Økonomiske tiltak, både tilskudd som et bidrag for tapt avling som følge av gåsebeiting og tilskudd til skadereduserende tiltak, er også tilgjengelige i noen områder (Kristiansen et al., 2005; Tombre et al., 2013). I Vesterålen i Nordland er det også satt i gang et prosjekt hvor man forsøker å bytte ut gressartene i beitene med nye, mer motstandsdyktige arter som skal tåle beitinga bedre (Norsk institutt for naturforskning, 2019).

Sterkt lys har vært kjent for å kunne påvirke fuglenes atferd i mer enn 50 år, og lyskastere ble brukt for å hindre ender i å spise i rismarkene (Lustick, 1973). Lasere har vært brukt siden 1970-årene, men det er først på 2000-tallet at bruken har blitt mer utbredt. Dette skyldes blant annet at laserne man hadde tidligere var svært skadelige for øynene, mens det frem mot 2000-tallet ble utviklet mer effektive utgaver med redusert skaderisiko (Blackwell et al., 2002). Etter hvert som disse tryggere laserne ble tilgjengelige, ble det på starten av 2000-tallet gjennomført noen "pilotprosjekter", bl.a. i Glahn et al. (2001), Blackwell et al. (2002) og Gorenzel et al. (2002), for å undersøke muligheten og effektene på fugl nøyere. Her fant man at laser har god effekt på å jage blant annet gjess og ender fra rasteplasser ved jordbruksområder. Faktorer som påvirket hvor godt laseren virket ble derimot ikke sett nærmere på, kun den faktiske effekten av laseren.

I landbruket er laser som skremmemiddel mot gjess nærmere studert de senere årene i Danmark så vel som i Nederland, to land som har store mengder, særlig overvintrende, gjess (Latour & Stahl, 2018; Clausen et al., 2019). I studiene herfra viste laseren seg å være et effektivt middel, både mot antall gjess på arealene og de totale beiteskadene. Her så man også nærmere på hva som påvirker laserens effektivitet, og vær og tid på døgnet var sentrale faktorer. Tidsbruken som skal til, kan likevel bli svært kostbar over tid dersom langtidseffektene ikke er like gode. Metoden begynner nå å bli utbredt også i Norge, og et firma på Jæren har rettet seg inn mot salg av laser til bønder i Norge (Jåtun, 2019).

Som følge av den kraftige økningen i gåsebestandene hekker det nå gjess langt flere steder enn tidligere. I Østfold er det grågås som er den mest tallrike gåsearten, med en hekkebestand på mellom 500 og 1000 par (Hardeng et al., 2019) og over 5000 individer i regionen i august (Tombre et al., 2021). Fra å være bundet til kysten fra Rogaland til Porsanger på midten av 1900-tallet (Haftorn, 1971), er den i dag å finne i godt antall hele veien fra Svenskegrensa i Østfold (Follestad, 1994). Den norske bestanden var i 1990 mellom tre og fire ganger så stor som i 1970, og i 2015 ble den anslått til 18–21 000 par (Shimmings & Øien, 2015). Til sammenligning har den svenske bestanden økt fra 300 par i 1960 til 41 000 i 2012 (Ottoson et al., 2012). Det første hekkefunnet i Østfold ble bekreftet på slutten av 1960-tallet (Hanssen, 1980), og den kraftige økningen i bestanden illustreres ved at det kun ble funnet fire reir mellom det første funnet og 1980.

I tillegg til en økning i grågåsbestanden opplever man i Østfold en etablering av hvitkinngås (*Branta leucopsis*), en art som tradisjonelt kun har hekket i arktiske områder, blant annet på Grønland og Svalbard (Haftorn, 1971). De siste 40 år har den derimot hekket årlig i Østlandsområdet, og i Østfold, hvor den før var som en stor sjeldenhet å regne. I dag er den en vanlig hekkeart langs kysten (Bengtson et al., 1994; Isaksen, 2021; Viker et al., in prep.). Det første hekkefunnet i Østfold ble dokumentert i 2000, og hekkebestanden estimeres nå til 200–300 par (Hardeng et al., 2019). Litt over 1000 individer er registrert i Østfold i begynnelsen av august (Tombre et al., 2021). Samtidig med denne etableringen har også kortnebbgås (*Anser brachyrhynchus*) begynt å raste i Østfold på vårtrekket i stadig større flokker (Viker et al., in prep.). Kanadagås (*Branta canadensis*) ble fra 1936 og i alle fall frem til midten av 80-tallet satt ut i Norge, og har siden det etablert hekkebestander i de fleste sør-norske fylker (Bevanger, 2005). Det første hekkefunnet i Østfold ble gjort i 1979, og hekkebestanden teller i dag 75–150 par (Hardeng et al., 2019; Viker et al., in prep.) med nærmere 400 individer registrert i begynnelsen av august (Tombre et al., 2021).

Både grågås og hvitkinngås er store, herbivore fugler som oppgis å i all hovedsak livnære seg på gress (Haftorn, 1971). Det har ikke endret seg så mye gjennom årene, men det har derimot hvor de spiser gresset de trenger. Fra å beite på holmene i skjærgården slik det blir beskrevet i forrige århundre i Haftorn (1971), finner gjessene nå en større del av føden på beite- og slåttemarken (Olsson et al., 2017). Her er det fortsatt gress som er hovedføden, men i stadig større grad beiter de også på dyrkede gressarealer (gjerne dominert av timotei), kornåkrer, grønnsaksarealer og åkerbønner. Gjessene gjør skade på kornåkrene mens de spirer og tidlig i vekstfasen på våren (Wallgård, 2010; Andersen, 2017; Olsson et al., 2017). På sensommeren og utover, når kornåkrene er høstet, er spillkorn i stubbåker en viktig næringskilde (Jensen et al., 2016).

Hvilke områder som blir utsatt for beiting avhenger av om det er hekkende eller ikke-hekkende gjess som er i området. På våren og forsommeren vil voksne gjess som går til hekking være opptatt med ruging og pass av unger, og er i denne perioden knyttet til beiteområder med umiddelbar nærhet til vann, da ungene ikke er flygedyktige. Gjess blir ikke kjønnsmodne før de er 2-3 år gamle (Hjeljord, 2008), og unge, ikke-hekkende gjess vil ha større frihet med tanke på valg av beite, da de ikke er knyttet til vann i like stor grad. Dette vil gjelde fram til myteperioden (utskiftning av vingefjær) begynner i juli, da gjessene mister

flygeevnen i noen uker (Andersen, 2017). De ikke-hekkende gjessene har likevel tilknytning til en trygg rasteplass i eller ved vann, hvor de oppholder seg om natten for å være mest mulig trygge fra predatorer. Wallgård (2010) har dokumentert at de i hovedsak velger beiteområder i nærheten av disse rasteplassene, og at disse da kan være utsatt for et høyere beitetrykk enn arealer lenger fra vann (Chudzińska et al., 2016).

Dette studiet ble gjennomført i Fredrikstad kommune i Viken, der landbruket i flere år har opplevd store skader som følge av gåsebeiting. Noen steder har beitinga ført til avlingstap med påfølgende store økonomiske tap, og problemene er som regel knyttet til beiting på gras, korn, raps og erter. Områdene med de største utfordringene finner man i kommunedelene Torsnes, Kråkerøy og Onsøy, og flere av de mest utsatte lokalitetene ligger i tilknytning til naturreservater der mange gjess oppholder seg (Fredrikstad kommune, 2021). Noen bønder i kommunen har på eget initiativ gått til anskaffelse av håndholdte lasere for å redusere problemene ved å jage gjessene bort fra de sårbare områdene. Fredrikstad kommune har selv to lasere som lånes ut til bønder som opplever problemer. Det er etterspørsel etter bedre kunnskap om hvordan laseren fungerer sett fra bondens ståsted, og da spesielt under hvilke forhold laseren har best effekt, og hvordan bruken eventuelt påvirker tilstedeværelsen av gjess over tid.

1.1 Problemstillinger og hypoteser

I denne oppgaven er det tre sentrale spørsmål ved dette som undersøkes:

1. Hva påvirker sannsynligheten for at gjessene faktisk blir skremt?
2. Hva påvirker tiden det tar å skremme dem?
3. Hva påvirker hvor lang tid det tar før det kommer gjess tilbake?

Kunnskap om disse spørsmålene vil kunne bidra med viktig informasjon når gårdbrukerne ser gjess på sine arealer. Resultatene kan videre bidra til gårdbrukerens vurdering av hvilke skremmetiltak som eventuelt skal iverksettes. I tillegg vil studiet kunne gi økt kunnskap om ulike arters reaksjon på laserskremmingen. Til de to første problemstillingene forventes det (1) at de sjeldnere vil bli skremt ved lengre avstander, særlig i klarvær, (2) at det i klarvær og midt på dagen vil ta lenger tid å skremme gjessene, og (3) at hvitkinngås vil la seg lettere skremme enn grågås da hvitkinngås ikke er en jaktbar art og dermed antas å være mindre vant til forstyrrelser.

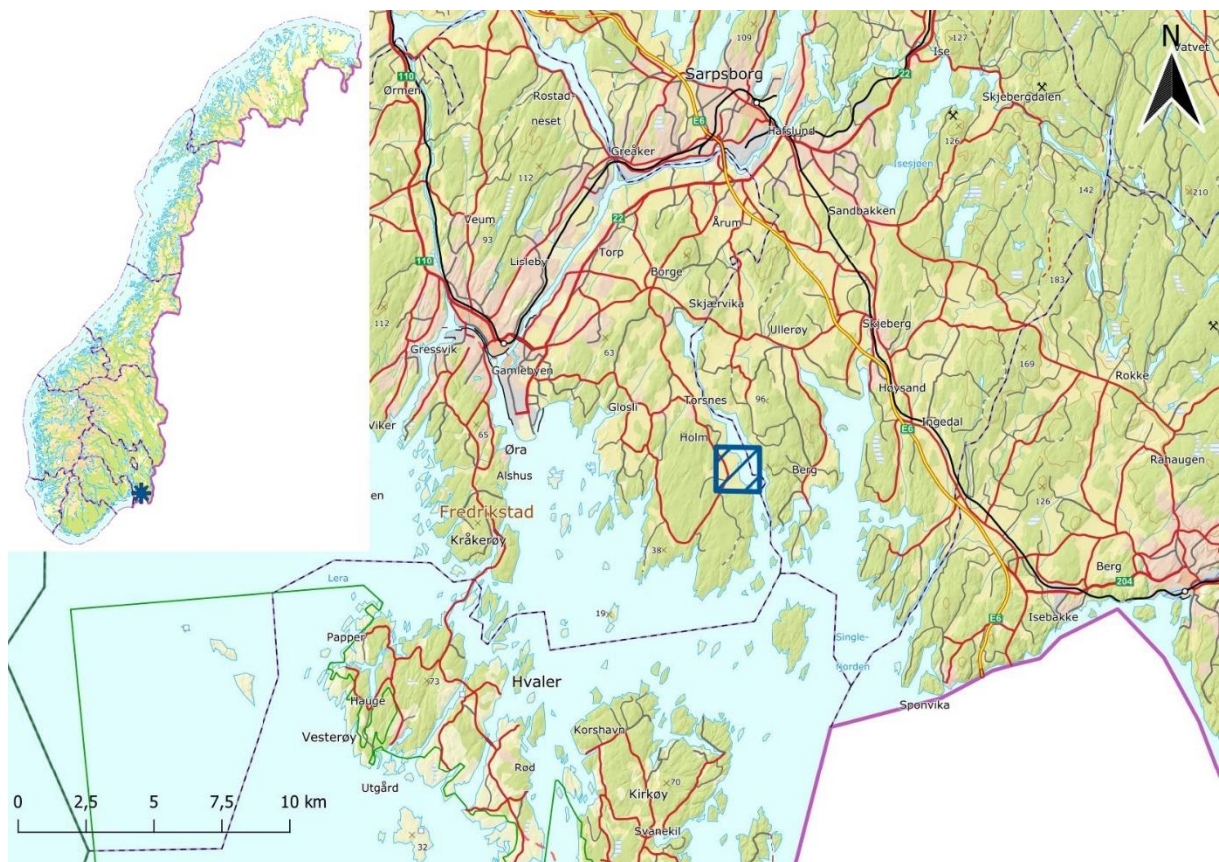
2 Metode

2.1 Studieområde

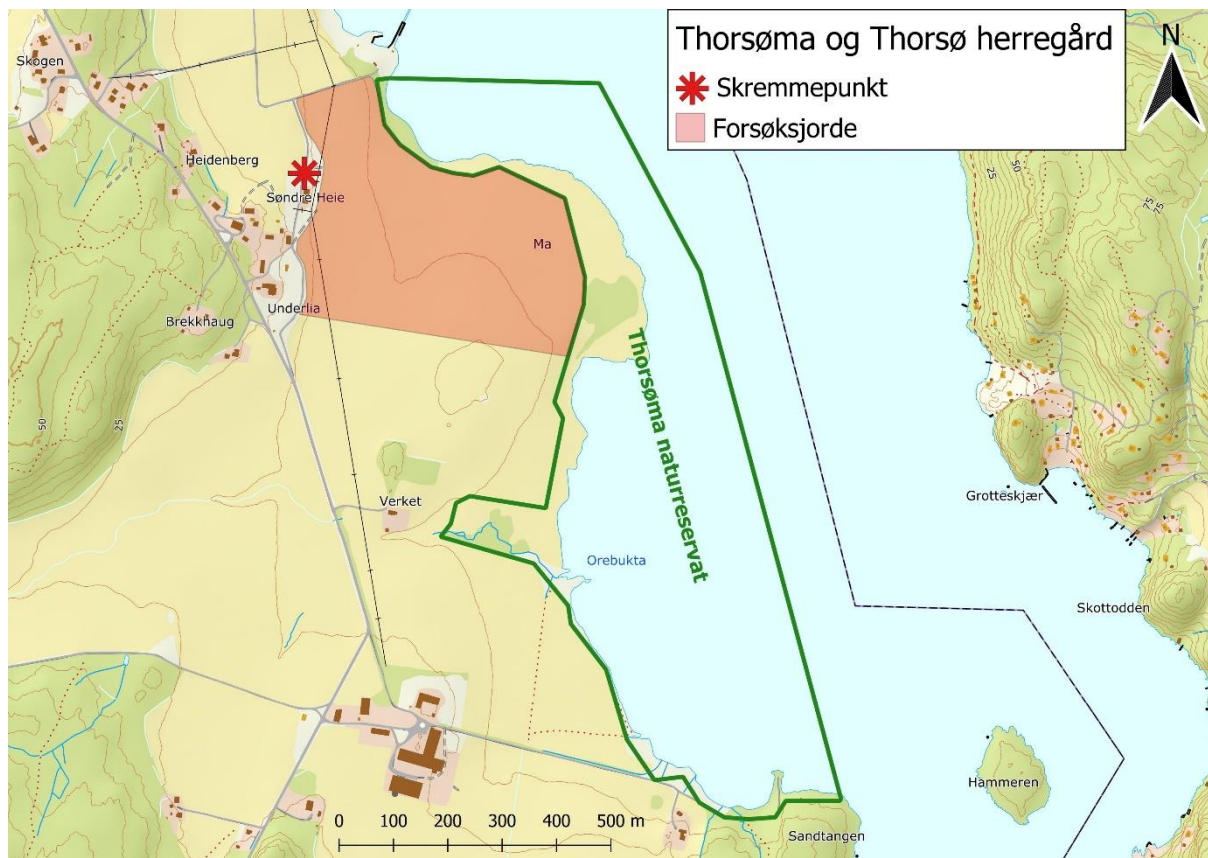
Forsøkene ble gjennomført i Torsnes, Fredrikstad kommune (Figur 1 og Figur 2).

Eiendommen tilhører Thorsø herregård, og i området dyrkes det ulike kornsorter, mais og gress til vinterfôr. Det aktuelle jordet ble i 2021 brukt til eng for slått, og grenser til Thorsøma naturreservat, et naturreservat som etter formålet skal "...bevare en spesiell naturtype i form av et våtmarksområde med vegetasjon, fugleliv og annet dyreliv som naturlig er knyttet til området." (Forskrift om Thorsøma naturreservat, 2010).

Naturreservatet og arealene rundt Thorsø herregård blir brukt som rasteplass av gjess både vår, sommer og høst. I studieperioden ble det observert grågås, hvitkinngås, kanadagås og stripegås (*Anser indicus*, kun ett individ). I tillegg raster det på våren kortnebbgås og i enkelte tilfeller også tundraås (*A. albifrons*). Bøndene i området opplever store tap av avling som følge av gåsebeiting.



Figur 1. Studieområdets (blå firkant) plassering i Nedre Glomma-regionen i Viken fylke. Kart hentet fra Kartverket.



Figur 2. Studieområdet med jordet laserforsøkene ble gjort ved (rødskravert), punktet for majoriteten av forsøkene (stjerne) og Thorsøma naturreservat. Kart hentet fra Kartverket.

2.2 Datainnsamling

Datainnsamlingen ble foretatt mellom 1. og 23. juni 2021, og 18 av disse dagene ble det gjort forsøk med laser. Tidspunkt for når på dagen forsøkene ble gjort varierte fra kl. 06 til 22, og innenfor samme dag ble forsøkene gjort i en 3-4 timers periode.

I forsøkene ble det brukt en håndholdt laser av typen Birdlaser Portable (Vestflow AS, Norge) med en effekt på 500mW og en grønn, kontinuerlig laserstråle med en bølgelengde på 520nm. Avstanden til gjessene ble målt med en lasermåler (Laser 1200S, Nikon, Japan).

De fleste laserforsøkene (52 av 56 fra punkt markert i Figur 2) ble gjort fra samme sted ved jordekanten for å etterligne en situasjon der bonden kommer kjørende til jordet og bruker laseren uten å bruke tid på å finne en ideell plassering i forhold til gjessene. Herfra ble laserstrålen siktet på bakken foran gåseflokk, mens det i størst mulig grad ble unngått å treffe direkte på gjessene. Lasere med den styrken som er brukt her er skadelige for øynene,

og selv om det for det meste er snakk om større avstander må laseren i størst mulig grad ikke siktes på fuglene for å unngå skader (følger etablert metode, se Clausen et al. (2019)).

Laserstrålen ble sveipt fram og tilbake foran flokken helt til alle gjessene hadde lettet.

I de tilfellene gjessene ikke lettet, ble det foretatt en skjønnsmessig vurdering av hvorvidt de etter hvert ville la seg skremme eller ikke. I noen tilfeller landet nye gjess midt i laserstrålen, og dette, kombinert med tiden laseren hadde blitt sveipt foran gjessene, førte til at noen flokker ble registrert som "ikke skremt".

Antallet av hver gåseart i flokkene (grågås, hvitkinngås og kanadagås) ble registrert, og lagt til grunn for å beregne hvor stor andel hver art utgjorde av flokken. Dette ble gjort for å undersøke om det var noen artsspesifikke responser til forsøkene. For hvert forsøk med laseren der gjessene lettet ble tiden det tok for alle gjess å lette og ikke vise tegn til å lande igjen målt med armbåndsur (skremmetid), i tillegg til variablene presentert i Tabell 1. Skydekke ble registrert etter etablert metode med skala 0–8, se bl.a. Stull (2017) s. 170.

Etter en del av de vellykkede skremmingene ble tiden det tok før det igjen landet gjess på jordet målt (returtid), dette for å kunne analysere hvilke parametere som påvirker tiden det tok før gjessene kom tilbake.

Laserforsøkene ble ikke gjennomført med noe bestemt intervall, men med varierende tid imellom. Noen ble gjort ganske umiddelbart etter at en flokk hadde landet på jordet, noen etter at flokken hadde beitet litt. Dette vil kunne etterligne en reell situasjon hvor bonden kommer til jordet i tilfeldige tider i forhold til gjessene.

Tabell 1. Registrerte forklaringsvariabler for hvert laserforsøk.

Variabel	Forklaring
Periode	Morgen (kl. 6-9), formiddag (9-13), ettermiddag (13-18), kveld (18-21)
Dagsøkt	Rekkefølge for laserforsøk den aktuelle datoen. 1 = Første laserforsøk for dagen, 2 = andre, ... 7 = syvende laserforsøk for dagen.
Skydekke	Vurdering av skydekke på skala fra 0 (skyfritt) til 8 (helt overskyet)
Nedbør	Ja/nei for nedbør på skremmetidspunkt
Avstand	Avstand i meter fra laseren til nærmeste gås i flokken som skremmes
Antall gjess	Totalt antall gjess i flokken
Andel av art	Andelen de tre artene grågås, hvitkinngås og kanadagås utgjorde av flokken (0-1)

2.3 Databehandling og statistiske analyser

Alle variabler listet i Tabell 1 ble ført inn i Microsoft Excel etter feltforsøkene, og det ble regnet ut andelen av hver art i flokkene. Tiden det tok å skremme gjessene (skremmetid) og tiden til de kom tilbake (returtid) ble regnet om til sekunder.

Dataene ble lastet inn i R studio versjon 1.4.1717 (RStudio Team, 2021), drevet av R versjon 4.1.2 (R Core Team, 2021). Her ble modellutvalg, statistiske tester og grafiske fremstillinger utført.

Følgende ble testet som en funksjon av forklaringsvariablene i Tabell 1:

1. Sannsynligheten for at gjessene ble skremt bort (ja/nei, binomisk fordeling).
2. Hvor lang tid det tok før gjessene ble skremt (skremmetid i sekunder, normalfordeling)
3. Hvor lang tid det tok før gjessene kom tilbake (returtid i sekunder, normalfordeling)

For skremmetid og returtid ble det laget grupperte søylediagrammer som viser fordelingen av verdiene. Dette ble også gjort for variabelen avstand. Gjennomsnitt for disse variablene er også angitt, inkludert standardavvik. Før modellanalysen ble skremmetid og returtid log-transformert (\log_{10}) for å oppnå normalfordeling av modellene (Montgomery et al., 2001).

For hver av de tre problemstillingene ble først en global GLM-modell (Generalisert lineær modell) med alle forklaringsvariabler laget (funksjon *glm*) (appendix 7.1). Ved hjelp av funksjonen *dredge* i pakken MuMin (Bartoń, 2022) ble alle mulige kombinasjoner av forklaringsvariablene undersøkt, og disse ble sammenlignet og rangert ved bruk av AICc (Akaike Information Criterion). Etersom artsandelene er beregnet ut ifra det totale antall gjess ble det kjørt to globale modeller: én hvor antall gjess var inkludert og én med artsandelene. Modellen med lavest AICc ($\Delta AIC < 2.0$) ble betraktet som den beste modellen (Burnham & Anderson, 2002). Signifikansnivå for modellene er satt til 0,05. Grafiske fremstillinger av de utvalgte modellene ble laget ved bruk av funksjonen *ggpredict* i pakken *ggeffects* (Lüdtke, 2018).

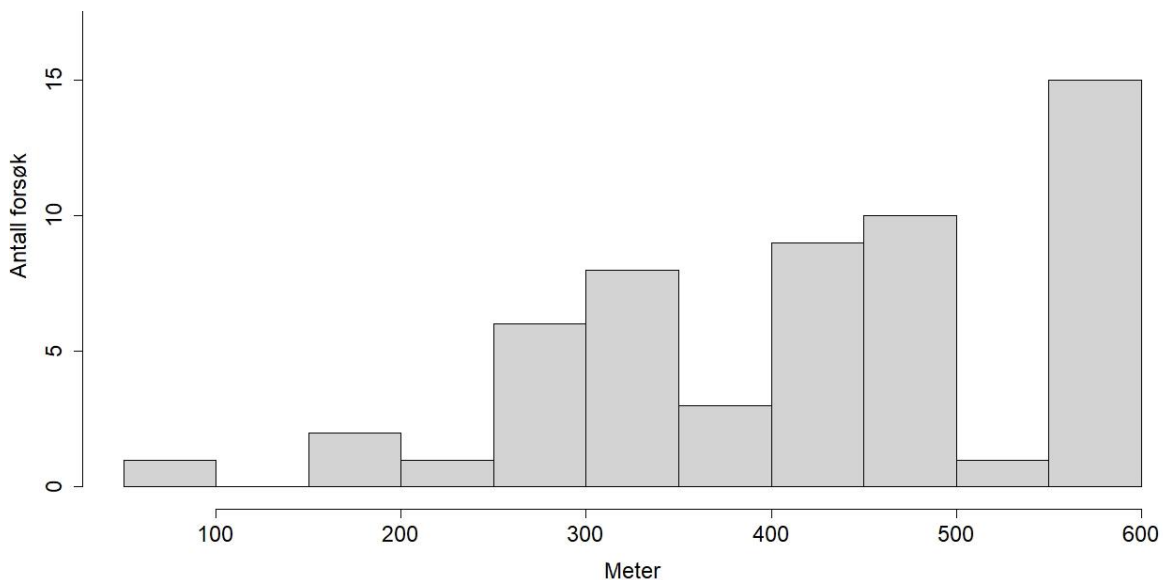
For å evaluere effekten av flokkstørrelsen på skremmeeffektiviteten (antall gjess skremt per tidsenhet) er det viktig å undersøke hvordan skremmetiden øker med antall gjess. Derfor ble det i tillegg utført en lineær regresjonsmodell som inkluderte skremmetid og flokkstørrelse, der begge variablene ble \log_{10} -transformert (log-log-plottning). Hvis skremmetiden øker saktere enn økningen i antall gjess, dvs. hvis stigningstallet på log-log-plottet er signifikant mindre enn 1, så vil skremmetiden være kortere per individuelle gås i store flokker. Er stigningstallet høyere enn 1 vil det ta lenger tid per gås i store flokker. Forskjellen er signifikant hvis det estimerte 95% konfidensintervallet for stigningstallet ikke overlapper med 1 (Legendre & Legendre, 2012).

3 Resultater

Det ble gjennomført 56 forsøk på skremming med laser fordelt på 18 dager. Antall forsøk varierte fra 1 til 7 pr. dag, i gjennomsnitt 2,6 forsøk pr. dag. Ved 47 av de 56 forsøkene (84%) lyktes det å skremme gjessene, og gjennomsnittlig skremmetid var 24 sekunder (± 25) (Tabell 2). Avstanden til gåseflokkene ved laserforsøkene varierte fra 73 til 568 meter, med et gjennomsnitt på 421 meter (± 124) (Figur 3).

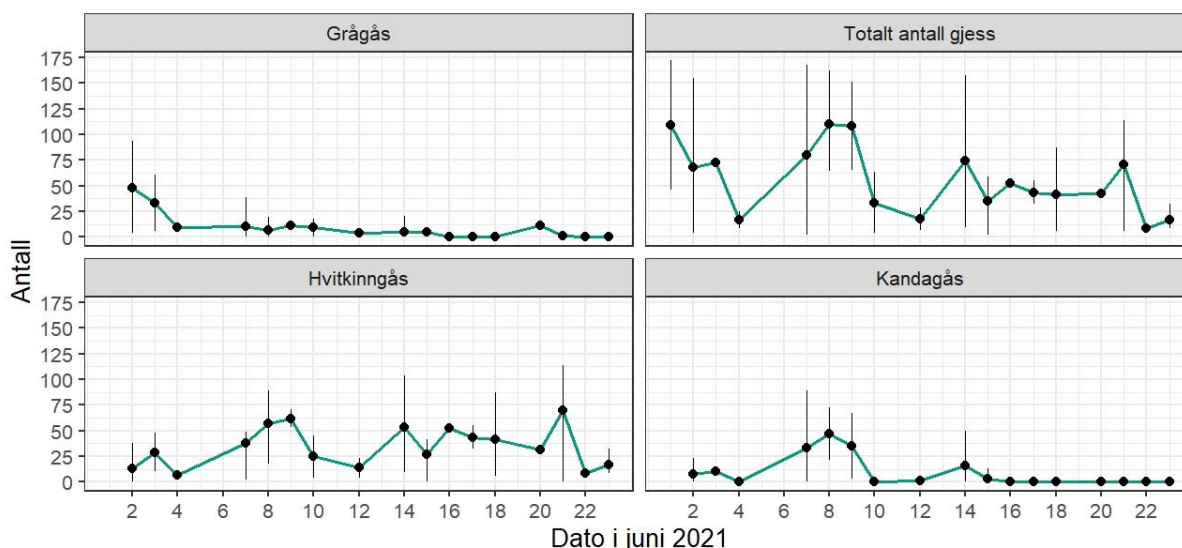
Tabell 2. Oversikt over resultatet av laserforsøkene i Torsnes juni 2021.

Skremt	Antall forsøk	%	Gjsn. flokkstørrelse (antall)	Gjsn. avstand (meter)	Gjsn. skremmetid (sekunder)
Ja	47	84	66 \pm 52	409 \pm 126	24 \pm 25
Nei	9	16	32 \pm 23	481 \pm 95	
Alle	56	100	60 \pm 50	421 \pm 124	



Figur 3. Gruppert søylediagram som viser fordelingen av avstand til gjessene ved laserforsøkene i 50-meters bolker (n=56).

Antallet gjess i flokkene som var til stede i forsøksområdet varierte fra dag til dag. Stort sett var det gjennomsnittlig mellom 20 og 70 gjess i flokkene, men dette varierte med daglige gjennomsnitt fra 8 til 111 gjess (Figur 4). Artssammensetningen i flokkene varierte gjennom perioden. De første dagene av forsøkene var det mest grågås, men etter den første uka var det hvitkinngås som dominerte i flokkene. Kanadagås var med i flokkene til og med den 15. juni, og høyest andel var det den 8. juni med 45% kanadagås i flokkene. En av flokkene denne dagen talte 65 individer hvorav 46 kanadagås, som tilsvarer 71%.



Figur 4. Variasjon i antall gjess og artsfordeling i forsøksområdet i juni 2021. Figuren viser gjennomsnittet av alle flokker (punkt) med vertikale linjer som viser maksimums- og minimumsverdier den aktuelle datoen.

3.1 Faktorer som påvirket sannsynligheten for vellykket skremming

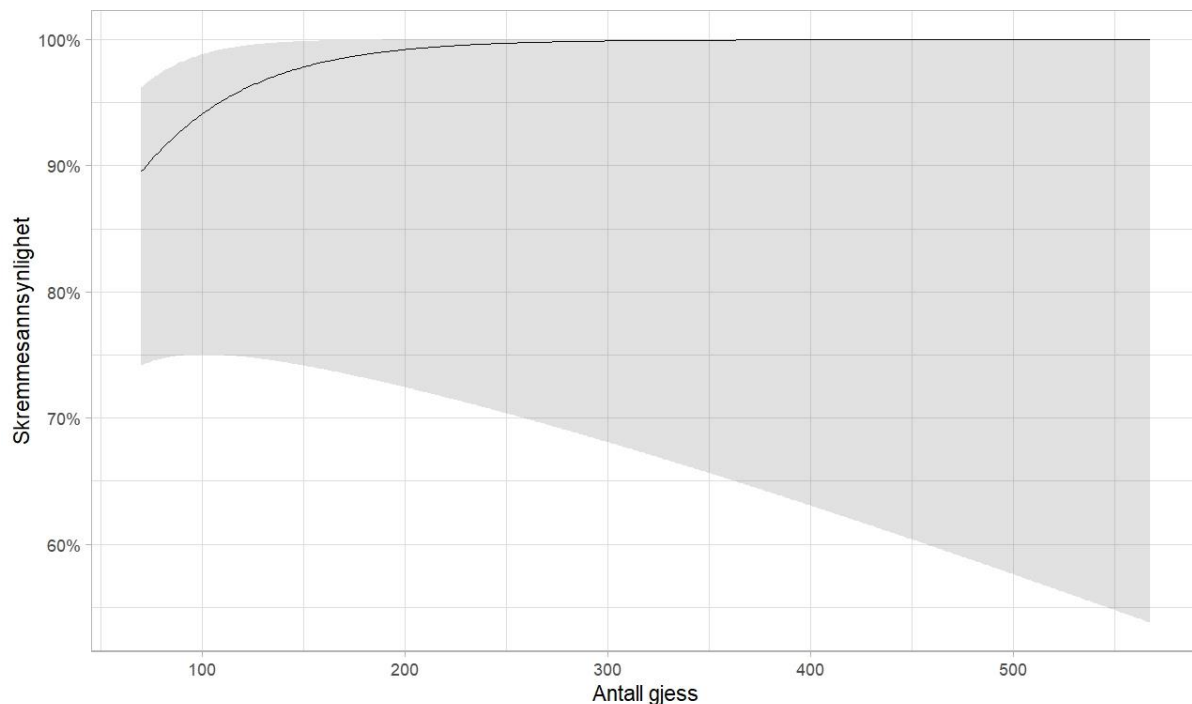
Ulike modeller basert på den globale GLM-modellen for skremmesannsynlighet er vist og rangert basert på AICc-verdi i Tabell 3. Den best tilpassede modellen viser at antall gjess alene var den viktigste faktoren for om gjessene lot seg skremme eller ikke. Modellen viser en ikke-signifikant trend ($p=0,078$) der flere gjess i flokken ga en høyere sannsynlighet for vellykket skremming (Tabell 4 & Figur 5).

Tabell 3. Sammenligningstabell for ulike modeller som forklarer sannsynlighet for vellykket skremming basert på Akaike Information Criterion (AIC). AICc = AICc-verdien for den aktuelle modellen, $\Delta AICc$ = differansen mellom den aktuelle modellen og modellen med lavest AICc, AICcWt = AICc weight. Tabellen inkluderer modeller med en $\Delta AICc \leq 2$.

Modell	AICc	$\Delta AICc$	AICcWt
Antall gjess	49,12	0	0,235
Antall gjess + avstand	49,83	0,71	0,165
Antall gjess + nedbør	49,87	0,76	0,161
Antall gjess + dagsøkt	50,45	1,33	0,121
Antall gjess + dagsøkt + nedbør	50,55	1,43	0,115
Avstand	50,67	1,55	0,108
Antall gjess + avstand + nedbør	50,90	1,78	0,096

Tabell 4. Sannsynligheten for vellykket skremming som funksjon av antall gjess, basert på den beste generelle lineære modellen (GLM) ($n=56$).

Parameter	Estimat	$\pm SE$	p-verdi
Intercept	0,70	0,56	0,212
Antall gjess	0,02	0,01	0,078



Figur 5. Predikert sannsynlighet for vellykket skremming basert på modellen i tabell 4. Grått felt markerer 95% konfidensintervall.

3.1.1 Artenes effekt på skremmesannsynlighet

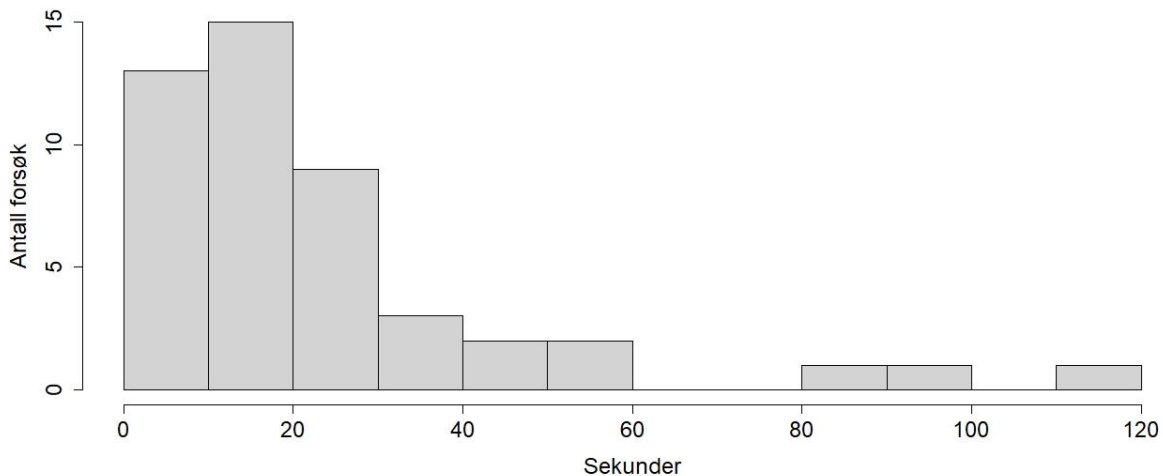
Når man bytter ut "antall gjess" med "artsandeler" gir modellen som kun inkluderer avstand best forklaring (Tabell 5). Ingen av variablene ga en bedre forklaring enn nullmodellen ($\Delta AICc$ Intercept $< 2,0$), og dette viser at det ikke var noen forskjeller mellom artenes sannsynlighet for å bli skremt.

Tabell 5. Sammenligningstabell for ulike modeller som forklarer sannsynlighet for vellykket skremming medregnet artsandeler basert på Akaike Information Criterion (AIC). $AICc$ = $AICc$ -verdien for den aktuelle modellen, $\Delta AICc$ = differansen mellom den aktuelle modellen og modellen med lavest $AICc$, $AICcWt$ = $AICc$ weight. Tabellen inkluderer modeller med en $\Delta AICc \leq 2$.

Modell	$AICc$	$\Delta AICc$	$AICcWt$
Avstand	50,20	0,00	0,162
Intercept	50,74	0,54	0,124
Nedbør	50,97	0,78	0,110
Avstand + Nedbør	51,04	0,85	0,106
Dagsøkt + Nedbør	51,49	1,29	0,085
Dagsøkt	51,50	1,30	0,085
Avstand + Dagsøkt	51,71	1,51	0,076
Andel grågåås + Avstand	52,02	1,82	0,065
Avstand + Periode	52,05	1,85	0,064
Andel hvitkinngås + Avstand	52,14	1,95	0,061
Andel hvitkinngås	52,19	2,00	0,060

3.2 Faktorer som påvirket skremmetiden

60% av flokkene som lot seg skremme gjorde det innen det var gått 20 sekunder, og 90 % innen ett minutt (Figur 6). Totalt varierte skremmetiden fra 5 til 120 sekunder.



Figur 6. Gruppert søylediagram som viser fordeling av skremmetid delt inn i 10-sekunders bolker (n=47).

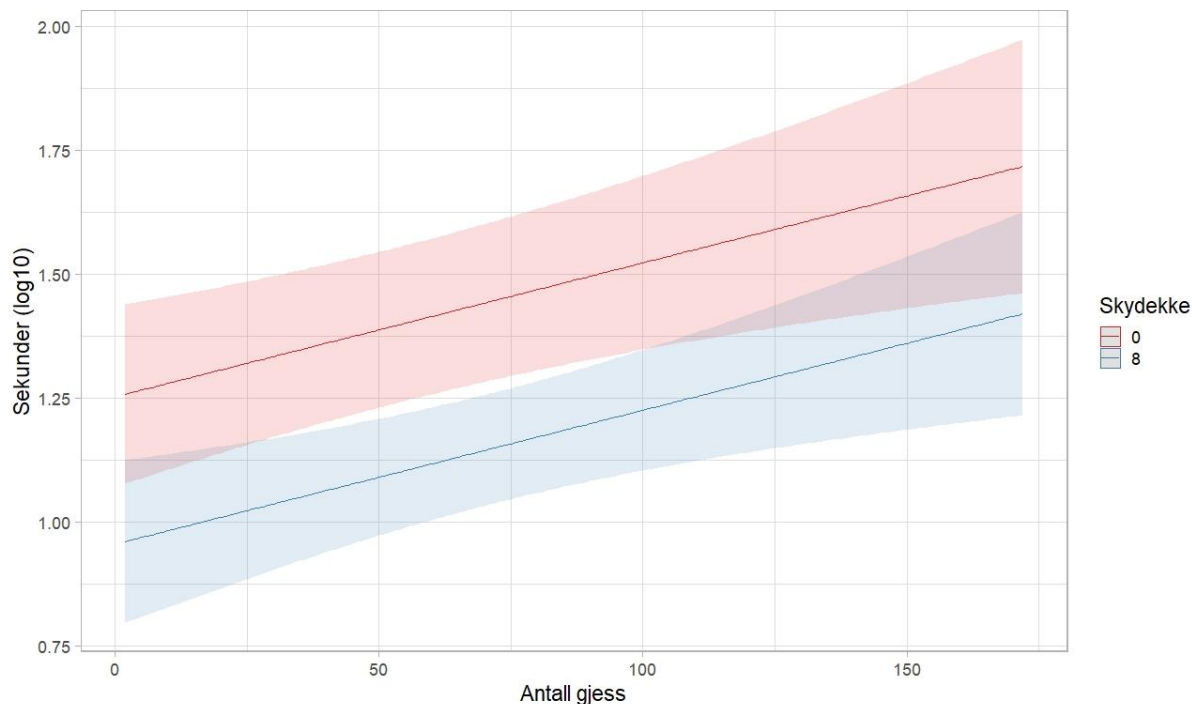
Ulike modeller basert på den globale GLM-modellen for skremmetid er vist og rangert basert på AICc-verdi i Tabell 6. Tabellen viser at en modell som baserer seg på antall gjess i flokken og skydekke forklarer variasjonen i skremmetid best. Denne modellen viser at både antall gjess og skydekke hadde en signifikant effekt på skremmetiden ($p < 0,05$), der økende antall gjess økte skremmetiden mens det i klarvær var omtrent 2,4 ganger så lang skremmetid som i overskyet vær (Tabell 7 & Figur 7).

Tabell 6. Sammenligningstabell for ulike modeller som forklarer variasjon i skremmetid basert på Akaike Information Criterion (AIC). AICc = AICc-verdien for den aktuelle modellen, $\Delta AICc$ = differansen mellom den aktuelle modellen og modellen med lavest AICc, AICcWt = AICc weight. Tabellen inkluderer modeller med en $\Delta AICc \leq 2$.

Modell	AICc	$\Delta AICc$	AICcWt
Antall gjess + skydekke	27,73	0	0,296
Antall gjess + dagsøkt + skydekke	28,52	0,79	0,199
Antall gjess + nedbør + skydekke	29,13	1,40	0,147
Antall gjess + middag + skydekke	29,39	1,67	0,129
Antall gjess + periode + skydekke	29,56	1,83	0,119
Antall gjess + dagsøkt + nedbør + skydekke	29,71	1,98	0,110

Tabell 7. Skremmetid som en funksjon av antall gjess og skydekke basert på den beste generelle lineære modellen (GLM) (n=47).

Parameter	Estimat	\pm SE	p-verdi
Intercept	1,25	0,093	<0,001
Antall gjess	0,003	0,001	0,004
Skydekke	-0,037	0,013	0,006



Figur 7. Predikert skremmetid basert på modellen i tabell R6 med markert 95% konfidensintervall. Merk sekunder i logaritmisk skala.

3.2.1 Artenes effekt på skremmetid

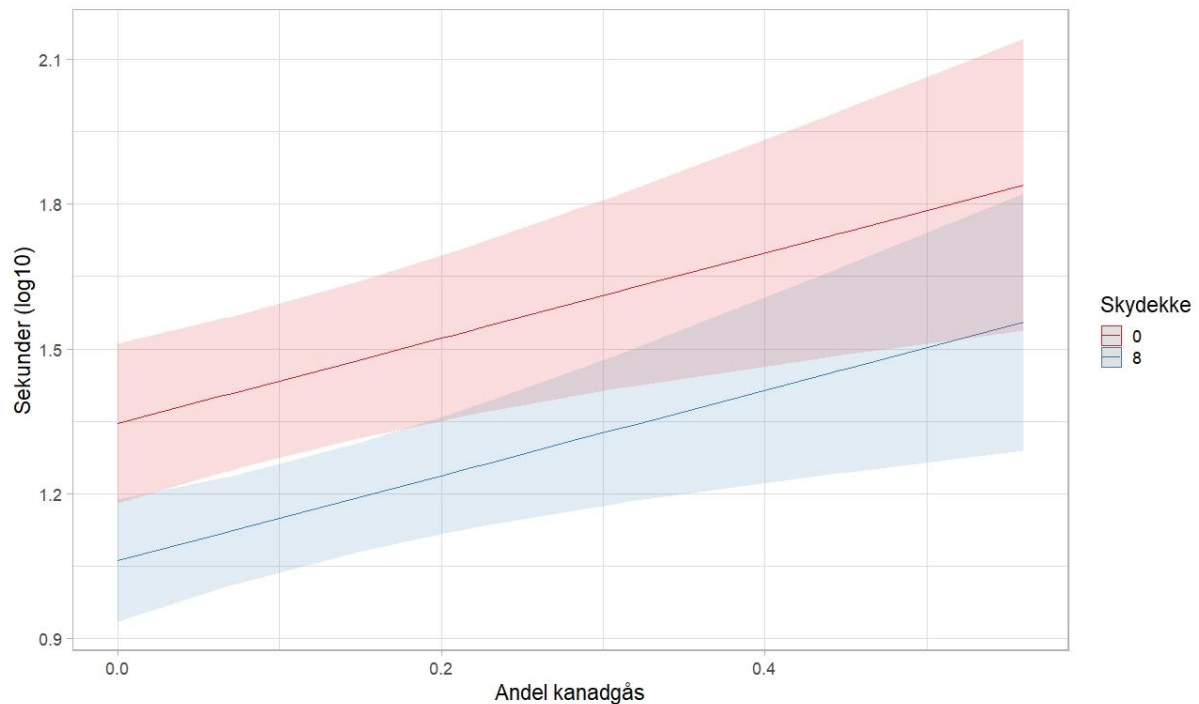
Tar man med i beregningene andelen av hver gåseart i stedet for flokkstørrelse viser modellutvelgelsen gjennom AIC at den beste modellen for å forklare skremmetiden kombinerer andelen kanadagås, skydekke og periode (Tabell 8). En høyere andel kanadagås bidro til en signifikant økning i skremmetiden (Tabell 9). Skydekke hadde også en signifikant effekt, denne er negativ og i klarvær ble skremmetiden doblet sammenlignet med helt overskyet (Figur 8).

Tabell 8. Sammenligningstabell for ulike modeller som forklarer variasjon i skremmetid medregnet artsandeler basert på Akaike Information Criterion (AIC). $AICc$ = AICc-verdien for den aktuelle modellen, $\Delta AICc$ = differansen mellom den aktuelle modellen og modellen med lavest AICc, $AICcWt$ = AICc weight. Tabellen inkluderer modeller med en $\Delta AICc \leq 2$.

Modell	AICc	$\Delta AICc$	AICcWt
Andel kanadagås + skydekke	26,06	0	0,255
Andel kanadagås + periode + skydekke	26,61	0,54	0,195
Andel kanadagås + middag + skydekke	27,16	1,09	0,148
Andel grågås + andel hvitkinngås + skydekke	27,81	1,75	0,107
Andel grågås + andel kanadagås + skydekke	27,94	1,87	0,100
Andel hvitkinngås + andel kanadagås + skydekke	27,96	1,90	0,099
Andel grågås + andel hvitkinngås + periode + skydekke	28,01	1,94	0,097

Tabell 9. Skremmetid som en funksjon av andel kanadagås, skydekke og periode basert på den beste generelle lineære modellen (GLM) (n=45).

Parameter	Estimat	± SE	p-verdi
Intercept	1,346	0,084	<0,001
Andel kanadagås	0,883	0,275	0,003
Skydekke	-0,036	0,128	0,008



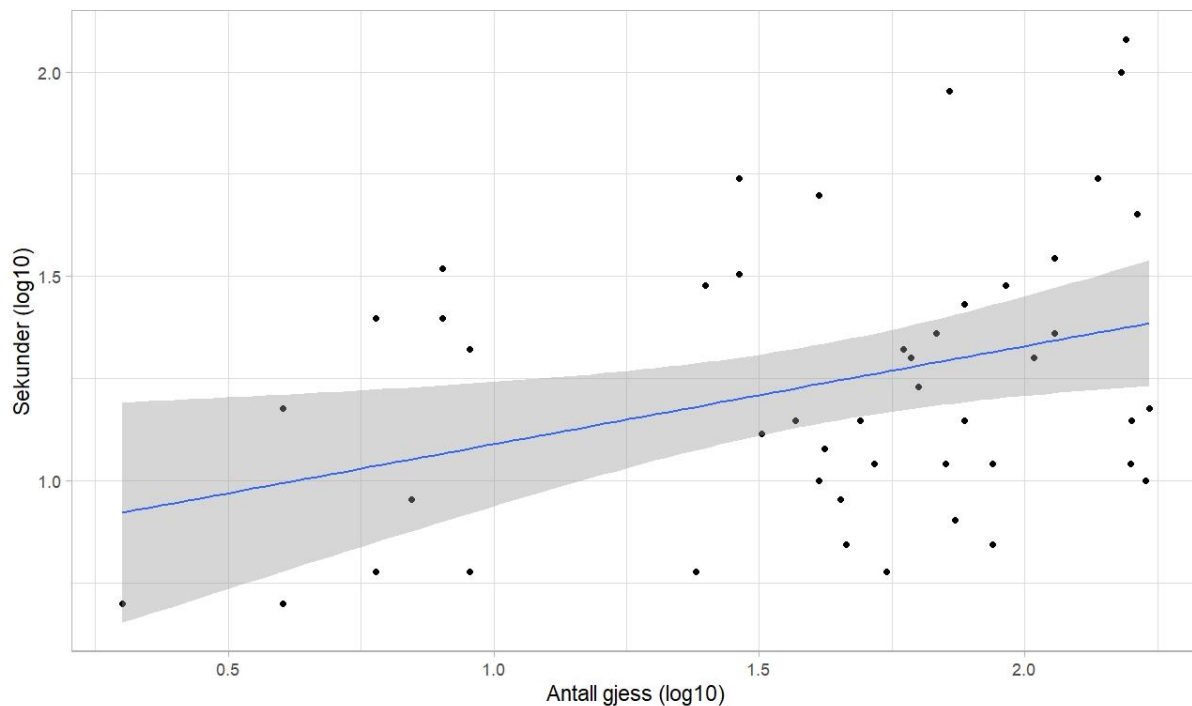
Figur 8. Predikert skremmetid basert på modellen i tabell R7 med markert 95% konfidensintervall. Merk sekunder i logaritmisk skala.

3.2.2 Flokkstørrelsens effekt på skremmetid

Regresjonsmodellen (log-log-plottet) viser at skremmetiden økte med flokkstørrelsen (Tabell 10). Stigningstallet er signifikant mindre enn 1 (øvre 95% konfidensintervall = 0,43), hvilket betyr at skremmetiden økte saktere enn økningen i antall gjess, og at skremmetiden per gås gikk ned jo større flokken ble (figur 9).

Tabell 10. Skremmetid som en funksjon av antall gjess (\log_{10}) (n=47).

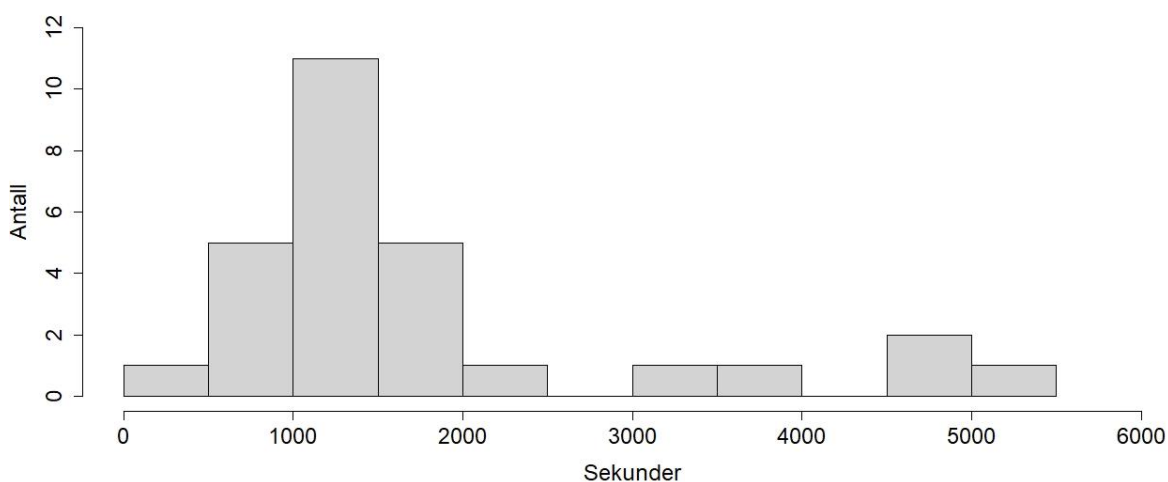
Parameter	Estimat	± SE	p-verdi
Intercept	0,850	0,161	<0,001
Antall gjess (\log_{10})	0,240	0,095	0,015



Figur 9. Log-log-plot som viser regresjonslinjen mellom flokkstørrelse og skremmetid. Grått felt indikerer 95% konfidensintervall.

3.3 Faktorer som påvirket returtiden

For 28 av de 47 vellykkede skremmingene ble det registrert hvor lang tid det tok til gjessene returnerte. Gjennomsnittet viste 30 minutter og 42 sekunder (1841 sekunder \pm 244). Tiden varierte fra 8 minutter til 1 time og 24 minutter (Figur 10).



Figur 10. Fordeling av gjessenes returtid etter vellykket skremming fordelt på 500-sekunders bolker (1 bolke = ca. 8 minutter) (n=28).

Det var ingen sammenheng mellom noen av variablene og tiden det tok før gjessene kom tilbake etter å ha blitt skremt ettersom nullmodellen, uten forklaringsvariabler, har lavest AIC-verdi (Tabell 11). Skydekke, som den nest beste modellen baseres på, viser at gjessene kom raskere tilbake når det var overskyet, men dette var ikke signifikant ($p=0,387$, Tabell 12 & Figur 11).

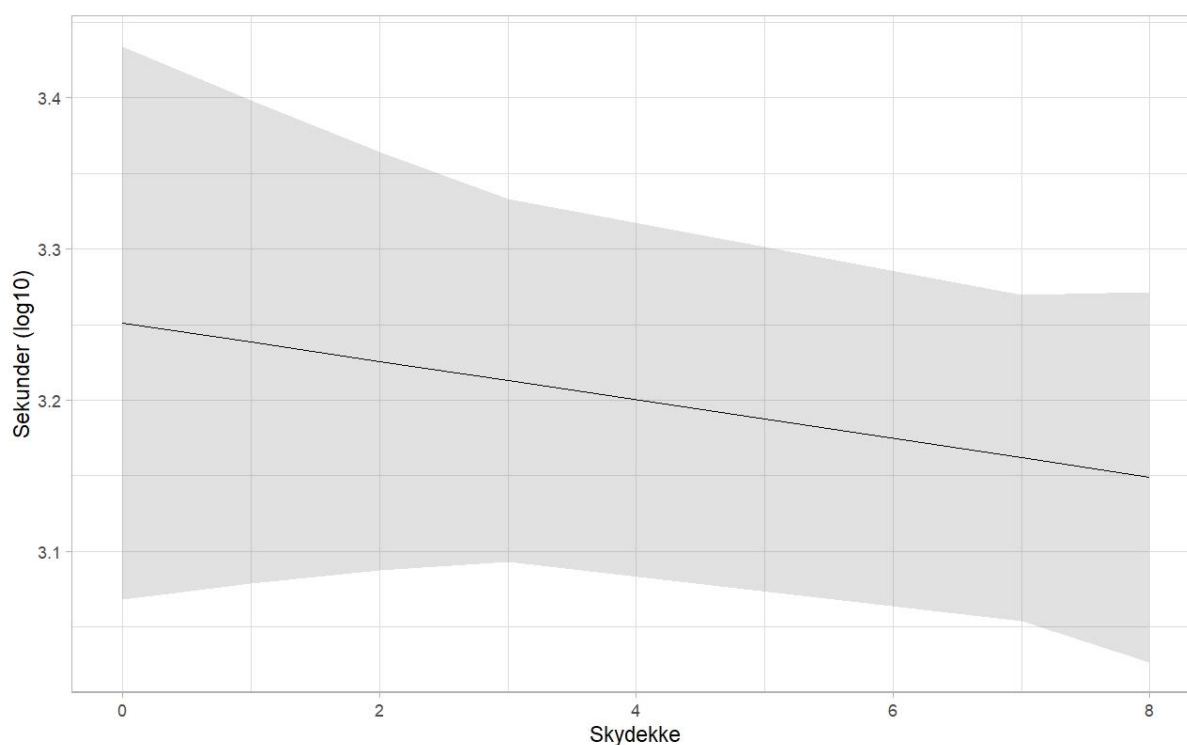
Tabell 11. Sammenligningstabell for ulike modeller som forklarer gjessenes returtid etter skremming basert på Akaike Information Criterion (AIC). AICc = AICc-verdien for den aktuelle modellen, $\Delta AICc$ = differansen mellom den aktuelle modellen og modellen med lavest AICc, AICcWt = AICc weight.

Tabellen inkluderer modeller med en $\Delta AICc \leq 4$.

Modell	AICc	$\Delta AICc$	AICcWt
Intercept	8,35	0	0,314
Skydekke	10,05	1,70	0,134
Middag	10,23	1,88	0,123
Periode	10,33	1,97	0,117
Dagsøkt	10,37	2,02	0,115
Nedbør	10,52	2,16	0,107
Antall gjess	10,87	2,52	0,089

Tabell 12. Returtid som en funksjon av skydekke ($n=28$).

Parameter	Estimat	\pm SE	p-verdi
Intercept	3,25	0,09	<0,001
Skydekke	-0,01	0,01	0,387



Figur 11. Predikert returtid basert på modellen i tabell 11. Grått felt indikerer 95% konfidensintervall. Merk sekunder i logaritmisk skala.

3.3.1 Artenes effekt på returtid

Tabell 13 viser at en modell som inkluderer andel grågåås og skydekke forklarer variasjonen i returtid best, selv om nullmodellen har en $\Delta AICc < 2,0$. Økende skydekke og økende andel grågåås i flokken ga en signifikant reduksjon i returtiden. I klarvær tok det omtrent 2,6 ganger så lang tid før gjessene returnerte sammenlignet med overskyet vær (Tabell 14 og Figur 12).

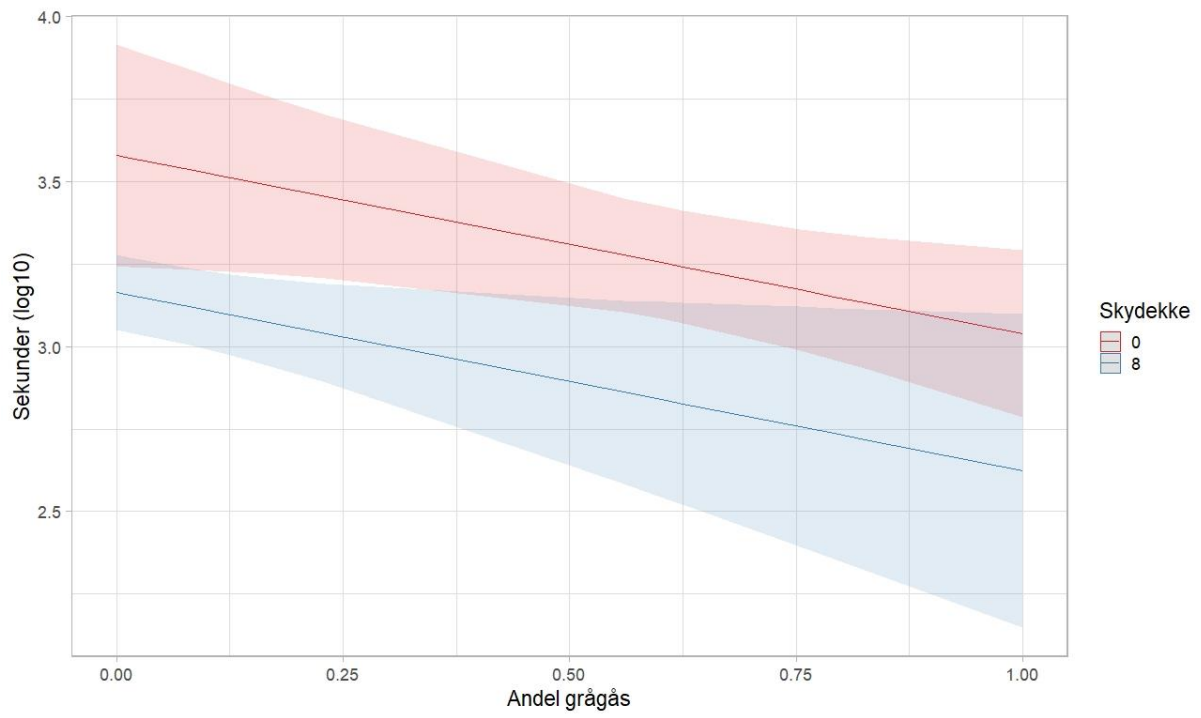
Tabell 13. Sammenligningstabell for ulike modeller som forklarer gjessenes returtid etter skremming medregnet artsandeler basert på Akaike Information Criterion (AIC). $AICc$ = AICc-verdien for den aktuelle modellen, $\Delta AICc$ = differansen mellom den aktuelle modellen og modellen med lavest AICc, $AICcWt$ = AICc weight.

Tabellen inkluderer modeller med en $\Delta AICc \leq 3$.

Modell	AICc	$\Delta AICc$	AICcWt
Andel grågåås + skydekke	7,72	0	0,155
Intercept	8,35	0,63	0,113
Andel hvitkinngås + skydekke	8,76	1,04	0,092
Andel grågåås + middag + skydekke	9,75	2,02	0,056
Andel hvitkinngås	10,01	2,29	0,049
Skydekke	10,06	2,33	0,048
Middag	10,23	2,51	0,044
Andel hvitkinngås + andel kanadagås + skydekke	10,26	2,53	0,044
Andel grågåås + periode + skydekke	10,31	2,59	0,042
Andel grågåås + andel hvitkinngås + skydekke	10,32	2,60	0,042
Periode	10,33	2,60	0,042
Andel grågåås + andel kanadagås + skydekke	10,35	2,63	0,042
Dagsøkt	10,37	2,65	0,041
Andel kanadagås	10,41	2,69	0,040
Nedbør	10,52	2,79	0,039
Andel grågåås	10,54	2,81	0,038
Andel grågåås + nedbør + skydekke	10,58	2,86	0,037
Andel grågåås + dagsøkt + skydekke	10,71	2,99	0,035

Tabell 14. Returtid som en funksjon av andel grågåås og skydekke basert på den beste generelle lineære modellen (GLM) ($n=28$).

Parameter	Estimat	\pm SE	p-verdi
Intercept	3,579	0,171	<0,001
Andel grågåås	-0,541	0,243	0,035
Skydekke	-0,052	0,222	0,028



Figur 12. Predikert returtid basert på modellen i tabell R10 med markert 95% konfidensintervall. Merk sekunder i logaritmisk skala.

4 Diskusjon

4.1 Hva påvirker sannsynligheten for at gjessene blir skremt?

Forsøkene viste at bruk av laser var en effektiv måte for å jage gjess fra landbruksmark, ettersom 84% av laserforsøkene var vellykkede. Hverken avstand eller skydekke hadde innvirkning på sannsynligheten for vellykket skremming som antatt i hypotesen, de statistiske testene viste derimot at gåseflokkens størrelse har en signifikant betydning. Jo flere gjess det var i flokken jo høyere ble skremmesannsynligheten, men sannsynligheten var jevnt over høy. Det er tidligere dokumentert at flokkstørrelse har en positiv sammenheng med hvor lett fugleflokker lar seg skremme (Owens, 1977; Kahlert, 2006; Deboelpaep et al., 2018). Forklaringen på dette er godt undersøkt (se bl.a. Pulliam (1973) og Lazarus (1979)), og går på at det i en større flokk er flere til å holde vakt samtidig og dermed større sannsynlighet for at en trussel oppdages raskere.

Ved bruk av laser er det rimelig å anta at det ikke bare er selve lysflekken på bakken foran flokken gjessene reagerer på, men også den synlige laserstrålen mellom laseren og bakken. Det er godt kjent at fugler har et særlig godt fargesyn (Kelber, 2019) og evne til å oppfatte bevegelse raskere enn for eksempel mennesker (Boström et al., 2016), slik at det er sannsynlig at de vil kunne oppfatte laserstrålen tydeligere enn vi mennesker kan. På bakgrunn av dette vil teorien om flokkstørrelse og oppfattelse av trusler også gjelde ved bruk av laser, slik at resultatene i dette studiet stemmer overens med anerkjente teorier.

At avstand og skydekke ikke hadde innvirkning på skremmesannsynligheten er trolig forklart ved at laserstrålen oppfattes så tydelig at flokken før eller senere vil oppfatte den, registrere den som en trussel og flykte uavhengig av avstand og skydekke. Med andre ord vil avstanden mellom laserkilden og flokken og skydekke ha lite å si på selve skremmesannsynligheten, men heller ha effekt på tiden det tar å skremme gjessene. Resultatene for skremmetiden viser også det, at det gjennomgående tar lenger tid å skremme gjessene i klarvær sammenlignet med overskyet vær. At avstanden til flokken ikke har påvirkning på sannsynligheten for vellykket skremming kan i dette studiet kanskje forklares med at den lengste avstanden det er gjort forsøk ved er 565 meter, og at dette kanskje ikke er langt nok unna til at laseren ikke gir resultater. I forsøk gjort i Danmark med hvitkinngås og ringgås er det først ved avstander over 600 meter at laseren har en begrenset virkning (Clausen et al., 2019). Dette har en positiv

betydning for bøndene, da det betyr at selv på 500 meters avstand er laseren effektiv for å skremme gjessene. Sammenlignet med metoder som innebærer å komme nærme gjessene slik som manuell skremming, vil det være svært tidsbesparende å kunne skremme fra slike lange avstander.

4.1.1 Artenes effekt på skremmesannsynligheten

Det var ingen forskjell mellom de ulike gåseartene i sannsynligheten for om skremmingen var vellykket eller ikke. Faktorer som også gjorde utslag sammen med det totale antallet var viktigere enn artsandelen i modellrangeringen, dvs. at artsandelen ikke hadde noen påvirkning, heller ikke i kombinasjon med andre faktorer. Dette har trolig sammenheng med at alle artene lar seg skremme til slutt, selv om det kan være forskjeller i tiden det tar å skremme dem.

4.2 Hvor lang tid tar det å skremme gjessene?

90% av flokkene som lot seg skremme fløy opp innen ett minutt. Variasjonen i skremmetiden var knyttet til antall gjess i flokken og skydekke. Dette er delvis i tråd med hypotesen om at det vil ta lenger tid å skremme i klarvær og midt på dagen. I klarvær tok det i gjennomsnitt 2,4 ganger så lang tid å skremme gjessene som i overskyet vær. Dette stemmer overens med funn fra Nederland, hvor Latour og Stahl (2018) også fant sammenheng mellom skydekke og skremmetid. En mulig forklaring vil være at det i overskyet vær er lettere å se laserstrålen, både for mennesker og gjess, ved at den lyser opp partikler i lufta som ikke sees så lett i sollys, og at den da oppdages raskere og skremmetiden blir lavere. At tid på døgnet ikke ga store utslag på skremmetiden i disse forsøkene er noe overraskende, da bl.a. Clausen et al. (2019) fant en stor signifikant effekt. Det er mulig at antall forsøk var for få til å fange opp denne effekten, selv om forsøkene var nokså jevnt fordelt gjennom døgnet. Men, det er også mulig at det er biologiske forklaringer som tilsier at det var forskjeller i Danmark og ikke i dette studiet. Studiet i Danmark ble gjennomført tidligere på våren, da det er kortere dager og lengre netter, i tillegg til at gjessene der var på trekk. Da har gjessene mindre tid på å skaffe den maten de trenger for å bygge opp fettreservene de trenger for å fortsette trekket. I juni er dagene lange, og gjess som er i Torsnes i juni er lokale fugler som ikke har like stort energibehov som trekkende gjess. Teorier om risiko og optimale furasjeringsstrategier (se bl.a. Davies et al. (2012)) tilsier da at gjessene i Danmark vil være vanskeligere å skremme med laseren, og da særlig midt på dagen da det er lysest og laseren vanskeligst å se.

At flokkstørrelse påvirket tiden det tok å skremme en flokk kom som en konsekvens av metoden som ble brukt for å måle skremmetiden. Siden tiden ble målt helt til siste gås i flokken hadde lettet, blir det nødvendigvis slik at skremmetiden øker med større flokker, da det tar lenger tid for 200 gjess å lette enn 50. Den faktiske skremmetiden for den enkelte flokken økte altså når flokken ble større, men ser man derimot på tiden det tar per individuelle gås tok det kortere tid i større flokker enn mindre. Denne sammenhengen kan i stor grad knyttes til teoriene som gjelder for skremmesannsynlighet. Flere individer gjør at det er større sjans for at laserstrålen oppdages raskt, og de mest årvåkne individene kan ha en tidlig fluktrespons som forplanter seg gjennom flokken (se bl.a. Deboelpaep et al. (2018)). Videre studier bør vurdere å endre metoden slik at man tar tiden til *første* gås i flokken letter, og ikke siste slik det er gjort i dette studiet og Clausen et al. (2019). Da vil man enklere kunne registrere forskjeller knyttet til tiden det tar for flokken å oppdage laserstrålen. For bonden som bruker laser vil det imidlertid være viktig å skremme gjessene bort raskt, og selv om det tar noe lengre tid å skremme en stor flokk er denne viktigere å få bort enn en liten flokk som vil gjøre mindre skade. I tillegg ble forsøkene gjort i en periode med stor mattilgang for gjessene slik at en fødesøksstrategi utviklet i henhold til risikovurderinger, hvor de for eksempel må ta flere sjanser når de må ha næring før en lang natt, ikke har like stor viktighet.

4.2.1 Artenes effekt på skremmetiden

Analysen med artene viste at flokker med høyere andel kanadagås bruker lengre tid på å la seg skremme. Tidligere studier har vist at det er en sammenheng mellom kroppstørrelse og avstanden individer lar seg skremme, blant annet Laursen et al. (2005) og Rodgers og Schwikert (2002). Laursen et al. (2005) presenterer en mulig forklaring på dette: Tyngre og større fugler trenger lenger tid og avstand for å komme på vingene, og vil ikke la predatorer og andre trusler komme like nært som mindre fugler. Sett i lys av at kanadagåsa er den største gåsa i europeisk natur (Haftorn, 1971), gir ikke denne teorien og de tidligere undersøkelsene støtte til resultatene i disse forsøkene. Kanadagås burde da latt seg skremme lettere, og derfor gitt effekten av andelen kanadagås et negativt fortegn, dvs. at høyere andel kanadagås gir kortere skremmetid.

Det er vanskelig å si noe om hvordan dette styrker eller svekker hypotesen. Hverken hvitkinngås eller grågås hadde en klar innvirkning på skremmetiden, og funnene med kanadagås kan vanskelig overføres til hvitkinngås eller grågås. Ser man derimot hypotesen i

lys av teoriene om kroppsstørrelse, vil det tale negativt, da hvitkinngåsa er den minste sammenlignet med grågåsa og kanadagåsa (Haftorn, 1971). Flokker med hvitkinngåsa burde da bruke lenger tid på å skremmes, mens det på forhånd ble antatt at de ville skremmes lettere. Bønder som har erfaring med forskjellige arter gås sier også at hvitkinngåsa kan være vanskeligere å skremme, noe også Andersen (2017) viste til.

Andelen kanadagåsa var ganske lav gjennom stort sett hele forsøksperioden, men på noen få dager var en høyere andel i flokkene. Dette er de samme dagene som det totale gåseantallet var på det høyeste, så det er mulig at den faktiske økningen i skremmetid med økende andel kanadagåsa er knyttet til det totale gåseantallet og ikke kanadagåsandelen. Med tanke på at funnene relatert til kanadagåsa er motsatt av hva de nevnte teoriene skulle tilsi, er dette mest nærliggende å tro. Videre studier som bruker annen metodikk som ikke påvirkes av flokkens størrelse bør derfor gjennomføres for å kunne undersøke effekten av de ulike artene nærmere.

4.3 Hvor lang tid tar det før det er gjess på jordet igjen?

Høyere andel grågåsa gjorde at flokken kom raskere tilbake. Det har ikke lyktes å finne tidligere studier som undersøker tiden det tar for ulike arter å returnere etter å ha blitt skremt. Grågåsa er en jaktbar art, og er i så måte mer "vant" til å bli skremt enn f.eks. hvitkinngåsa, og vil kunne ha lagt seg til en vane for å komme raskere tilbake for å kunne få nok tid til å spise.

I klarvær tok det lenger tid før det kom gjess tilbake på jordet. Det er gjort tidligere studier på at fugler unngår å drive næringssøk i områder med sterkt sollys, fordi det sterke lyset og faren for å bli blendet gjør at de bruker lenger tid på å oppdage predatorer og andre farer enn de ville gjort i svakere lys som det er ved overskyet vær (se bl.a. Fernández-Juricic et al. (2012)). Dette gir en mulighet for at gjessene som ble skremt bort i sollys oppholdt seg lenger på vannet i naturreservatet før de kom opp på jordet igjen, for å redusere predasjonsrisikoen.

Det er allikevel knyttet usikkerhet til dataene brukt i modellen og modellen i seg selv. Det er kun 28 tilfeller som ligger til grunn for modellberegningene for returtid, slik at datagrunnlaget kan være noe begrenset. Det var også ganske lite variasjon i grågåsandelen i forsøksperioden, foruten de første dagene lå andelen lavt mellom 0 og 0,4. I tillegg er modellen med grågåsa og skydekke kun svakt bedre enn nullmodellen, og uten artsandeler er det nullmodellen som er

best. Hadde det vært en reell effekt av skydekke i disse forsøkene burde modellen med skydekke vært rangert høyere enn nullmodellen.

Hvilke gjess som kommer tilbake etter en skremming er gjort er usikkert. Ingen av gjessene var individmerket, og det kan derfor være andre individer enn de som ble skremt som returnerte etter skremming, slik at tidene som ble registrert ikke gjenspeiler det de egentlig var ment å fange opp. Videre studier bør derfor gjøres, både med et større datagrunnlag og med kontroll over hvilke gjess som kommer og drar, for å kunne dokumentere forskjeller i returtiden.

4.4 Andre aspekter ved dette studiet og laserbruk generelt

Et av de ubesvarte spørsmålene knyttet til bruk av laser er hvorvidt gjessene venner seg til den og ikke lar seg skremme, slik det er dokumentert at de gjør med andre skremmemidler (Gilsdorf et al., 2002). I dette studiet er det stor grunn til å anta at det var stor utskiftning av gjess på lokaliteten, da både antallet og artssammensetningen varierte fra dag til dag. Dette kan ikke dokumenteres sikkert, siden ingen av gjessene var individmerket, og at gjessene som ikke var på jordnet allikevel kan ha vært til stede i naturreservatet. Ingen av gjessene som ble registrert hadde unger, og vil kunne antas å være ikke-hekkende individer. Gås som hadde fått unger ville på den tiden vært knyttet til vann og et begrenset geografisk område, da ungene med all sannsynlighet ikke ville vært flygedyktige i juni (Haftorn, 1971). De ikke-hekkende gjessene vil da ha muligheten til å fly omkring til ulike steder basert på beitekvalitet og skremmetrykk. Legger man til grunn at det hele tiden var utskiftninger av gjess på lokaliteten, vil ikke dette studiet klare å fange opp eventuelle tilvenningseffekter over tid. På den annen side, hvis laserskremmingen var grunnen til denne utskiftningen kan det tyde på at den har mulighet for å gi gode effekter over tid. I tillegg, flokker med ikke-hekkende gjess har muligheter til å forflytte seg i mye større grad enn hekkende fugler og flokker på trekk, slik at langtidseffektene vil antas å bli dårligere i områder med slike flokker. Ved å få muligheten til å skremme individmerkede gjess kan man lettere fastslå en eventuell effekt av tilvenning.

Innimellom dagene med laserforsøk ble det gjennomført skadefelling av grågås av jegere etter avtale med grunneier. Disse ble gjennomført enten tidlig morgen eller sen kveld, og iblant samme dag som det ble gjort laserforsøk. Det er usikkert i hvilken grad dette påvirket

resultatene av laserforsøkene, men det er godt mulig det bidro til den stadige utskiftningen av gjess.

Hyppig skremming gjør at gjessene bruker mye energi. Da må de spise mer, og spiser derfor mer avling enn de ellers ville gjort (Nolet et al., 2016). I tillegg er det regnet på de økonomiske konsekvensene, som omfatter både anskaffelse av laser og tiden det tar å faktisk bruke den, som viser at det kan bli store kostnader over tid (Clausen et al., 2019). Man bør derfor forsikre seg om at laserskremmingen har en effekt utover den kortvarige skremmingen hvor gjessene kommer tilbake etter kort tid. I Trøndelag er det tidligere gjort undersøkelser på hvor intensiv skremming som må til for å redusere tilstedeværelsen av gjess over tid (Simonsen et al., 2016). Resultatene derfra viser at minst fem skremminger per dag kreves for å redusere mengden gjess over tid. Det må allikevel bemerkes at disse forsøkene er gjort på rastende kortnebbgjess på trekk mot Svalbard, og disse kan reagere annerledes på skremming enn de ikke-hekkende gjessene forsøkene i Torsnes ble gjort med.

5 Konklusjoner og betydning for forvaltningen

Laseren er et effektivt hjelpemiddel for å skremme bort gjess, i alle fall på kort sikt.

Laserskremming må kunne betraktes som en "reserveløsning" der man har et akutt behov for å begrense beiteskader, og at mer preventive tiltak slik som gjerder etc. kanskje vil fungere bedre over tid. Sammenligner man laseren med mer tradisjonelle metoder som gasskanoner og fugleskremslere er den stille og med begrensede forstyrrelser på annet dyreliv, da den er enklere å rette mot spesifikke individer som gjør skade. Tidligere studier har vist at det med tanke på all tiden som går med for bøndene til bruk av laseren kan bli svært kostbart, slik at man bør være sikker på at langtidseffektene med tanke på redusert gåseantall og beitetrykk oppnås.

Resultatene i denne studien viser at bruk av laser kan være et godt alternativ til mer tradisjonelle skremmemetoder, vel og merke dersom tidsressursene strekker til. Men det er en fordel at skremmingen fungerer på langt hold, som i seg selv vil være tidsbesparende.

Effekten for gjessene synes å være uavhengig av art, så resultater fra dette studiet har overføringsverdi til andre landbruksarealer som utfordres av beitende gjess. Videre studier bør undersøke langtidseffektene i områder hvor ikke-hekkende gjess står for det meste av beiteskadene, da de er mer mobile enn hekkfugler, samt sammenligne effektene av skadefelling, som ofte utføres i samme periode, og laserskremming for å vurdere hvilken metode som er mest effektiv.

6 Referanser

- Andersen, G. E. B. (2017). *Interaksjon mellom gjess og landbruk i Vestfold; skadefelling eller jaging for å redusere beiteskader?* MSc. Evenstad: Høgskolen i Innlandet.
- Bartoń, K. (2022). *MuMIn: Multi-Model Inference* (Versjon 1.46.0): CRAN.R-project.org. Tilgjengelig fra: <https://cran.r-project.org/package=MuMIn>.
- Bengtson, R., Bergan, M. & Andersen, G. S. (1994). Hvitkinngås. i: Gjershaug, J. O., Thingstad, P. G., Eldøy, S. & Byrkjeland, S. (red.) *Norsk fugleatlas*, s. 68. Klæbu: Norsk Ornitologisk Forening.
- Bergjord Olsen, A. K., Bjerke, J. W. & Tombre, I. M. (2017). Yield reductions in agricultural grasslands in Norway after springtime grazing by pink-footed geese. *Journal of Applied Ecology*, 54 (6): 1836-1846. doi: 10.1111/1365-2664.12914.
- Bevanger, K. (2005). *Nye dyrearter i norsk natur*: Tun forlag, Landbruksforlaget.
- Blackwell, B. F., Bernhardt, G. E. & Dolbeer, R. A. (2002). Lasers as Nonlethal Avian Repellents. *The Journal of Wildlife Management*, 66 (1): 250. doi: 10.2307/3802891.
- Boström, J. E., Dimitrova, M., Canton, C., Håstad, O., Qvarnström, A. & Ödeen, A. (2016). Ultra-Rapid Vision in Birds. *PLOS ONE*, 11 (3). doi: 10.1371/journal.pone.0151099.
- Burnham, K. P. & Anderson, D. R. (2002). *Model selection and multimodel inference : a practical information-theoretic approach*. 2. utg. New York: Springer.
- Chudzińska, M. E., Nabe-Nielsen, J., Nolet, B. A. & Madsen, J. (2016). Foraging behaviour and fuel accumulation of capital breeders during spring migration as derived from a combination of satellite- and ground-based observations. *Journal of Avian Biology*, 47 (4): 563-574. doi: 10.1111/jav.00899.
- Clausen, K. K., Marcussen, L. K., Knudsen, N., Balsby, T. J. S. & Madsen, J. (2019). Effectiveness of lasers to reduce goose grazing on agricultural grassland. *Wildlife Biology*, 2019 (1): 1-8.
- Davies, N. B., Krebs, J. R. & West, S. A. (2012). *An introduction to behavioural ecology*. 4 utg.: Wiley-Blackwell.
- Deboelpaep, E., Keleman, P.-J., Vanschoenwinkel, B. & Koedam, N. (2018). Gallant geese, fearful flocks? Flock size and heterospecifics alter the escape behaviour of an invasive goose. *Belgian Journal of Zoology*, 148 (2). doi: 10.26496/bjz.2018.23.
- Fernández-Juricic, E., Deisher, M., Stark, A. C. & Randolet, J. (2012). Predator Detection is Limited in Microhabitats with High Light Intensity: An Experiment with Brown-Headed Cowbirds. *Ethology*, 118 (4): 341-350. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1439-0310.2012.02020.x>.
- Follestad, A. (1994). Grågås. i: Gjershaug, J. O., Thingstad, P. G., Eldøy, S. & Byrkjeland, S. (red.) *Norsk Fugleatlas*, s. 62-63. Klæbu: Norsk Ornitologisk Forening.
- Forskrift om Thorsøma naturreservat. (2010). *Forskrift om verneplan for Oslofjorden – delplan Østfold – Thorsøma naturreservat, Fredrikstad kommune, Østfold*. Tilgjengelig fra: <https://lovdata.no/forskrift/2010-04-16-532> (lest 26.01.2022).
- Fox, A. D., Ebbinge, B. S., Mitchell, C., Heinicke, T., Aarvak, T., Colhoun, K., Clausen, P., Dereliev, S., Faragó, S., Koffijberg, K., et al. (2010). Current estimates of goose population sizes in western Europe, a gap analysis and an assessment of trends. *Ornis Svecica*, 20 (3-4): 115-127. doi: 10.34080/os.v20.19922.
- Fox, A. D. & Abraham, K. F. (2017). Why geese benefit from the transition from natural vegetation to agriculture. *Ambio*, 46 (S2): 188-197. doi: 10.1007/s13280-016-0879-1.
- Fox, A. D. & Madsen, J. (2017). Threatened species to super-abundance: The unexpected international implications of successful goose conservation. *Ambio*, 46 (S2): 179-187. doi: 10.1007/s13280-016-0878-2.
- Fredrikstad kommune. (2021). *Forvaltningsplan for gås 2021-2025*: Fredrikstad kommune.
- Giltsdorf, J. M., Hygnstrom, S. E. & Vercauteren, K. C. (2002). Use of frightening devices in wildlife damage management. *Integrated Pest Management Reviews*, 7 (1): 29-45. doi: 10.1023/a:1025760032566.
- Glahn, J., Ellis, G., Fioranelli, P. & Dorr, B. (2001). *Evaluation of moderate and low-powered lasers for dispersing double-crested cormorants from their night roosts*. Proc. Eastern Wildl. Damage Manage. Conf. 9.
- Gorenzel, W. P., Blackwell, B. F., Simmons, G. D., Salmon, T. P. & Dolbeer, R. A. (2002). Evaluation of lasers to disperse American crows, *Corvus brachyrhynchos*, from urban night

- roosts. *International Journal of Pest Management*, 48 (4): 327-331. doi: 10.1080/09670870210151689.
- Haftorn, S. (1971). *Norges fugler*: Universitetsforlaget.
- Hanssen, O. J. (1980). Hekkefunn av grågås på Østfold-kysten. *Østfold-ornitologen*, 7 (2): 61-62.
- Hardeng, G., Bjerke, B. A., Haga, A., Johansen, P.-A., Rasmussen, L. & Viker, M. (2019). *Bestandsestimater for hekkende arter i Østfold 2000-2020*: Norsk Ornitologisk Forening avd. Østfold. Upublisert manuskript.
- Heinrich, J. W. & Craven, S. R. (1990). Evaluation of Three Damage Abatement Techniques for Canada Geese. *Wildlife Society Bulletin (1973-2006)*, 18 (4): 405-410.
- Hjeljord, O. (2008). *Viltet - biologi og forvaltning*: Fagbokforlaget.
- Isaksen, K. (2021). *Kartlegging av gjess i Oslo og Akershus sommeren 2020*: Bymiljøetaten, Oslo kommune.
- Jensen, G. H., Tombre, I. M. & Madsen, J. (2016). Environmental factors affecting numbers of pink-footed geese *Anser brachyrhynchus* utilising an autumn stopover site. *Wildlife Biology*, 22 (5): 183-193. doi: 10.2981/wlb.00161.
- Jåtun, B. D. (2019). Vil løse fuglefloke med laser. *Bondebladet*, 46 (10): 18-19.
- Kahlert, J. (2006). Factors affecting escape behaviour in moulting Greylag Geese *Anser anser*. *Journal of Ornithology*, 147 (4): 569-577. doi: 10.1007/s10336-006-0081-5.
- Kelber, A. (2019). Bird colour vision – from cones to perception. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, 30: 34-40. doi: 10.1016/j.cobeha.2019.05.003.
- Keller, V., Herrando, S., Voříšek, P., Rodríguez-Franch, M., Kipson, M., Milanese, P., Martí, D., Anton, M., Klvaňová, A., Kalyakin, M. V., et al. (2020). *European Breeding Bird Atlas 2: Distribution, Abundance and Change*. Barcelona: European Bird Census Council & Lynx Edicions.
- Kristiansen, L. H., Mogstad, D. K., Shimmings, P. & Follestad, A. (2005). *Evaluering av forvaltningsplaner for gås i Norge*: Planteforsk Tjøtta fagsenter og Norsk institutt for naturforskning.
- Latour, J. B. & Stahl, J. (2018). Praktijkproef inzet lasers voor beperking ganzen-schade. *Sovon-rapport*, 2018 (08).
- Lazarus, J. (1979). The early warning function of flocking in birds: An experimental study with captive quail. *Animal Behaviour*, 27: 855-865. doi: 10.1016/0003-3472(79)90023-x.
- Legendre, P. & Legendre, L. (2012). *Numerical Ecology*. 3 utg.: Elsevier.
- Lustick, S. (1973). The effect of intense light on bird behavior and physiology. *Bird Control Seminars Proceedings*, 6: 171-186.
- Lüdecke, D. (2018). ggeffects: Tidy Data Frames of Marginal Effects from Regression Models. *Journal of Open Source Software*, 3 (26): 772. doi: 10.21105/joss.00772.
- Madsen, J. (1991). Status and trends of goose populations in the western palearctic in the 1980s. *Ardea*, 79 (2): 113-122.
- Montgomery, D. C., Peck, E. A. & Vining, G. G. (2001). *Introduction to linear regression analysis*. 3. utg. Wiley series in probability and mathematical statistics, Texts, references, and pocketbooks section. New York: Wiley.
- Norsk institutt for naturforskning. (2019). *Bønder tester nytt gress mot gjess*. nina.no. Tilgjengelig fra: <https://www.nina.no/Aktuelt/Nyhetsartikkel/ArticleId/4847/B-248-nder-tester-nytt-gress-mot-gjess> (lest 16.04.2021).
- Olsson, C., Gunnarsson, G. & Elmberg, J. (2017). Field preference of Greylag geese *Anser anser* during the breeding season. *European Journal of Wildlife Research*, 63 (1). doi: 10.1007/s10344-017-1086-5.
- Ottoson, U., Ottvall, R., Elmberg, J., Green, M., Gustafsson, R., Haas, F., Holmqvist, N., Lindström, Å., Nillson, L., Svensson, M., et al. (2012). *Fåglarna i Sverige - antal och förekomst*. Halmstad: SOF.
- Owens, N. W. (1977). Responses of wintering Brent Geese to human disturbance. *Wildfowl* (28): 5-14.
- Pulliam, H. R. (1973). On the advantages of flocking. *Journal of Theoretical Biology*, 38 (2): 419-422. doi: 10.1016/0022-5193(73)90184-7.

- R Core Team. (2021). *R: A Language and Environment for Statistical Computing* (Versjon 4.1.2). Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing. Tilgjengelig fra: <https://www.R-project.org/>.
- Ramo, C., Amat, J. A., Nilsson, L., Schricke, V., Rodríguez-Alonso, M., Gómez-Crespo, E., Jubete, F., Navedo, J. G., Masero, J. A., Palacios, J., et al. (2015). Latitudinal-Related Variation in Wintering Population Trends of Greylag Geese (*Anser Anser*) along the Atlantic Flyway: A Response to Climate Change? *PLOS ONE*, 10 (10): e0140181. doi: 10.1371/journal.pone.0140181.
- RStudio Team. (2021). *RStudio: Integrated Development Environment for R* (Versjon 1.4.1717). Boston, MA: RStudio, PBC. Tilgjengelig fra: <http://www.rstudio.com/>.
- Shimmings, P. & Øien, I. J. (2015). Bestandsestimater for norske hekkefugler. *NOF-rapport*, 2015-2.
- Simonsen, C. E., Madsen, J., Tombre, I. M. & Nabe-Nielsen, J. (2016). Is it worthwhile scaring geese to alleviate damage to crops? - An experimental study. *Journal of Applied Ecology*, 53 (3): 916-924. doi: 10.1111/1365-2664.12604.
- Stull, R. (2017). *Practical Meteorology: An Algebra-based Survey of Atmospheric Science*. 1.02b utg.: Univ. of British Columbia.
- Tombre, I. M., Madsen, J., Baker, J., Kristensen, P., Nicolaisen, P. I. & Røsshau, B. (2004). Gåsetrekket i Vesterålen og Nord-Trøndelag 2004 : en evaluering av effekter av iverksatte tiltak. *NINA oppdragsmelding*, 840.
- Tombre, I. M., Madsen, J., Tømmervik, H., Haugen, K.-P. & Eythórsson, E. (2005). Influence of organised scaring on distribution and habitat choice of geese on pastures in Northern Norway. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 111 (1-4): 311-320. doi: 10.1016/j.agee.2005.06.007.
- Tombre, I. M., Eythórsson, E. & Madsen, J. (2013). Towards a Solution to the Goose-Agriculture Conflict in North Norway, 1988–2012: The Interplay between Policy, Stakeholder Influence and Goose Population Dynamics. *PLoS ONE*, 8 (8). doi: 10.1371/journal.pone.0071912.
- Tombre, I. M., Andersen, G. E. B. M., Axelsen, T., Kristiansen, V., Rasmussen, L. & Torp, J. (2021). Gåseforekomster i Vestfold og Telemark og Østfold-området i 2021. *NINA-rapport 2039*.
- Viker, M., Aarvak, T., Haga, A., Johansen, P.-A. & Rasmussen, L. (in prep.). *Østfolds fuglefauna*: BirdLife Norge avd. Østfold. Upublisert manuskript.
- Viltloven. (1981). *Lov om jakt og fangst av vilt av 29. mai 1981 nr. 38*. Tilgjengelig fra: <https://lovdata.no/lov/1981-05-29-38> (lest 28.04.2022).
- Wallgård, M. (2010). *Grågåsens (Anser anser) åker- och grödoval*. Magistergrad. Grimsö/Uppsala: SLU, Institutionen för ekologi.

7 Vedlegg

7.1 Globale modeller for problemstillingene

Sannsynligheten for at gjessene ble skremt bort:

Totalt gåseantall:

```
GlM(Skremt_bort~Avstand+Dagsøkt_nr.+Antall_gås+Skydekke+Nedbør+Periode+Middag,  
family = binomial(link = "logit"))
```

Artsandeler:

```
GlM(Skremt_bort~Avstand+Dagsøkt_nr.+Andel_grå+Andel_hvitkinn+Andel_kanada+  
Skydekke+Nedbør+Periode+Middag, family = binomial(link = "logit"))
```

Hvor lang tid det tok før gjessene ble skremt (skremmetid i sekunder, normalfordeling)

Totalt gåseantall:

```
GlM(log10(Gåsetomt_sekunder)~Avstand+Dagsøkt_nr.+Antall_gås+Skydekke+Nedbør+  
Periode+Middag, family = gaussian(link = "identity"))
```

Artsandeler:

```
GlM(log10(Gåsetomt_sekunder)~Avstand+Dagsøkt_nr.+Andel_grå+Andel_hvitkinn+  
Andel_kanada+Skydekke+Nedbør+Periode+Middag, family = gaussian(link = "identity"))
```

Hvor lang tid det tok før gjessene kom tilbake (returtid i sekunder, normalfordeling)

Totalt gåseantall:

```
GlM(log10(Neste_gås_sekunder)~Dagsøkt_nr.+Antall_gås+Skydekke+Nedbør+Periode+  
Middag, family = gaussian(link = "identity"))
```

Artsandeler:

```
GlM(log10(Neste_gås_sekunder)~Dagsøkt_nr.+Andel_grå+Andel_hvitkinn+Andel_kanada+  
Skydekke+Nedbør+Periode+Middag, family = gaussian(link = "identity"))
```



Norges miljø- og biovitenskapelige universitet
Noregs miljø- og biovitenskapelige universitet
Norwegian University of Life Sciences

Postboks 5003
NO-1432 Ås
Norway