

2258

NINA Rapport

## Elgstudiene på Vega

Erfaringer fra 30 år i havgapet

Erling J. Solberg, Morten Heim, Ivar Herfindal, Christer M. Rolandsen, Hallvard Haanes, Aline M. Lee, Jean-Pierre Tremblay, Stine S. Markussen, Endre G. Ofstad, Thomas Kvalnes, Bernt-Erik Sæther



## **NINAs publikasjoner**

### **NINA Rapport**

Dette er NINAs ordinære rapportering til oppdragsgiver etter gjennomført forsknings-, overvåkings- eller utredningsarbeid. I tillegg vil serien favne mye av instituttets øvrige rapportering, for eksempel fra seminarer og konferanser, resultater av eget forsknings- og utredningsarbeid og litteraturstudier. NINA Rapport kan også utgis på engelsk, som NINA Report.

### **NINA Temahefte**

Heftene utarbeides etter behov og serien favner svært vidt; fra systematiske bestemmelsesnøkler til informasjon om viktige problemstillinger i samfunnet. Heftene har vanligvis en populærvitenskapelig form med vekt på illustrasjoner. NINA Temahefte kan også utgis på engelsk, som NINA Special Report.

### **NINA Fakta**

Faktaarkene har som mål å gjøre NINAs forskningsresultater raskt og enkelt tilgjengelig for et større publikum. Faktaarkene gir en kort framstilling av noen av våre viktigste forskningstema.

### **Annen publisering**

I tillegg til rapporteringen i NINAs egne serier publiserer instituttets ansatte en stor del av sine forskningsresultater i internasjonale vitenskapelige journaler og i populærfaglige bøker og tidsskrifter.

# Elgstudiene på Vega

## Erfaringer fra 30 år i havgapet

Erling J. Solberg

Morten Heim

Ivar Herfindal

Christer M. Rolandsen

Hallvard Haanes

Aline M. Lee

Jean-Pierre Tremblay

Stine S. Markussen

Endre G. Ofstad

Thomas Kvalnes

Bernt-Erik Sæther

Solberg, E.J., Heim, M., Herfindal, I., Rolandsen, C.M., Haanes, H., Lee, A.M., Tremblay, J.-P., Markussen, S.S., Ofstad, E.G., Kvalnes, T. & Sæther, B.-E. 2024. Elgstudiene på Vega – Erfaringer fra 30 år i havgapet. NINA Rapport 2258. Norsk institutt for naturforskning

Trondheim, januar 2024

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-5055-9

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

Åpen

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

KVALITETSSIKRET AV

Erlend B. Nilsen

ANSVARLIG SIGNATUR

Forskningsjef Svein-Håkon Lorentsen (sign.)

OPPDRAGSGIVER(E)/BIDRAGSYTER(E)

Miljødirektoratet

OPPDRAGSGIVERS REFERANSE

M-2650|2023

KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVER/BIDRAGSYTER

Erik Lund

FORSIDEBILDE

Marin elg © Ole A. Davidsen

NØKKEWORD

Alces alces, bestandsdynamikk, demografi, elg, evolusjon, hjortedyr, livshistorie, Nordland, Norge, oppsummeringsrapport

KEY WORDS

Alces alces, demography, evolution, life history, moose, Nordland county, Norway, population dynamics, summary report

KONTAKTOPPLYSNINGER

**NINA hovedkontor**  
Postboks 5685 Torgarden  
7485 Trondheim  
Tlf: 73 80 14 00

**NINA Oslo**  
Sognsveien 68  
0855 Oslo  
Tlf: 73 80 14 00

**NINA Tromsø**  
Postboks 6606 Langnes  
9296 Tromsø  
Tlf: 77 75 04 00

**NINA Lillehammer**  
Vormstuguvegen 40  
2624 Lillehammer  
Tlf: 73 80 14 00

**NINA Bergen**  
Thormøhlens gate 55  
5006 Bergen  
Tlf: 73 80 14 00

[www.nina.no](http://www.nina.no)

## Sammendrag

Solberg, E.J., Heim, M., Herfindal, I., Rolandsen, C.M., Haanes, H., Lee, A.M., Tremblay, J.-P., Markussen, S.S., Ofstad, E.G., Kvalnes, T. & Sæther, B.-E. 2024. Elgstudiene på Vega – Erfaringer fra 30 år i havgapest. NINA Rapport 2258. Norsk institutt for naturforskning.

Elgstudiene på Vega består av en rekke forskningsprosjekter om elgens økologi, evolusjon og forvaltning som vi gjennomførte på øya Vega i Nordland i perioden 1992-2021. Studiene ble opprinnelig igangsatt av Norsk institutt for naturforskning (NINA) med hensikt 1) å studere de demografiske konsekvensene av varierende kjønns- og aldersstruktur i en høsta elgbestand, men ble siden utvidet med fire nye delprosjekter. Disse ble gjennomført i samarbeid med NTNU i Trondheim, og omhandlet 2) elgens demografi og livshistoriestrategi, 3) elgens områdebruk og 4) elgens genetik og evolusjon. Sistnevnte prosjekt var delt inn i to påfølgende delprosjekter (4a og 4b). I denne rapporten beskriver vi elgens bestandsutvikling på Vega i perioden 1985-2021 og oppsummerer resultatene fra de ulike forskningsprosjektene.

Prosjektene var basert på individbaserte data over elgens kroppsvekst, reproduksjon, overlevelse, atferd og slektskapsforhold. Disse ble framskaffet gjennom å radiomerke (VHF- og GPS-sendere), veie, måle, prøveta, og siden følge opp tilnærmet alle elgene som overlevde fram til ca. 8 måneders alder (kalvens første vinter) og alle innvandrede nye individer til bestanden. I studieperioden (1992-2021) merket vi totalt 324 elger på Vega, hvorav de fleste ble påskutt og bedøvd fra helikopter ved bruk av pilgevær med bedøvelsesmiddel. I tillegg merket vi 50 elger på samme måte på nabøya Ylvingen (i Vega kommune) i perioden 2009-2013. Også elger felt under jakt ble veid og prøvetatt. Prøvene inkluderte DNA fra vevsprøver som vi siden benyttet til å bestemme slektskapsforhold (f.eks. foreldre-avkom), bestandsstørrelse og bestandsstruktur tilbake til 1985, da de 2 første elgene i moderne tid koloniserte Vega fra fastlandet.

Siden 1985 har elgbestanden på Vega variert mye i størrelse og sammensetning. Bestanden økte kraftig fram til 1994 da det før jakt var drøye 50 elger på øya. Deretter ble bestanden regulert til omkring 30 dyr etter jakt (vinterbestand) og holdt på omtrent samme nivå de neste 6 årene. De siste 20 årene har bestanden økt, og nådde en foreløpig topp i 2019, med 55 individer etter jakt. Elgjakt ble først tillatt i Vega kommune i 1989 (2 dyr) og har siden vært brukt av forskning (1992-1999) og forvaltning (2000→) til å regulere bestanden til ønsket nivå og sammensetning. Totalt ble det felt 635 elger på Vega i perioden 1989-2021, hvorav de fleste var kalv (52 %). Jaktuttaket var høyest i 2015, med 34 dyr. I tillegg har vi registrert 46 elger (eldre enn 4 måneder) som har omkommet av andre årsaker enn jakt, hvorav 3 i forbindelse med merking (en fjerde omkom i 2022). Vi har også registrert 10 elger som utvandret fra Vega i studieperioden. De fleste svømte til fastlandet eller øyer mellom fastlandet og Vega. I motsatt retning ble 13 okser og 5 elgkyr registrert som innvandrere til Vega.

Elgbestanden på Vega er preget av en høy rekrutteringsrate (f.eks. andel kalv i førjakt-bestanden) som følge av høye fruktbarhetsrater, og periodevis svært lav okseandel. Dette gjaldt særlig på siste halvdel av 1990-tallet da okseandelen ble redusert mye som en del av forskningsprosjektet på øya. Siden har okseandelen økt, samtidig som det har skjedd en nedgang i elgkyrnes aldersspesifikke fruktbarhetsrater. Sistnevnte henger sannsynligvis sammen med en tilsvarende nedgang i kalv- og åringsvekter og kan skyldes økende grad av matbegrensning som følge av dagens høyere bestandstetthet. I tillegg kan økende temperaturer både sommer og vinter ha ført til synkende kvalitet på elgens beiteplanter og høyere energikostnader i forbindelse med ter-moregulering (regulering av kroppstemperatur).

I det første delprosjektet på Vega (1992-1999), undersøkte vi hvordan skjevheter i kjønns- og aldersstruktur påvirker elgens kroppsvekst og reproduksjon i to påfølgende perioder. Først reduserte vi oksenes gjennomsnittsalder (men ikke andelen okser) og deretter reduserte vi andelen okser (men ikke oksealder). Til tross for betydelige endringer i kjønns- og aldersstruktur fant vi ingen endringer i andelen elgkyr som ble bedekt. Det var heller ingen endringer i oksenes kroppsvekst som følge av at flere deltok i brunsten ved tidligere alder. Vi fant imidlertid betydelige

forsinkelser i kalvenes fødselstidspunkt, som i neste omgang førte til lavere kalvevekt på høst og vinter. Siden eldre okser viste seg å produsere en overvekt av oksekalver, fant vi også en nær sammenheng mellom oksenes gjennomsnittsalder i bestanden og andelen oksekalver produsert hvert år. En lav andel okser kan dermed ha flere uheldige konsekvenser for elgbestanden.

I de påfølgende årene (2000-2021) var bestanden gjenstand for ordinær jakt og uten større manipulasjoner av bestandsstrukturen. I denne fasen gjennomførte vi flere studier av elgens demografi og livshistoriestrategi, og trakk da veksler på stadig bedre slektskapsdata fra de genetiske analysene. Foruten effekten av fødselstidspunkt, fant vi i disse studiene at kalvens vekt også påvirkes av mors alder, kalvens kjønn, og antallet søsken samme år (0 eller 1). Denne vektvariasjonen vedvarte gjennom livet slik at store kalver ble store individer også som voksne. Kroppsvekten er viktig i elgens liv ettersom tunge elgkyr gjerne starter å reproducere i ung alder og dermed kan produsere mange kalver i løpet av et langt liv.

På Vega er elgene i svært god kondisjon (høye vekter) og er jevnt over svært produktive. For eksempel kom mer enn 50 % av elgkyrne med kalv som toåring (bedekt som åringsdyr), hvorav 7 % med tvillingkalv. De mest produktive elgkyrne på Vega (15-18 kalv i løpet av livet) startet å reproducere som toåringer, og holdt seg i live til godt voksen alder (11-15 år). Interessant nok var det også et negativt forhold mellom alder ved første reproduksjon og framtidig reproduktiv suksess (antall kalver), og mellom alder ved første reproduksjon og sannsynligheten for å overleve jakta. Førstnevnte viser at det er store kvalitetsforskjeller mellom elgkyr, mens sistnevnte mest sannsynlig skyldes at jegerne velger å ikke felle kua fra kalven. Elgkyr som starter å reproducere som toåring har derfor større sannsynlighet for å overleve jakta enn elgkyr som starter som 3- eller 4-åring.

Variasjonen i reproduktiv suksess er større blant okser enn blant kyr. På Vega oppnådde kun en tredjedel av oksene å bli far, og selv blant disse var det stor variasjon i antall avkom. De mest produktive oksene paret seg med opptil 8 elgkyr i løpet av brunstsesongen, og den mest suksessfulle oksene ble far til hele 44 kalver. I gjennomsnitt ble hver okse far til 3,2 kalver. Oksenes overlevelse var den viktigste årsaken til variasjonen i antallet avkom. Svært mange okser ble skutt alt som halvannetåring og hadde dermed få muligheter til å bli far. I tillegg er oksenes vekt og gevirstørrelse av betydning for å oppnå parringer. Disse trekkene øker med oksens alder og følgelig hadde eldre okser større suksess enn yngre okser under brunsten. Selv små okser i sin aldersgruppe kan dermed oppleve å bli far dersom de får leve til fullvoksen alder (5 år +). Dette introduserer en viss grad av tilfeldigheter med hensyn til hvilke okser som bidrar til neste generasjon, og disse tilfeldighetene blir mer framtrædende når andelen okser i bestanden er lav. Under slike forhold kan selv genetisk svake okser bli far til en stor andel av kalvene.

På starten av 2000-tallet og 2010-tallet gjennomførte vi også flere studier av elgens arealbruk på Vega. Basert på data fra elgens radiohalsbånd kan vi avdekke hvor elgen oppholdt seg på ulike deler av døgnet og året, og vi kan studere hvordan elgen bruker landskapet på Vega i forhold til ressursene som finnes der (eks. mat). Denne typen studier ble spesielt interessante etter 2006, da vi for første gang utstyrte elgen med GPS-sendere. Dette er sendere som kan registrere et stort antall nøyaktige posisjoner ( $\pm 5$  m) med jevne mellomrom.

Basert på denne typen romlige data estimerte vi størrelsen på områdene som elgen bruker i løpet av året eller i ulike sesonger (hjemmeområdet) og vi analyserte elgens habitatbruk og habitatseleksjon. Habitatbruken viser hvordan elgen fordeler tiden sin i ulike areal typer (eks. ulike typer skog, innmark, lynghei etc.), mens habitatseleksjon angir hvorvidt elgen bruker ulike habitattyper mer eller mindre enn forventet ut fra habitattypenes relative areal i leveområdet. Studiene viser at enkelte habitattyper er spesielt mye brukt i forhold til forekomst, for eksempel næringsrike lauvskoger. Habitatbruken varierte også mellom kjønn, mellom sommer og vinter, og i en viss grad mellom aldersgrupper. I tillegg fant vi en tydelig effekt av menneskelig aktivitet på hvor elgen oppholder seg. Dette var særlig tydelig i kalvingsperioden og i de første ukene etter kalving. I denne perioden oppholder elgkua seg lengst mulig unna folk eller i andre 'sikre' områder, til tross for at disse områdene ofte kan tilby relativt lite mat.

I de siste to delprosjektene gjennomførte vi en omfattende kartlegging av elgens genetiske slektskapsforhold på Vega, og undersøkte hvordan innavl og jakt påvirker elgens genetiske variasjon og evolusjonære utvikling. Øyas relative isolerte beliggenhet, kombinert med et begrenset antall innvandrende elg, gjør bestanden sårbar for innavl og innavlsdepresjon. I tillegg er det ingen andre større rovdyr enn mennesker på øya, hvilket gjør at jakta og de valgene som gjøres av forvaltning og jegere kan ha stor effekt på bestandens evolusjonære utvikling.

Resultatene fra disse studiene viser at elgbestanden på Vega i perioder har vært betydelig innavlet som følge av lav bestandsstørrelse og hyppige parringer mellom nære slektninger. Særlig stor var graden av innavl på 2000-tallet, da gjennomsnittlig innavlsgrad i bestanden tilsvarer hva vi kan forvente dersom halvsøsken parrer seg med hverandre. Dette skyldes en relativt lav innvandring av dyr fra fastlandet i denne perioden, og dermed en akkumulering av innavl over generasjoner (innavlede slektninger som parer seg med hverandre). Motsatt fant vi betydelig reduksjon i graden av innavl i årene etter at nye individer innvandret fra fastlandet.

Graden av innavl hadde flere konsekvenser for elgens overlevelse og reproduktive suksess (fitness). Dette gav seg uttrykk i forsinket kalvingstidspunkt, redusert kalvevekt og redusert tvillingkalvproduksjon hos de mest innavla individene. Reduksjonen var likevel ikke veldig stor, og sammenlignet med verdiene vi finner i de fleste fastlandsbestander av elg, var kalvevekter og produksjonen av tvillingkalver fortsatt høy hos innavla individer på Vega. Graden av innavl på Vega var dessuten lavere enn hva vi kunne forventet dersom elgkyrne valgte sine partnere tilfeldig fra bestanden. På grunn av de mulig uheldige effektene av innavl, har mange arter utviklet strategier for å unngå dette, for eksempel ved at unge hanndyr utvandrer, eller ved at slektninger gjenkjennes og unngås. På Vega så vi at elgen ofte unngikk nære slektninger som partnere, men kun når det eksisterte gode alternativer. I perioder med lav bestandstetthet og lav okseandel var det få gode alternativer og parringer mellom nære slektninger forekom mer hyppig.

I de genetiske studiene undersøkte vi også hvordan ulike individer bidro til fremtidige generasjoner og hvordan jakta påvirket dette. Blant elgkyrne var det seleksjon for tidlig kalving fordi tidligkalvende kyr i gjennomsnitt fødte flere rekrutter. I tillegg var små kyr mer suksessfulle fordi kalvene hadde mindre sjanse til å bli skutt enn kalvene til større kyr. Blant oksene var det seleksjon for et seint fødselstidspunkt. Oksekalver som var født sent hadde lavere vekt og lavere sannsynlighet for å bli skutt. Dette viser at jakt kan påvirke hvilke individer som fører sine egenskaper videre til etterfølgende generasjoner.

Både vekta til kalvene og fødselstidspunktet hadde en betydelig arvbar komponent. Av den grunn kan begge egenskapene endre seg over tid, for eksempel som en tilpasning til endrede miljøbetingelser eller som en konsekvens av et selektivt uttak av individer under jakta. Selv om usikkerheten er stor, antyder våre analyser en framtidig reduksjon i kroppsvekten til kulkalvene på Vega som en følge av større jakttrykk på store ungdyr, og en tilsvarende utvikling for oksekalv fordi tidligfødte kalver er mer utsatt for å bli skutt. En forutsetning er at jakta på Vega fører til samme type seleksjon også i årene som kommer.

I likhet med mennesker, har elger ulike 'personlighetstrekk', og flere av disse kan gjøre elgen mer eller mindre utsatt for å bli skutt under jakt. På Vega undersøkte vi spesifikt hvordan elgens bruk av åpne (eks. innmark) og lukkede (eks. skog) habitattyper varierte mellom individer og hvordan denne egenskapen påvirkes av jakt. Jevnt over fant vi at elgene var relativt konsistente i sine preferanser for disse habitattypene og i tillegg var det markante forskjeller i fruktbarhet og dødelighet mellom individer som tilbrakte mye tid i skogen (sky individer) eller på innmarka (dristige individer).

Som forventet fant vi at dristige elger med større sannsynlighet ble felt under jakta eller de fikk med større sannsynlighet fraskutt en kalv. På den annen side var dristige individer også mer fruktbare (høyere tvillingandel) og produserte i gjennomsnitt større kalver. Dette er sannsynligvis fordi bruken av åpne arealer (innmark) fører til inntak av mere næringsrik mat. I løpet av livet var

det derfor ingen betydelig forskjell i gjennomsnittlig kalveproduksjon fra sky og dristige elger, med den følge at frekvensen av individer med de ulike atferdstrekkene vil forbli på samme nivå over tid. En forutsetning er at jakttrykket ikke endrer seg mye og at de ernæringsmessige konsekvensene av å bruke de ulike habitattypene forblir som nå.

Elgstudiene på Vega har bidratt med mye data og kunnskap med relevans for norsk og internasjonal hjorteviltforvaltning og -forskning. Fra et faglig perspektiv er det ønskelig å fortsette merkestudiene i årene som kommer. Studiene er imidlertid kostnadskrevenende og til tider praktisk vanskelig å gjennomføre, og det er derfor usikkert hvorvidt vi får til å gjennomføre disse studiene med samme metodikk. I samarbeid med Vega kommune og lokal elgforvaltning, er dette noe vi håper å avklare i nær framtid.

Erling J. Solberg, Morten Heim, Christer M. Rolandsen, Thomas Kvalnes, Norsk institutt for naturforskning (NINA), Postboks 5685 Torgarden, 7485 Trondheim. [erling.solberg@nina.no](mailto:erling.solberg@nina.no).

Ivar Herfindal, Aline M. Lee, Bernt-Erik Sæther, Senter for Biodiversitetsdynamikk, Institutt for Biologi, og Gjærevollsentret for framtidsanalyser av naturmangfold, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU), 7491 Trondheim.

Hallvard Haanes, Direktoratet for strålevern og atomsikkerhet (DSA), Postboks 329 Skøyen 0213 Oslo.

Jean P. Tremblay, Department of Biology, Université Laval, 1045 ave de la Médecine, Québec, QC G1V 0A6, Canada

Stine S. Markussen, Artsdatabanken, Postboks 1285 Torgarden, 7462 Trondheim

Endre G. Ofstad, Miljødirektoratet, Postboks 5672 Torgarden, 7485 Trondheim



## Abstract

Solberg, E.J., Heim, M., Herfindal, I., Rolandsen, C.M., Haanes, H., Lee, A.M., Tremblay, J.-P., Markussen, S.S., Ofstad, E.G., Kvalnes, T. & Sæther, B.-E. 2024. The moose studies on Vega – Experiences from the period 1992-2021. NINA Rapport 2258.

The moose studies on Vega consist of a series of research projects on moose ecology, evolution, and management that we conducted on the island of Vega in Nordland in the period 1992-2021. Initially, the studies were started by the Norwegian Institute for Nature Research (NINA) with the purpose of studying the demographic consequences of varying sex and age structure in a harvested moose population and were later expanded with four new projects. These were conducted in collaboration with the Norwegian University of Science and Technology (NTNU) in Trondheim and dealt with 2) moose demography and life history strategies, 3) moose land use and 4) moose genetics and evolution. The latter project was divided into two subsequent sub-projects (4a and 4b). In this report, we describe the development of the moose population on Vega in the period 1985-2021 and summarize the results from the different research projects.

The projects were based on individual-based data on moose body growth, reproduction, survival, behavior, genetics and kinship. These were obtained by radio-tagging (collars with VHF and GPS transmitters), weighing, measuring, sampling (tissue, feces, blood) and tracking virtually all moose that survived to about eight months of age (the calf's first winter) and all new individuals immigrating to the population. During the study period (1992-2021), we tagged a total of 324 moose on Vega, most of them from helicopters using a dart gun and anesthetic. In addition, we tagged 50 moose from helicopters on the neighboring island of Ylvingen (in Vega municipality) in the period 2009-2013. Moose killed during hunting (age > 4 months) were also weighed and sampled. From tissue samples we extracted DNA that we later used to determine kinship (e.g., parent-offspring), and to estimate population size and structure back to 1985, when the first two moose in modern times colonized Vega from the mainland.

Since 1985, the moose population on Vega has varied greatly in size and composition. The population increased until 1994, when there were just over 50 moose on the island before hunting. The population was then regulated to around 30 animals after hunting (winter population) and remained at about the same level for the next 6 years. Over the past 22 years, the population has increased, reaching a preliminary peak in 2019, with 55 individuals after hunting. Moose hunting was first permitted in Vega municipality in 1989 (2 animals) and has since been used by research (1992-1999) and management (2000-2021) to regulate the population to the desired level and composition. A total of 635 moose were harvested in Vega during the period 1989-2021, most of which were calves (52%). The harvest was highest in 2015, with 34 animals. In addition, we recorded 46 moose (older than 4 months) that died for reasons other than hunting, of which three in connection with tagging (a fourth died in 2022). We also recorded 10 moose that emigrated from Vega during the study period, most of which swam to the mainland or islands in between the mainland and Vega. In the opposite direction, 13 bulls and five cow moose were recorded as immigrants to Vega.

The moose population on Vega experience high recruitment rates (e.g., pre-harvest proportion calves) because of high fecundity rates, and at times a very low proportion of bulls. The latter was particularly true in the late half of the 1990s, when the proportion of bulls was greatly reduced as part of the research project on the island. Since then, the proportion of bulls has increased, and the age-specific fecundity rates have declined. The latter is probably related to a corresponding decline in age-specific body masses, potentially due to density dependent food limitation. In addition, increasing temperatures in both summer and winter may have led to a decline in quality of moose forage and increased energy costs due to thermoregulation.

In the first project on Vega, we investigated how biased sex and age structure affect moose body growth and reproduction in two consecutive periods. First, we reduced the average age of bulls (but not the proportion of bulls) and then we reduced the proportion of bulls (but not bull age).

Despite significant changes in sex and age structure, we found no changes in the proportion of impregnated moose cows and no changes in bulls' body growth due to early start of breeding. However, we found significant delays in the date of birth, which in turn led to lower body mass of calves in fall and winter. Since older bulls produced more male calves, we also found a close correlation between the average age of bulls in the herd and the proportion of male calves produced. A low proportion of bulls can thus have several unfortunate consequences from a harvesting point of view.

In the following years (2000-2021), the population was subject to normal hunting and without major manipulations of the population structure. During this phase, we conducted several studies of moose demography and life history strategies, drawing on increasingly better kinship data based on genetic analyses. Besides an effect of time of birth, we found in these studies, that calf body mass is also affected by maternal age, calf sex, and the number of siblings in the same year (0 or one). This variation persisted throughout life, so that large calves became large individuals even as adults. Body mass is important in the moose's life, as heavy moose cows tend to start reproducing at a young age and can thus produce many calves over a long life.

On Vega, the moose are in good condition (high age-specific body mass) and are generally very productive. More than 50% of the moose cows gave birth to calf as two-year-olds (covered as yearlings), of which 7% had twin calves. The most productive moose cows (15-18 calves in their lifetime) on Vega started to reproduce as two-year-olds and stayed alive until well into adulthood (11-15 years). Interestingly, there was also a negative relationship between age of first reproduction and future reproductive success (number of calves), and between age of first reproduction and the probability of surviving the hunting season. The former shows that there are large quality differences between cow moose, while the latter is most likely because hunters rarely shoot the cow from the calf. Moose cows that start reproducing as two-year-olds are therefore more likely to survive the hunt than moose cows that start reproducing as three- or four-year-olds.

The variation in reproductive success is greater among bulls than among cows. On Vega, only one third of the bulls succeeded in becoming a father, and even among these there was great variation in the number of offspring. The most productive bulls mated with up to 8 cows during the rutting season, and the most successful bull fathered as many as 44 calves. On average, each bull sired 3.2 calves. The survival was the main reason for the number of offspring produced by bulls. Many bulls were shot at the age of 18 months and thus had little chance of becoming a father. In addition, the weight and antler size of bulls are important for achieving matings. These traits increase with the age of the bull, and consequently, older bulls were more successful than younger bulls during the rut. Even small bulls in their age group can thus experience sirehood if they are allowed to live to a high adult age. This introduces a degree of randomness in terms of which bulls contribute to the next generation, and this randomness becomes more prominent when the proportion of bulls in the population is low. Under such conditions, even genetically weak bulls can sire a large proportion of calves.

In the early 2000s and 2010s, we also conducted several studies of moose land use on Vega (spatial dynamics). Using radio collars, we recorded the location of moose at different times of the day and year, and, combined with high resolution resource maps, we studied both habitat use and selection. This type of study became particularly interesting after 2006, when we equipped moose on the island with GPS radiocollars for the first time. These can record many precise positions ( $\pm 5$  m), which are then stored in the collar and can be sent to NINA via satellite or the cellphone network.

Based on these data, we estimated moose home range size in different seasons or the full year, and we determined the most used and preferred habitats by moose on the island. Habitat use shows how the moose distribute themselves across different types of forest, agricultural land, heathland etc. (i.e., habitat types), while the level of habitat selection indicates the use of different habitat types relative to their availability. These studies showed that some habitat types were

strongly selected, such as nutrient-rich deciduous forests. Habitat use also varied between males and females, between summer and winter, and to some extent between age groups. In addition, we found a clear effect of human activity on the spatial distribution of moose. This was particularly evident at calving and in the subsequent few weeks. During this period, cow moose stayed as far away from people as possible, or in other 'safe' areas, even though these areas often offered little food.

In the last two sub-projects, we conducted a comprehensive mapping of the genetic relationships between moose on Vega and investigated how inbreeding and hunting affect the genetic variation and evolutionary development. The relative isolation of the island, combined with a limited number of immigrants, make the population vulnerable to inbreeding and inbreeding depression. In addition, there are no large predators other than humans on the island, which means that hunting and the choices made by the management and hunters can have a major effect on the evolutionary development of the population.

The results show that the moose on Vega was significantly inbred in certain periods because of frequent mating between close relatives. The degree of inbreeding was particularly high in the 2000s, when the average degree of inbreeding in the population corresponds to what we can expect from mating between half-siblings. This corresponds with relatively low immigration of moose from the mainland during this period, leading to an accumulation of inbreeding over generations (i.e., mating between inbred related individuals). Conversely, we found a significant reduction in the degree of inbreeding in the population in years after new individuals immigrated from the mainland.

The degree of inbreeding had several consequences for the fitness of moose. This was expressed in delayed calving, reduced calf body mass and reduced twin calf production in the most inbred individuals. However, the reduction was not very large, and calf mass and twin calf production in inbred individuals on Vega were still rather high compared to what is found in most mainland (and outbred) moose populations. The degree of inbreeding on Vega was also lower than expected if moose cows chose their partners by random. Because of the potential adverse effects, animals have often developed strategies to avoid inbreeding (inbreeding avoidance), for example by forcing young males to emigrate, or by recognizing and avoiding relatives. On Vega, we observed that moose often avoided close relatives as mates, but mainly when genetically more distant alternatives were available. In periods of low population density and bull:cow ratio, there were few good alternatives and mating between close relatives occurred more frequently.

In these studies, we also investigated how different individuals contributed to future generations and how hunting affected the outcome. Among moose cows, we found selection for early calving because early calving cows gave birth to on average more recruits. In addition, small cows were more successful because their calves were less likely to be shot than calves of larger cows. Among bulls, there was selection for a later birth, as late born male calves had lower weight and lower probability of being shot. This shows that hunting can affect which individuals that pass on their genes (and traits) to subsequent generations.

Both the body mass of calves and time of birth had a significant heritable component. Consequently, both traits may evolve, for example as an adaptation to changing environmental conditions or selective harvesting. Although there is considerable uncertainty, our analyses suggest a future reduction in the body weight of female calves on Vega because of higher hunting pressure on calves from larger females, and a similar development for male calves because early born calves are more likely to be shot. A prerequisite is that similar hunting selection will occur on Vega also in the years to come.

In addition to characteristics such as size and calving time, hunting can affect the prevalence of various behavioral traits in a moose population. Like humans, moose have different personalities, which to a varying degree can make them susceptible to be shot during hunting. On Vega, we specifically investigated how the use of open (e.g., infields) and closed (e.g., forest) habitat types

varied between individuals over time and how these behavioural traits affected their individual fitness. Overall, we found that moose were relatively consistent in their preferences for these habitat types, and there were marked differences in fecundity and mortality between shy individuals that spent more time in the forest and bold individuals that spent more time on infields. As expected, bold individuals were more likely to be killed during the hunt or they were more likely to have a calf killed. However, bold individuals were also more fecund (higher twinning rate) and produced larger calves than shy individuals, on average. This may be because moose can consume more nutritious food on infields than in the forest. As a result, there was no significant difference in the individual fitness of shy and bold moose, with the consequence that these behavioral traits are likely to remain in the population with the same frequency. A prerequisite is that the hunting pressure will be similar and that the nutritional benefits of using the different habitat types remains as now.

The moose studies on Vega have provided substantial data and knowledge of great relevance to Norwegian deer management and research. Therefore, from a professional perspective it is desirable to continue the tagging studies in the years to come. However, as the studies are also expensive and practically demanding to conduct, it is yet uncertain whether we will continue at the same level in the years to come. In collaboration with Vega municipality and the local moose management, this is something we hope to clarify soon.

Erling J. Solberg, Morten Heim, Christer M. Rolandsen, Thomas Kvalnes, Norwegian Institute for Nature Research (NINA), Postbox 5685 Torgarden, 7485 Trondheim, Norway. erling.solberg@nina.no.

Ivar Herfindal, Aline M. Lee, Bernt-Erik Sæther, Center for Biodiversity Dynamics, Institute for Biology, and Gjørevoll Centre for Biodiversity Foresight Analyses, Norwegian University of Science and Technology (NTNU), 7491 Trondheim, Norway.

Hallvard Haanes, Norwegian Radiation and Nuclear Safety Authority. Postbox 329 Skøyen 0213 Oslo, Norway.

Jean P. Tremblay, Department of Biology, Université Laval, 1045 ave de la Médecine, Québec, QC G1V 0A6, Canada

Stine S. Markussen, Artsdatabanken, Postbox 1285 Torgarden, 7462 Trondheim, Norway

Endre G. Ofstad, Norwegian Environment Agency, Postbox 5672 Torgarden, 7485 Trondheim, Norway

# Innhold

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Sammendrag</b> .....   | <b>3</b>  |
| <b>Abstract</b> .....   | <b>7</b>  |
| <b>Innhold</b> .....  | <b>11</b> |
| <b>Forord</b> .....   | <b>13</b> |
| <b>1 Innledning</b> .....   | <b>14</b> |
| <b>2 Materiale og metode</b> .....  | <b>17</b> |
| 2.1 Studieområde .....  | 17        |
| 2.1.1 Vegetasjons- og habitattyper.....   | 17        |
| 2.1.2 Vær og klima .....  | 19        |
| 2.2 Radiomerking og merkeprosedyrer .....   | 19        |
| 2.2.1 Ulike typer radiohalsbånd .....   | 22        |
| 2.2.2 Merkehistorikk.....   | 23        |
| 2.2.3 Elg død under merking .....   | 25        |
| 2.2.4 Andre hendelser forårsaket av radiohalsbåndet .....   | 26        |
| 2.3 Oppfølging av merkedyr gjennom året.....  | 27        |
| 2.4 Jakt og jaktmateriale.....  | 27        |
| 2.4.1 Sett elg-data.....  | 29        |
| 2.5 Dødelighet utenom jakt.....   | 30        |
| 2.6 Genetiske analyser .....  | 31        |
| 2.7 Bestandsestimering .....  | 33        |
| 2.8 Analyser av romlige data .....  | 35        |
| 2.8.1 Hjemmeområde, habitatbruk og habitatseleksjon .....   | 35        |
| 2.9 Elgens livshistorie, demografi og bestandsdynamikk på Vega.....   | 36        |
| 2.10 Populasjonsgenetiske og evolusjonsøkologiske analyser .....  | 38        |
| 2.10.1 Genetisk drift.....  | 38        |
| 2.10.2 Seleksjon.....   | 38        |
| 2.10.3 Evolusjonære responser.....  | 39        |
| <b>3 Resultater</b> .....   | <b>40</b> |
| 3.1 Bestandsstørrelse, jaktuttak og bestandssammensetning.....  | 40        |
| 3.2 Innvandring og utvandring.....  | 44        |
| 3.3 Bestands rekrutteringsrate, høstingsrate og vekstrate .....   | 45        |
| 3.4 Elgens effektive bestandsstørrelse på Vega.....   | 47        |
| 3.5 Demografiske effekter av skjeve kjønnsrater .....   | 48        |
| 3.6 Elgens kondisjonsutvikling på Vega .....  | 51        |
| 3.7 Hva kan forklare elgkyrnes varierende fruktbarhet og kalverekruttering? .....                           | 53        |
| 3.7.1 Generasjonseffekter .....   | 56        |
| 3.7.2 Naturlig dødelighet og elgkyrnes reproduktive verdi .....   | 57        |
| 3.8 Hva kan best forklare elgoksenes reproduktive suksess? .....  | 58        |
| 3.9 Varierende kondisjon, fruktbarhet og kalvingstidspunkt over tid.....                                    | 61        |
| 3.9.1 Effekten av varierende bestandstetthet og værforhold på elgens kondisjon og fruktbarhet på Vega ..... | 64        |
| 3.10 Romlig dynamikk .....  | 67        |
| 3.10.1 Hjemmeområdestørrelse, habitatbruk og habitatseleksjon .....   | 68        |
| 3.10.2 Valg av kalvingslokaliteter .....  | 71        |
| 3.11 Innavl, innavlsdepresjon og innavlsunngåelse.....  | 74        |
| 3.12 Jaktseleksjon og evolusjonære prosesser .....  | 76        |
| 3.12.1 Betydningen av elgens atferd .....   | 77        |
| 3.13 Bestandsutvikling basert på Sett elg-data .....  | 80        |

|  |           |
|--|-----------|
| 3.14 Andre studier .....   | 82        |
| 3.14.1 Bruk av videohalsbånd til studier av elgens beiteatferd og diett..... | 83        |
| <b>4 Diskusjon og veien videre .....</b>                                     | <b>85</b> |
| <b>5 Referanser .....</b>  | <b>88</b> |
| <b>6 Vedlegg .....</b>   | <b>92</b> |
| 6.1 Artikler og rapporter basert på data fra Elgstudiene på Vega.....        | 92        |
| 6.2 Elg med halsband over geviret.....                                       | 96        |
| 6.3 Utvandrende elg fra Vega og Ylvingen.....                                | 97        |
| 6.4 Elgens geografiske fordeling på Vega og Ylvingen .....                   | 98        |



*Elgen er en tilpasningsdyktig art, men trives best i skogen og tilgrensende områder. Her ser vi 4 elgokser på Vega som beiter selje og mjørdurt i juli 2022. Foto: Videohalsbånd, NINA/SLU.*

## Forord

Elgstudiene på Vega har pågått mer eller mindre sammenhengende siden 1992. Prosjektet ble igangsatt med hensikt å studere de demografiske konsekvensene av varierende kjønns- og aldersstrukturen i elgbestander, men er siden utvidet med nye delprosjekter med andre forskningsspørsmål. Studiene ble i sin tid etablert av Bernt-Erik Sæther som på det tidspunktet var heltidsansatt i NINA, og Bernt-Erik har siden fungert som faglig prosjektleder i alle påfølgende delprosjekter. Etter at Bernt-Erik forlot NINA til fordel for et professorat ved NTNU, var det imidlertid naturlig at den praktiske delen av merkeprosjektet ble ledet fra og gjennomført i regi av NINA. De siste 23 årene er det undertegnede og Morten Heim ved NINA i Trondheim som har fungert som prosjektledere for denne delen av elgstudiene.

Utover disse har mange personer vært involvert i Elgstudiene på Vega. Mange figurerer som medforfattere av rapporten, og de samme personene har bidratt som forfattere av viktige vitenskapelige produkter fra studiene. I tillegg har det vært en rekke andre forskere, studenter og teknisk personale tilknyttet de ulike delprosjektene. Vi er spesielt takknemlig for de vitenskapelige bidragene fra Steinar Engen (NTNU), Anne Loison (CNRS), Knut H. Rød (NVH), Sandra Hamel (UiT, Université Laval), Ane M. Myhre (NTNU), L. Midthjell (NVH), John Linnell (NINA), Jon M. Arnemo (INN), Brage B. Hansen (NTNU, NINA), Mathieu Garel (ONCFS), John Stacy (UiO), K. S. Jacobsen (UiO), Vidar Grøtan (NTNU), Randi Olstad (NTNU), Ada J. Klaussen (NTNU), Jon K. Ramsrud (NTNU), Tore Veisetaunet (NLH), Tonje Stubsjøen (NTNU), Maria Sviland (NTNU) og Vebjørn Veiberg (NINA). Ved NINA i Trondheim har Frode Holmstrøm og Mai I. Solem stått for behandlingen av elgkjever og tenner for aldersanalyser, og de fleste elgene har vært immobilisert av veterinærene Øystein Os (Vetconsult) og Jon M. Arnemo (Vetconsult). Også flere helikopterpiloter har bidratt til at studiene har vært mulig å gjennomføre, hvorav Terje Skåren trolig er den som har vært med under flest sesonger. Vi takker dere alle for innsatsen.

En hjertelig takk går også til Vega kommune og Vegas befolkning som har holdt ut med oss i alle disse årene og til våre to trofaste, lokale medarbeidere på Vega: Ole A. Davidsen og Bjarne Aleksandersen. Ole A. har vært med som hjelpemann under hver vintermerking av elg siden prosjektet startet, og har dermed omfavnet (bokstavelig talt) alle merkede elger med et radiohalsbånd. Ole A. har også stått for mange av de flotte bildene av Vegaelgen i rapporten. Tilsvarende har Bjarne stått for oppfølging av merkedyr i ulike deler av året, inkludert årlige undersøkelser av antallet kalver som fødes og rekrutteres til førjaktbestanden. Dette er en spisskompetanse som ikke mange behersker, men som Bjarne har utviklet til perfektjon gjennom 30 år. Vi nevner også Johan Antonsens bistand med feltobservasjoner og dataregistrering, samt Anders Johnsens eminente tilrettelegging av overnatting og bespising under elgmerkearbeidet i en tidlig fase av prosjektet. Vi takker så mye.

Vi takker også for alle finansielle bidrag til Elgstudiene på Vega. I de første årene var det hovedsakelig støtte fra Direktoratet for Naturforvaltning (DN) og senere Miljødirektoratet, men etter hvert har vi også mottatt store og viktige bidrag fra ulike forskningsprogram i Norges Forskningsråd (disse er takket mer spesifikt i vitenskapelige artikler fra delprosjektene). Også Fylkesmannen (nå Statsforvalteren) i Nordland har bidratt økonomisk og det samme har NINA og NTNU i form av egenforskningsmidler. Dette representerer en unik samfinansiering mellom forskningsprogrammer med generelt fokus og mer anvendte finansieringskilder. Takk til dere alle.

Avslutningsvis retter vi en spesiell takk til Terje Bø som på begynnelsen av 1990-tallet var viltforvalter i Nordland fylke. Uten hans aktive involvering og støtte ville det ha vært umulig å etablere og senere gjennomføre Elgstudiene på Vega.

Trondheim, desember 2023

Erling J. Solberg

# 1 Innledning

I løpet av de siste 200 årene har antallet elg i Norge økt fra noen hundretalls dyr til snau 100 000 individer, og samtidig har det skjedd betydelige endringer i de faktorene som styrer elgens bestandsdynamikk (eks. Solberg et al. 2009). På begynnelsen av 1800-tallet nådde den norske elgbestanden sitt historiske minimum etter århundrer med uregulert jakt og fangst, og predasjon fra ulv og bjørn var fortsatt en viktig begrensende faktor. Siden ble antallet store rovdyr effektivt redusert, og jakt og fangst på elg og andre hjortedyr ble stadig mer regulert. Denne utviklingen kulminerte på begynnelsen av 1970-tallet da ulv og bjørn var tilnærmet utryddet fra landet, og det samtidig ble innført det som siden har gått under navnet 'rettet avskyting'. Dette er en forvaltningsstrategi som innebærer å rette avskytingen mot utvalgte kjønns- og aldersgrupper, hovedsakelig i den hensikt å øke bestandenes produktivitet. Til forskjell fra de fleste småviltarter, er flere kjønns- og aldersgrupper lett gjenkjennelige hos hjortedyr, og ved å strategisk styre avskytingen mot spesifikke grupper, er det mulig å endre avkastningen i ønsket retning (Solberg et al. 2021). I starten av det 21. århundret har vi derfor en tilstand der elgbestandene i Norge reguleres nesten utelukkende ved bruk av jakt, og der vi relativt enkelt kan forme bestandenes størrelse og sammensetning ut fra våre ønsker og behov.

Dette er på mange vis en ideell situasjon ut fra et produksjonsperspektiv, men spørsmålet er om dagens forvaltning også fører med seg utilsiktede, negative elementer. I likhet med andre arter er elgen et produkt av en evolusjonær tilpasning til miljøet over et langt tidsperspektiv, og det er dermed usikkert hvordan moderne jaktforvaltning påvirker bestandene på kort og lang sikt. En umiddelbar konsekvens av rettet avskyting er for eksempel at okseandelen kan bli svært lav, med den følge at mange bestander nå domineres av voksne, reproduktive hunndyr. Dette skaper bestander som kan avvike mye fra bestander som reguleres av naturlige prosesser – som predasjon og næringsbegrensning – og som derfor ikke nødvendigvis har de samme demografiske funksjoner og utviklingsmuligheter som tidligere. For eksempel har mange etterspurt kunnskap om hvor stor andel hanndyr som må til for å bedekke alle hunndyr på riktig tidspunkt, og dermed i hvilken grad varierende kjønns sammensetning har konsekvenser for kalvingstidspunkt og vektutvikling. I løpet av de siste 30 årene har vi observert betydelig nedgang i både kalvevekter og rekrutteringsrater (kalv per hunndyr) i norske elgbestander (eks. Solberg et al. 2022) og flere har trykket bekymring for at dette kan være indirekte konsekvenser av måten vi høster bestandene på.

Høsting av bestander kan også ha andre, mer langsiktige konsekvenser. De siste 20 årene har det vært et særlig søkelys på hvordan jakt kan påvirke den genetiske variasjonen, og dermed bestandenes evolusjonære tilpasningsevne over tid. Høy tilpasningsevne er spesielt viktig i perioder med store endringer i miljøet, som under dagens pågående klimaendringer. En lav andel hanndyr kan føre til reduksjon i mangfoldet av gener som overføres mellom generasjoner (genetisk drift), og et tilsvarende tap av genetisk variasjon kan skje dersom jegerne systematisk velger å felle individer med spesifikke egenskaper (jaktseleksjon). Slike konsekvenser av høsting kan være vanskelige å oppdage, men bør likevel tas med i betraktning når vi lager strategier for hvordan vi best kan sikre hjorteviltbestandenes tilpasningsevne, livskraft og muligheter til å produsere et bærekraftig jaktutbytte også i framtiden.

På øya Vega i Nordland har vi hatt muligheten til å studere flere av disse aspektene gjennom prosjektet «Elgstudiene på Vega». Prosjektet ble igangsatt i 1992 for å studere de demografiske konsekvensene av varierende kjønns- og aldersstrukturen i en elgbestand (1992-1999, Sæther et al. 2001, **kap. 3.5**), men som følge av gode betingelser for individbaserte elgstudier ble prosjektet utvidet med nye delprosjekter i påfølgende år (**Tabell 1.1**). Disse hadde andre problemstillinger og databehov, men kunne også dra nytten av det stadig mer omfattende materialet som var innsamlet i foregående delprosjekter. I 2023 kan vi dermed se tilbake på snau 32 år med kontinuerlig forskningsaktivitet i elgbestanden på Vega, samt mye ny kunnskap med relevans for hjorteviltforvaltning generelt og norsk elgforvaltning spesielt (**vedlegg 6.1**).

I rapporten ønsker vi å vise de viktigste resultatene fra denne forskningen, samt gi en oversikt over hva vi har utført av aktiviteter på øya i studieperioden (1992-2021). Dette er informasjon



som bygger på de langt mer omfattende vitenskapelige artiklene og rapportene fra prosjektet (**Tabell 6.1**). Men siden disse kan være tungt tilgjengelige (på engelsk) velger vi her å presentere resultatene uten for mange statistiske elementer og forbehold. En slik forenkling har også sine begrensninger, og for en utdypende presentasjon av resultatene henviser vi derfor til de vitenskapelige arbeidene (**vedlegg 6.1**).

**Tabell 1.1.** *Elgprosjektet på Vega er delt inn i ulike delprosjekter med sine spesifikke problemstillinger og forskningsspørsmål. I tabellen viser vi prosjektperioden og de viktigste problemstillingene som var belyst. Resultatene fra de ulike delprosjektene bygger vanligvis på data fra alle foregående år og blir gjerne først publisert etter at prosjektperioden er over (se kap. 6.1 for publikasjoner fra hele studieperioden).*

| Periode   | Prosjekt   | Problemstilling og forskningsspørsmål  |
|-----------|--|--|
| 1992-1999 | Effekter av rette avskyting på elgbestanden på Vega          | I hvilken grad medfører skjeve kjønnsrater endringer i parringstidspunkt og -evne, og hvordan påvirker dette kalvingstidspunkt, kalveproduksjon, og kroppsvekst?   |
| 2000-2008 | Variierende livshistorie og demografi i en jaktet elgbestand | Hvordan varierer elgens vekt, reproduksjon og dødelighet gjennom livet og mellom individer, og hva kan best forklare denne variasjonen?<br><br>I hvilken grad påvirker jakta elgens vektutvikling og reproduksjon?   |
| 2006-2018 | Romlig dynamikk i en elgbestand                              | Hvordan og hvorfor bruker elgen de ulike landskapselementene (habitatene) i ulike deler av døgnet og året, og hvordan påvirker jakt (og frykt) denne bruken?   |
| 2009-2015 | Genetiske forhold og evolusjonære prosesser I                | Hvor nært beslektet er individene i en (isolert) elgbestand og i hvilken grad er innavl en begrensende faktor for kroppsvekst, overlevelse og reproduksjon?<br><br>Hvor mye varierer det genetiske bidraget fra ulike individer til neste generasjon?<br>Hva særmerker individer med ulik suksess? |
| 2016-2021 | Genetiske forhold og evolusjonære prosesser II               | I hvilken grad er elgen på Vega utsatt for naturlig seleksjon og jaktseleksjon, og hvilke egenskaper selekteres det for?<br><br>I hvilken grad er de selekterte egenskapene arvbare, og hva kan bli de langsiktige, evolusjonære konsekvensene av dagens seleksjonsmønster?                        |

I rapporten presenterer vi også en rekke nyere resultater som ennå ikke er vitenskapelig publisert, og som derfor bør betraktes som 'foreløpige'. Dette gjelder spesielt resultater som bygger på estimer over elgens bestandsstørrelse og bestandsstruktur, blant annet fordi bestandsestimatene delvis bygger på data som innsamles i etterfølgende år. På Vega estimerer vi bestandsstørrelsen basert på antall, kjønn og alder på elg som merkes, felles, eller dør av andre årsaker, og ved å bruke det genetiske slektskapet mellom individer. Fordi de genetiske analysene gjennomføres med flere års mellomrom, vil det imidlertid alltid foreligge en viss usikkerhet omkring siste års bestandsestimater, inntil oppdaterte slektskapsdata foreligger. I skrivende stund gjennomføres det slektskapsanalyser for individer som er prøvetatt de siste 8-11 årene, og vi kan

ikke utelukke at dette materialet, når det foreligger, vil føre til mindre endringer i bestandsanslagene.

Avslutningsvis diskuterer vi resultatene vi har oppnådd i studieperioden samt hvordan prosjektet best kan utvikles i årene som kommer. Mange av resultatene er unike i den forstand at de krever et studiedesign som kun er mulig å oppnå under svært kontrollerte betingelser – som på Vega. Med mye historiske data og erfaringer fra mange års drift, er det derfor ønskelig å fortsette prosjektet med samme grunnleggende utforming som tidligere (dvs. individbaserte data fra radio-merket elg). Samtidig er prosjektet ressurskrevende og til tider vanskelig å drifte og finansiere – og Vega utgjør et relativt lite representativt miljø for elgen i Norge. Det er derfor alltid et spørsmål hvorvidt begrensede forskningsressursene kan benyttes bedre i andre områder, og til å besvare forvaltningsspørsmål som er mer relevante for andre typer elgbestander enn hva vi finner på Vega (eks. trekkproblematikk, predasjon og næringsbegrensning). En annen faglig innretning på prosjektet må derfor vurderes.



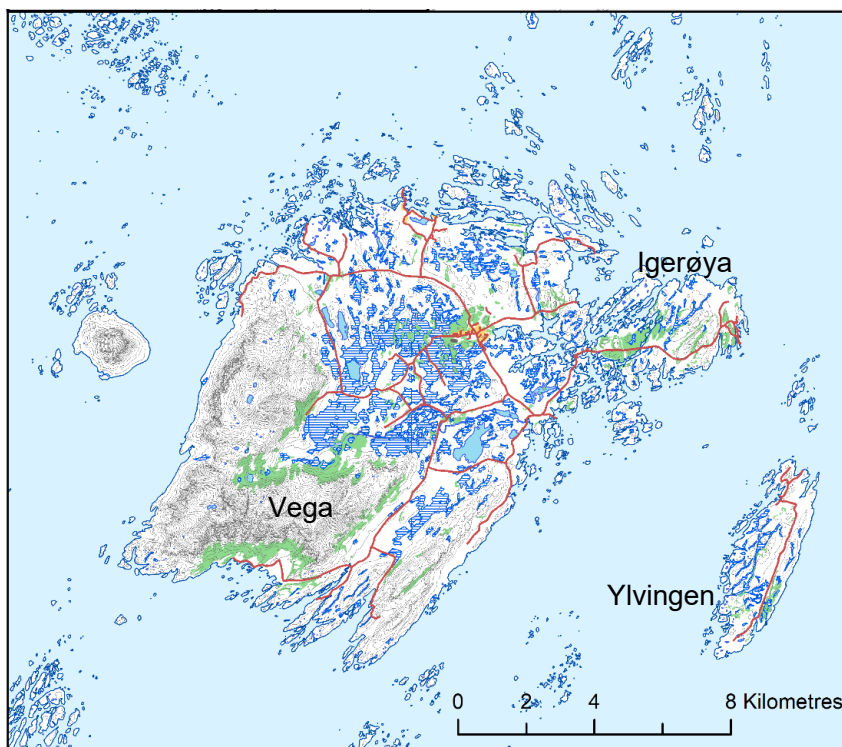
*Elgen assosieres ofte med storskogen, men finner seg også til rette i det åpne kystlandskapet i Trøndelag og Nord-Norge. Disse to elgoksene tester badetemperaturen på Hestmannøy på Heggeland (Foto: Thor Harald Ringsby).*

## 2 Materiale og metode

### 2.1 Studieområde

Vega er en øykommune på Helgelandskysten i Nordland fylke (**Figur 2.1.1**). Vega er den største øya i kommunen etterfulgt av Ylvingen og Igerøya. Vega og Igerøya er adskilt av et smalt sund og forbundet med en bro, og utgjør en samlet enhet på ca. 130 km<sup>2</sup>. Ylvingen ligger mellom Vega og fastlandet og er mindre i utstrekning (ca. 6-7 km<sup>2</sup>). Alle tre øyene har fast tilstedeværelse av elg, men med mindre det presiseres, er det kun elgbestanden på Vega og Igerøya som omhandles i rapporten. Videre i rapporten benevnes denne bestanden som bestanden på Vega eller på hovedøya, mens bestanden i Vega kommune også inkluderer elgbestanden på Ylvingen.

Naturmiljøet på øyene er preget av landbruksaktivitet og tidligere tamdyrbeiting (krøtter og småfe). Som følge av redusert beitebruk og annen utmarksutnyttelse (ved, torv) de siste 50-70 årene, er utmarka nå i ferd med å vokse igjen med skog, som tilbyr mat og skjul for elg og rådyr. I nyere tid er det også observert et fåtall hjort på Vega, men det er usikkert om disse har etablert seg permanent. Med unntak av mennesker, finnes det ingen større rovdyr på øya. Omkring 1500 mennesker bor i kommunen.



**Figur 2.1.1.** Øyene Vega, Igerøya og Ylvingen i Vega kommune på Helgelandskysten. Grønne areal er skog, blå skraverte areal er myrområder og hvite areal er bart fjell og lyngheier delvis igjengrodd med trær og busker. Røde linjer antyder offentlige veier. Fjellarealene i sør og vest (grå høydekoter) befinner seg for en stor del over tregrensa og benyttes i liten grad av elgen.

#### 2.1.1 Vegetasjons- og habitattyper

I år 2000 og 2003 ble arealfordelingen av ulike vegetasjons- og arealtypene på øya kartlagt og klassifisert med hensyn til beiteverdi for storfe (Angeloff et al. 2004). I alt ble det registrert 41 ulike vegetasjons- og arealtypene og hver av disse ble vurdert til å ha henholdsvis god, middels eller lav beiteverdi. Selv om elgens diett og beitevaner skiller seg noe fra storfe, er beiteverdien av de ulike arealtypene på sommeren relativt like for begge arter. Generelt sett øker beiteverdien med økende næringsinnhold i jorda, og i en viss grad også med økende fuktighet. Slike forhold gir gode vekstbetingelser for blåbærlyng og større urter, som er høyt prefererte beiteplanter for elgen i sommerhalvåret. I tillegg er det høyere antall busker og trær av bjørk og vier på arealer med høy beiteverdi i skog. Disse treartene er viktige beiteplanter for elgen både på sommer (lauv) og vinteren (kvist), og antyder at arealenes beiteverdi for storfe for en stor del sammenfaller med beiteverdien for elg.

Basert på klassifiseringen i Angeloff et al (2004) utviklet vi 9 grove habitattyper basert på beiteverdien for storfe (med mindre justeringer), samt graden av skjul (skog, åpent) i den aktuelle arealtypen (**Tabell 2.1**). Til forskjell fra storfe, som stort sett er uforstyrret av menneskelig aktivitet, er elgen et villt dyr som foretrekker å oppholde seg i skogen eller i andre uforstyrte områder dersom den kan finne tilstrekkelig mat der. Det betyr likevel ikke at elgen aldri bruker åpne områder. Ofte er det mye tilgjengelig mat i nærheten av folk og følgelig er det langt fra uvanlig å se elg som beiter på innmarka på Vega. Elgen kan også oppholde seg i andre åpne områder tett på bebyggelsen, særlig i den mørkere delen av døgnet.

I **Tabell 2.1** viser vi de 9 habitattypene på Vega med hensyn til vegetasjons- og arealtype, samt deres beiteverdi, skjulmuligheter, arealfordeling og grad av menneskelig forstyrrelser. Sistnevnte er vist som antall bygninger og kilometer veg pr. kvadratkilometer areal av den gitte habitattypen. De to vanligste habitattypene (Habitattype 1 og 3) dekker 58 % av Vega og består av lavproduktive, åpne områder med lav til middels beiteverdi, lite skjul og lav grad av menneskelig forstyrrelser (**Tabell 2.1**). Det aller meste av hovedøya har derfor relativt lav verdi som beitearealer, men på grunn av lav menneskelig forstyrrelser kan de tilby mindre forstyrrede oppholdsområder for elg. Skogen (habitattype 2, 4 og 6) utgjør kun 15 % av totalarealet (**Figur 2.1.1**), hvorav skog med høy beiteverdi dekker kun 5 prosentpoeng. I tillegg er det 7,6 km<sup>2</sup> med eng og beitevoller i utmark med høy beiteverdi (habitattype 5), og 13,1 km<sup>2</sup> med landbruksmark (habitattype 7). Sistnevnte arealtype blir også benyttet som beitearealer av elgen og vil i store deler av sommerhalvåret ha en høy beiteverdi (**Tabell 2.1**). I habitattype 5 og 7 har imidlertid elgen lite skjul og begge typer er assosiert med mye menneskelig forstyrrelser. For nærmere beskrivelse av naturmiljøet på Vega, se Sæther et al. (2001), Sviland (2001), Tremblay et al. (2007) og Herfindal et al. (2009).

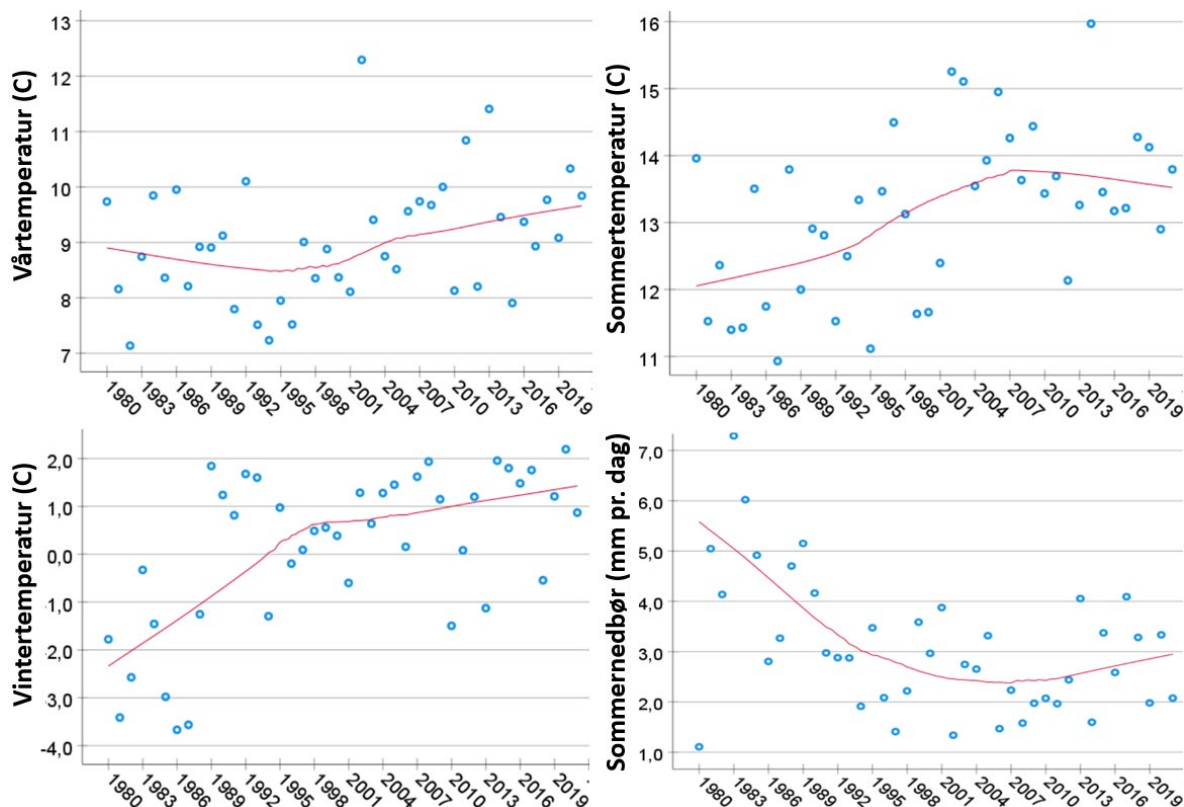
**Tabell 2.1.** Habitattyper (Hab. type) på Vega klassifisert i forhold til beiteverdi og skjulmuligheter for elg. Areal angir samlet areal for habitattypen, mens % viser prosentandelen habitattypen utgjør av hele arealet på hovedøya. En stjerne (\*) antyder at habitattypen preges av relativt mye menneskelig forstyrrelser (høy tetthet av bygninger og veg).

| Hab. type | Beiteverdi     | Skjul | Beskrivelse   | Areal (km <sup>2</sup> ) | %    | Bygninger pr. km <sup>2</sup> | Km veg pr. km <sup>2</sup> |
|-----------|----------------|-------|---|--------------------------|------|-------------------------------|----------------------------|
| 1         | Lav            | åpen  | Frostmark, Lavhei, Alpin fukthei, Kyslynghei, Røsslynghei, Rismyr, Blautmyr | 56,1                     | 43,4 | 1,0                           | 0,4                        |
| 2         | Lav            | skog  | Lav og lyngrik skog (hovedsaklig furu og bjørk), Fattig sumpskog, myrskog   | 8,8                      | 6,8  | 5,1                           | 1,0                        |
| 3         | Middels        | åpen  | Snøleie, Reinrosehei, Rishei, Grasmyr, sump                                 | 19,4                     | 15,0 | 1,7                           | 0,8                        |
| 4         | Middels        | skog  | Blåbærskog, Engfurskog, Fuktskog  | 4,5                      | 3,5  | 1,3                           | 1,0                        |
| 5         | God*           | åpen* | Lågurt og høgstaudeeng, Fukt- og strandenger, Beitevoll                     | 7,6                      | 5,9  | 36,4                          | 3,6                        |
| 6         | God*           | skog* | Engbjørkeskog, Oreskog, Rik sumpskog  | 6,3                      | 4,9  | 15,8                          | 2,4                        |
| 7         | Innmark*       | åpen* | Innmark for grasproduksjon  | 13,1                     | 10,1 | 12,9                          | 4,4                        |
| 8         | Ferskvann      | åpen  | Innsjø, bekker og elver   | 2,6                      | 2,0  | 0,0                           | 0,1                        |
| 9         | Uprod. areal * | åpen* | Bebygd areal, bart fjell, grus/sand, ur/blokkmark                           | 11,0                     | 8,5  | 18,7                          | 1,4                        |

## 2.1.2 Vær og klima

Klimaet på Vega er preget av nærheten til havet, med milde vintre og relativt kjølige somre. Antallet dager med snø på marka er få og snødekket blir sjeldent særlig dypt. I likhet med resten av landet (og verden) har det på Vega også vært betydelige klimaendringer de siste 40 årene. Gjennomsnittstemperaturen har økt, antallet snødager har sunket og vekstsesongen er betydelig lenger. På begynnelsen av 1980-tallet var vekstsesongen i gjennomsnitt 150 dager, men har de siste 10 årene vært omkring 15 dager lengre (www.met.no, **Figur 2.1.2**).

I **Figur 2.1.2** viser vi utviklingen i temperatur og nedbør i utvalgte perioder i kommunen. Verdiene er beregnet av værmodeller som estimerer gjennomsnittlig daglig temperatur, nedbør og snødybde innenfor en 1 x 1 km kartoppløsning i hele landet (Saloranta 2016, Lussana et al. 2019). Modelldata bygger på værobservasjoner fra et stort nettverk av meteorologiske stasjoner kombinert med ulike statistiske interpolasjonsmetoder. I analysene benyttet vi kun data fra områder under tregrensa.



**Figur 2.1.2.** Variasjon i temperatur og nedbør på vår (mai-juni), sommer (juli-august) og vinter (desember-april) i Vega kommune. Temperatur er målt som gjennomsnittlig daglig temperatur, mens nedbør er målt som gjennomsnittlig nedbør pr. dag i de gjeldene sesongene. Trendlinjene er estimert ved bruk av lokal regresjon (Lowess).

## 2.2 Radiomerking og merkeprosedyrer

Elgprosjektet på Vega startet i 1992 og har pågått i alle år siden. Ved oppstart merket vi de aller fleste elgene på hovedøya med radiosender og unike øremerker, og i nesten alle påfølgende år har vi radiomerket nye kalver og innvandrende elger til øya. Før merking ble alle elgene immobilisert av en godkjent veterinær ved bruk luftgevær og injeksjonspiler (se Arnemo et al. 2003, 2004 for medikamentbeskrivelse). De aller fleste elgene ble immobilisert (bedøvet) etter påskyting fra helikopter vinterstid (**Figur 2.2.1**), men et fåtall elger er også immobilisert fra bakken i sommerhalvåret. Sistnevnte er mer arbeidskrevende og forbundet med større risiko for dyret enn ved bruk av helikopter.

Prosedyrene for merking vinterstid er grovt sett som følger: Merkeområdet gjennomføres med helikopter inntil det observeres en elg som er aktuell å merke. Ideelt sett bør elgen oppholde seg på en relativt åpen flate før den kan påskytes. Hvis dyret står vanskelig til for merking, velger vi vanligvis å avbryte for heller å fokusere på dyr som er lettere tilgjengelig. Det er ikke uvanlig at helikopteret benyttes til å styre elgen i ønsket retning. Elgen viser generelt liten frykt for helikopter når det befinner seg på god avstand, men begynner gjerne å bevege seg når det kommer nærme. Vanligvis tar selve påflygingen under 1 minutt, og påskyting av dyret skjer innenfor en avstand av 5-15 meter. Etter påskyting med injeksjonspil stiger helikopteret til stor høyde hvorpå elgen overvåkes inntil den legger seg. Elgen legger seg vanligvis i løpet av 4-6 minutter. Dersom elgen ikke har lagt seg etter 10-15 minutter, gjentas prosedyren med en ny dose medikamenter.



**Figur 2.2.1.** De fleste elgene på Vega er merket etter at dyret først ble påskutt med bedøvelsespil fra helikopter. Her er det en elg som skal merkes etter at tidligere påsatt sender har sluttet å virke. Legg merke til pilen som står bak på ryggen. Foto: Ole A. Davidsen.

Etter at elgen er immobilisert, blir dyret merket med radiohalsbånd. Voksne dyr (1,5 år +) blir påsatt halsbånd med fast omkrets (individuell tilpasset det enkelte dyr), mens kalver (< 1 år) blir påsatt ekspanderende halsbånd. Sistnevnte er for å ta høyde for at kalven vokser mye i størrelse fram til voksen alder. I tillegg blir elgene påsatt plastøremerker for identifisering av dyret dersom senderen senere skiftes eller faller av.

Fra dyret tar vi en rekke kroppsmål (skulderhøyde og lengde på fram- og bakfot) og innhenter biologiske prøver for helseovervåking og annen vitenskapelig bruk. Disse inkluderer blodprøver, hårprøver, møkkprøver, og vevsprøver (fra øret) for genetiske analyser (**Figur 2.2.2**). Dyrene blir også veid i nett under helikopteret (**Figur 2.2.3**), og i deler av studieperioden ble elgene drektighetsundersøkt ved rektalpalpasjon (se Solberg et al. 2003, **kap. 3.14**).

I tillegg til klinisk overvåking av elgen under merkearbeidet, overvåker vi kroppstemperatur, respirasjon, puls og oksygenmetning. Det tar normalt ca. 30 minutter fra dyret er immobilisert til elgen er ferdig merket og alle mål og prøver er innhentet. Deretter setter vi en sprøyte med motgift som reverserer effekten av bedøvelsen. Reversering av bedøvelsen tar normalt 1-5 minutter. Vi kontrollerer alltid at dyret er oppe og går før vi forlater det permanent.



**Figur 2.2.2.** Lokal medarbeider og kontaktperson, Ole A. Davidsen, tar vevsprøve fra øret på en immobilisert elg under feltarbeid på Vega. Fra vevsprøvene hentes det ut DNA som siden benyttes til å avklare genetiske slektskapsbånd mellom elgene i bestanden. I tillegg til radiosender utstyres elgene med et nummerert plastmerke i hvert øre. Foto: NINA.



**Figur 2.2.3.** Elgen veies rutinemessig i et nett under helikopteret når den merkes og re-merkes. Foto: NINA.

## 2.2.1 Ulike typer radiohalsbånd

I starten av prosjektet merket vi elgene med VHF-sendere påmontert halsbåndet. Disse sender et unikt radiosignal (på 142. og 152. MHz-båndet) som kan fanges opp av en håndholdt mottaker innenfor en viss avstand (avhengig av topografi). Elgene kan deretter lokaliseres ved krysspeiling, og kan oppsøkes i terrenget ved å peile seg inn mot senderen. Vi benyttet denne metoden til å studere utstrekningen av dyrenes hjemmeområde, elgkyrnes kalveproduksjon og dyrenes overlevelse i ulike deler av året. Metoden er imidlertid arbeidskrevende, og posisjonenes nøyaktighet er relativt lav ( $\pm 100$  meter, Sæther et al. 2001).

Dette endret seg etter at vi tok i bruk GPS-radiohalsbånd på starten av 2000-tallet. Disse kan registrere og lagre et stort antall, nøyaktige ( $\pm 5-10$  meter) GPS-posisjoner, og siden sende disse direkte til en lokal mottaker, eller via mobiltelefonnettet eller satellitt til en ekstern datamaskin. På Vega merket vi de første elgene med GPS-halsbånd i 2004, og snart etter ble dette standarden for alle nye elger merket i prosjektet. Alle posisjonsdata ble lagret i senderne og i tillegg sendt fortløpende via mobiltelefonnettet (eller satellitt) til en datamaskin ved NINA i Trondheim. GPS-radiohalsbåndet er også utstyrt med VHF-sender, og i en del tilfeller også en funksjon for registrering av dødelighet (dødsvarsel). Sistnevnte utløses dersom senderen er inaktiv (ikke beveger seg) i mer enn 12 timer. Dette skjer vanligvis kun dersom dyret har omkommet eller hvis halsbåndet har falt av dyret.

I 2022 merket vi for første gang 3 elger med kamerahalsbånd. Dette er et GPS-radiohalsbånd, med tilhørende funksjoner, men der et videokamera er montert i fremre del av batteriboksen (**Figur 2.2.4**). Videokameraet er rettet framover og kan forhåndsprogrammeres til å filme videosekvenser av varierende varighet på angitte tidspunkt. Kerasenderne ble påmontert 3 voksne okser i januar 2022 og ble benyttet til studier av elgens beiteplantepreferanser påfølgende sommer (se **kap. 3.14.1**).



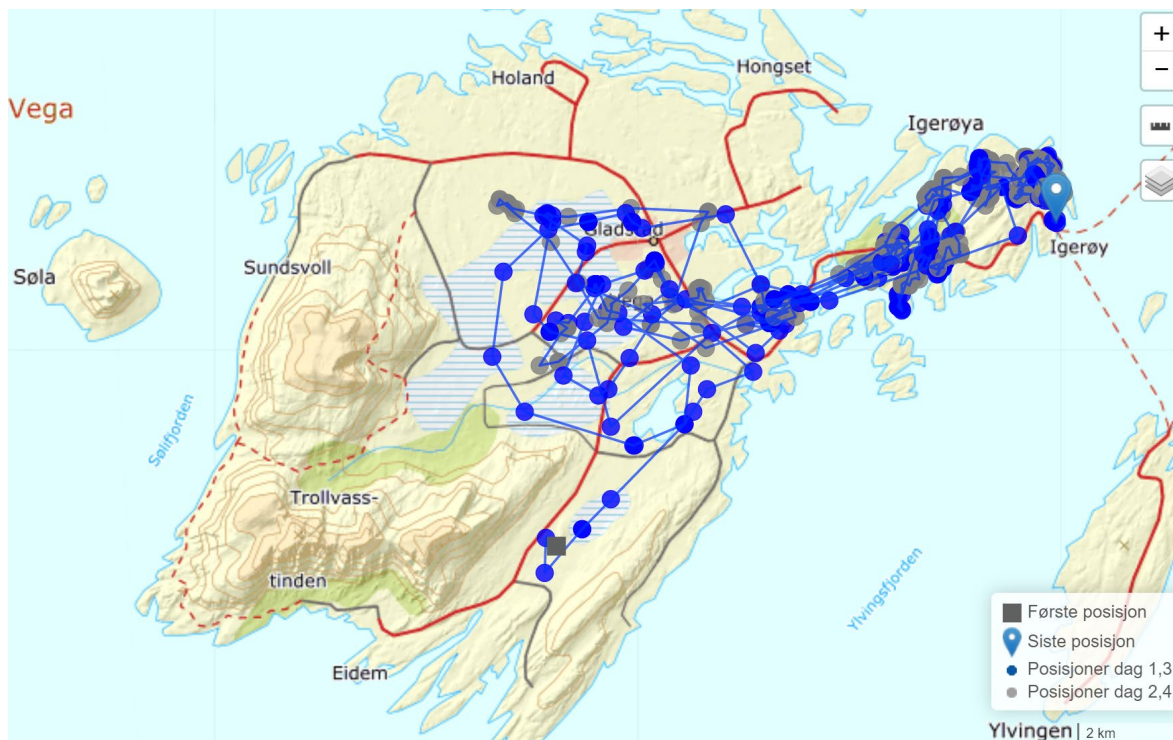
**Figur 2.2.4.** Elgku påmontert radiohalsbånd med videokamera. Dyret er merket i Trøndelag. Foto: Christer M. Rølandsen.

De ulike radiohalsbåndene varierer i vekt, størrelse og form. VHF-halsbåndene er relativt små, og veier omkring 700 gram, mens GPS-halsbåndene veier mellom 1,4 - 1,7 kg. Videohalsbåndene er noe tyngre og veier opp til 2,2 kg. Vekten avhenger av størrelsen på batteripakken og dermed hvor lenge senderne vil virke før halsbåndet må byttes. De tyngste GPS-halsbåndene benyttes hovedsakelig på voksne individer (7D-batteri), mens kalvene gjerne får et halsbånd med mindre og lettere batteri (5D-batteri). Alle individene er minst 7 måneder gamle før de



merkes med radiohalsbånd, og veier da normalt mellom 120 og 200 kg. Halsbåndet veier derfor normalt mindre enn 1 % av vekten på elgen som bærer det.

Posisjonene til de GPS-merkede elgene på Vega oversendes fortløpende til NINA i Trondheim (1-2 ganger om dagen) og legges deretter tilgjengelig for innsyn på web-portalen «Dyreposisjoner» ([www.dyreposisjoner.no](http://www.dyreposisjoner.no), **Figur 2.2.5**). Innsynsløsningen er åpen for alle, men for å hindre unødvendig forstyrrelse av dyrene, vises posisjonene med en forsinkelse på 14 dager. Representanter for villforvaltning og -forskning kan etter forespørsel få tilgang til dyrenes posisjoner umiddelbart etter at de er registrert i databasen.



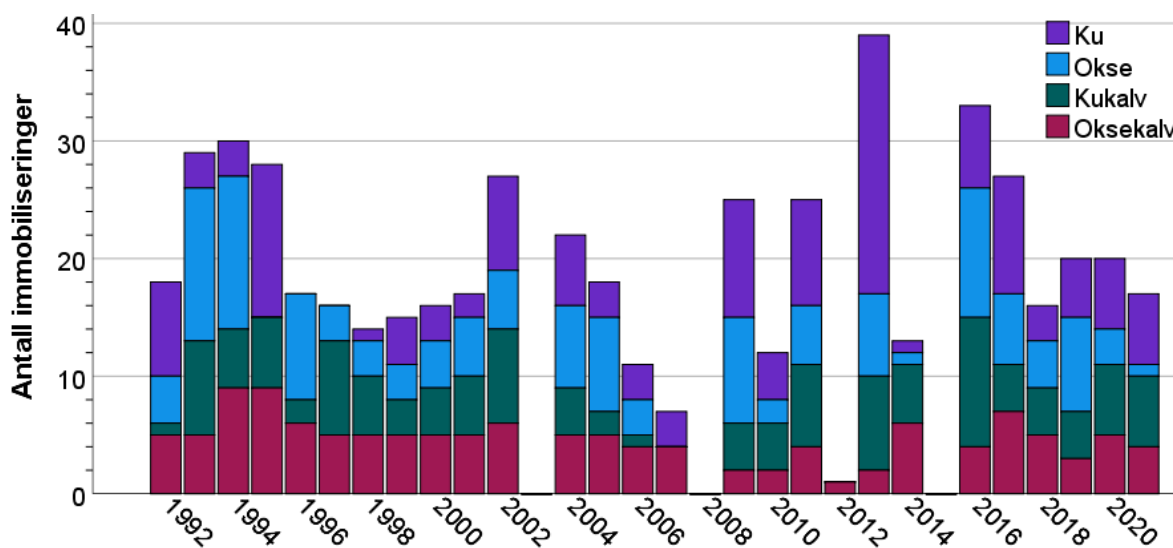
**Figur 2.2.5.** Skjermdump fra [www.dyreposisjoner.no](http://www.dyreposisjoner.no). Posisjonene viser bevegelsene til okse 1655 på Vega i perioden 11/9-11/10 2022.

## 2.2.2 Merkehistorikk

Ved oppstart av prosjektet vinteren 1992, registrerte vi 24 dyr i bestanden. Av disse ble 18 immobilisert og radiomerket ved bruk av helikopter, og ytterligere 2 (åringsku og okse) ble merket fra bakken den påfølgende sommeren (og en okse ble bemerket). To av de gjenværende umerkede dyrene ble senere skutt under jakta samme år, mens de 2 siste, og alle nye kalver ble radiomerket vinteren 1993. På det tidspunktet var alle elgene i bestanden på Vega merket.

I hver påfølgende vinter fram til 2002 radiomerket vi alle nye kalver og innvandrede elg i bestanden og skiftet radiohalsbånd på individer der radioen hadde sviktet eller halsbåndet hadde falt av. I tillegg nymerket vi 9 elger i sommersesongen i perioden 1993-1995 (1 åringsku, 6 åringsokser, 2 eldre okser) og brukte mye ressurser på å holde oversikt over alle individene i bestanden.

I de neste årene fortsatte vi å merke nye kalver på vinteren og skiftet sender på enkelte eldre individer. Vi investerte imidlertid mindre innsats i å lete etter innvandrere og mistet kontakt med noen individer som hadde mistet senderen. I tillegg fikk vi ikke til å merke elg i 2003, 2008, 2012 (en kalv forsøkt merket, men døde) og 2015 (**Figur 2.2.6**). Dette var som følge av vanskelige snø- og værforhold. De fire årene uten merking gjorde det vanskeligere å identifisere noen av mor-avkomrelasjonene, men de fleste av disse relasjonene er senere identifisert basert på genetiske analyse (se under).

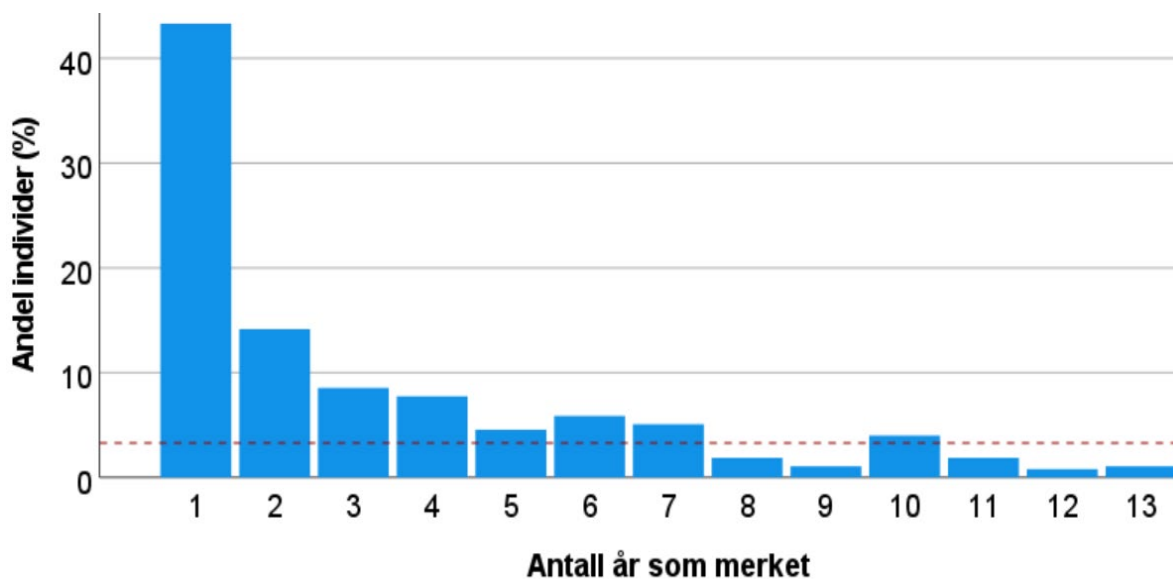


**Figur 2.2.6.** Antallet elg immobilisert på hovedøya (Vega og Igerøya) vinterstid i perioden 1992-2021, fordelt kjønn og aldersgruppe. Enkelte individer har blitt immobilisert flere ganger. I tillegg ble 13 individer immobilisert og merket sommerstid i perioden 1992-1995.

I løpet av perioden 2003-2010 begynte enkelte individer fra hovedøya (Vega) og fastlandet å etablere seg på øya Ylvingen i Vega kommune (**Figur 2.1.1**). Også tidligere er det registrert elg på Ylvingen, men ikke permanent. Under telling og merking i 2009 registrerte vi 23 dyr på Ylvingen og merket 2 av dem (ku og kukulv). Kua var født på hovedøya og merket 9 år tidligere som kalv. Året etter registrerte vi minimum 30 elg, hvorav 25 individer ble merket (9 kyr, 6 okser og 10 kalver). Vi merket også elg på Ylvingen i 2011 (5 okser, 9 kalver) og 2013 (6 okser, 3 kyr og 2 kalver), men ikke i senere år. Oppfølging av de radiomerkede individer antyder at brorparten oppholdt seg permanent på øya. I perioder har enkelte av elgene som ble merket på Vega oppholdt seg på Ylvingen, og det er sannsynlig at noen også har reproduisert der. De siste årene har antallet elg på Ylvingen trolig variert mellom 10 og 25 individer, men som følge av ufullstendige tellinger er antallet usikkert.

I løpet av hele perioden 1992-2021 har vi gjennomført 598 immobiliseringer av elg i Vega kommune, fordelt på 374 unike elger (1,6 immobiliseringer pr. dyr). Av disse gjennomførte vi 533 immobiliseringer vinterstid (**Figur 2.2.6**) og 13 i sommersesongen, fordelt på 324 unike elger på hovedøya. På Ylvingen gjennomførte vi tilsvarende 52 immobiliseringer av totalt 50 unike elger. Det høyeste antallet immobiliseringer av enkeltindivider var 2 okser som ble immobilisert 8 ganger hver over en periode på 8 og 9 år, mens 2 andre okser ble immobilisert henholdsvis 7 og 6 ganger. For elgkyr har vi 2 individer som ble immobilisert 5 og 6 ganger hver. Særlig i starten av studieperioden var det flere dyr som ble immobilisert ofte. Dette var delvis fordi vi ønsket å studere oksenes vektutvikling med økende alder, og dels fordi radiosenderne hadde kortere levetid enn hva som er tilfelle i senere tid.

I studieperioden (1992-2021) bar elgene i gjennomsnitt et radiohalsbånd og/eller et øremerke i 3,3 år, hvorav 4,1 år for kyr og 2,5 år for okser (**Figur 2.2.7**). Antall år er her antallet avsluttede aldersår (dvs. en kalv som merkes på vinteren og blir skutt som åring 8 måneder senere, har gått med øremerke i ett aldersår). Alle elgene får et øremerke og et radiohalsbånd når de merkes, men fordi enkelte elger kan miste halsbåndet, og deretter gå uten halsbånd i ett eller flere år, er antallet år med radiohalsbånd noe lavere. Rekorden holdes av 3 elgkyr som bar radiohalsbånd og/eller et øremerke i 13 år, mens ytterligere 2 elgkyr var merket i 10 og 12 år (**Figur 2.2.7**). Oksene opplever et høyere jakttrykk og lever av den grunn kortere. Likevel fulgte vi 2 okser som var merket i henholdsvis 10 og 11 år. Den andre ytterligheten utgjøres av til sammen 162 individer (43 %) som kun var merket i ett år. Dette var hovedsakelig kalver som ble merket på vinteren og som ble skutt som åringsdyr påfølgende høst.



**Figur 2.2.7.** Prosentandelen individer merket i Vega kommune ( $n = 374$ ) fordelt på antallet år de har vært merket (med radiohalsbånd og/eller øremerke) i perioden 1992-2021. Stiplet rød linje antyder gjennomsnittlig antall år som merket (3,3 år).

### 2.2.3 Elg død under merking

Immobilisering av elg fra helikopter vinterstid er raskt og effektivt, og synes å ha en minimal effekt på dyrenes velferd og livsutfoldelse (Solberg et al. 2011). Så langt har vi ikke registrert synlige effekter av merkingen på dyrenes kroppsvekst og reproduksjon, og det samme synes å gjelde for effekten av å bære et radiohalsbånd gjennom hele livet (Solberg et al. 2011). Men vi har mistet dyr under merking og ett dyr har omkommet i de første dagene etter merking. I de førstnevnte tilfellene er det hevet over tvil at vår merkeaktivitet har vært årsaken, mens sistnevnte tilfeller kan skyldes andre forhold.

Totalt har 3 individer mistet livet som følge av selve merkeaktiviteten. Den første var en 3 år gammel okse som i januar 2004 ble påskutt inne på øya, men som i løpet av innsøvningsfasen (induksjonstiden) beveget seg ut til sjøen hvor den la på svøm og druknet. Deretter mistet vi en oksekalv under merking i 2012 og en kupalv i 2016. Førstnevnte la seg i en vannpytt i innsøvningsfasen og druknet før vi rakk å heise den ut, mens sistnevnte falt utenfor en skrent og brakk nakken. I det siste tilfellet var kalven ennå ikke påskutt med pil, men vi finner det sannsynlig at det var merkeaktiviteten som lå til grunn for at elgen falt utfor og døde.

I tillegg har vi ett tilfelle der en elg omkom i løpet av fem dager etter merking. Dette var en ku som ble funnet drivende død i sjøen vinteren 2022, dager etter at den var merket av oss. Kua framsto i god form da vi forlot den, men vi kan ikke utelukke at det var senvirkninger av merkeaktiviteten som gjorde at den druknet kort tid etter. I andre tilfeller der elgen har omkommet innenfor den første måneden etter merking, har vi konkludert med at elgene mest sannsynlig døde av andre årsaker enn merkingen.

Alt i alt betyr dette at kun 3 elger har dødd på Vega i studieperioden som en direkte følge av merkeprosessen. Fordelt på 598 immobiliseringer, tilsier det en dødelighet på 0,5 % under merking. Til sammenligning fant Arnemo et al. (2004) en merkerelatert dødelighet på 0,7 % etter 1898 immobiliseringer av elg i Norge som helhet. I sistnevnte studie var dødelighetsårsaken hovedsakelig overdosering av dyr i dårlig kondisjon eller drukning i induksjonsfasen. Sammenlignet med andre viltarter som regelmessig merkes i forsknings- og forvaltningsøyemed, er elgen lite utsatt for å dø under merking. Den merkerelaterte dødeligheten for rovdyr som ulv (3,4 %), jerv (2,8 %) og gaupe (3,9 %) er langt høyere, mens merking av brunbjørn er på nivå med elg (0,9 %) (Arnemo et al. 2006).

## 2.2.4 Andre hendelser forårsaket av radiohalsbåndet

Til tross for at halsbåndet synes å ha liten effekt på elgens generelle velferd, kjenner vi også til noen tilfeller av ulykker og ubehag som skyldes halsbåndet. Det mest graverende tilfellet var da 2 radiomerkede okser på høsten i 2016 ble funnet druknet i en dreneringsgrøft på Vega ([Elgokser med GPS-halsbånd druknet \(nina.no\)](#)). Den ene oxen hadde heftet geviret fast i halsbåndet til den andre under hva som sannsynligvis var slåsskamp dem imellom, og deretter falt i grøfta og druknet (**Figur 2.2.8**). Basert på sporloggen fra GPS-senderne hadde oksene møttes rett før ulykken og i umiddelbar nærhet var det også en annen radiomerket okse og en radiomerket elgku. Dette var midt i elgens brunstperiode, når oksene konkurrerer om tilgang til reproduktive elgkyr.



**Figur 2.2.8.** To elgokser funnet døde etter å ha falt i en grøft og druknet. Foranledningen var sannsynligvis en brunstkamp, men der den ene oxen uheldigvis heftet geviret fast i radiohalsbåndet til den andre. Foto: Tomas Rautila.

Ved tre andre anledninger har vi opplevd at halsbåndet kunne ha skadet elgen. I 1992 fikk en elg frambeinet innenfor et ekspanderende halsbånd slik at båndet ble sittende bak albuen. Elgen ble immobilisert fra bakken 8 dager senere og halsbåndet byttet (Solberg et al. 2011). Senere har vi observert to tilfeller av at en okse har heftet halsbåndet over geviret, sannsynligvis før dette var utvokst (eks. **Figur 6.3.1**). Da oksene ikke framsto nevneverdig hemmet, ble det i samråd med lokal viltneimnd besluttet å avvente tiltak i påvente av den forestående jaktseasonen. Oksene ble deretter skutt uten synlige slitasjemerker fra radiohalsbåndet. I alle tilfellene var det representanter fra lokalbefolkningen som tipset våre feltmedarbeidere om de aktuelle elgene.

Et siste tilfelle omfatter en okse som i 2010 opplevde en viss pelsslitasje som følge av at radiohalsbåndet hadde rotert slik at batteri og radio befant seg på nakken (skal normalt henge under strupen). Slitasjen var på nedre venstre side av nakken og kan ha vært forårsaket av halsbåndet direkte, eller ved at oxen har gnidd eller klødd seg mot et tre eller lignende. Hårafallet var moderat og slitasjen hadde ikke ført til åpent sår (Solberg et al. 2011).

Utover dette har vi med unntak for noe innsunket pels, ikke funnet tegn til pelsslitasje eller gnagsår i nakke/strupeområdet hos elg merket med radiohalsbånd på Vega. Flere av elgene er imidlertid registrert med hårafall og sår på andre deler av kroppen. Det vanligste er hårafall i lyske og 'armhuler' og sår på for- og bakbein. Dette gjelder både for elg som er merket og

nymerket. Den konkrete årsken til disse sårene er ukjent, men kan ha oppstått i forbindelse med at elgen forserer gjerder og lignende i kulturlandskapet på Vega (Solberg et al. 2011).

## 2.3 Oppfølging av merkadyr gjennom året

Individer med VHF-sendere ble radiopeilet til ulike tider av året og merkadyr som blir felt eller døde av andre årsaker ble registrert. Tilsvarende registrerte vi kalveproduksjonen til radiomerkede elgkyr gjennom hele studieperioden (**Figur 2.3.1**). Antallet kalv pr. ku registreres på våren, rett etter kalving, og på høsten, rett før jaktstart. Fordi elgen kan produsere både 1, 2 og unntaksvis 3 kalver, beregnet vi to indekser på kalveproduksjonen: Kalveandelen (andel kalv av alle ku og kalv) og tvillingandelen (andel tvillingproduserende kyr av alle kyr med kalv/kalver). Blant tvillingproduserende kyr inkluderer vi også elgkyr observert med trillingkalver (**Figur 2.3.1**). Disse indeksene er også et indirekte mål på elgens kondisjon i bestanden ettersom kalveproduksjonen hos elg er nært knyttet til kroppskondisjonen (eks. Sæther & Haagenrud 1985). Tvillingandelen er ansett å være et særlig godt indirekte mål på elgens kondisjon og elgbestandens produktivitet.



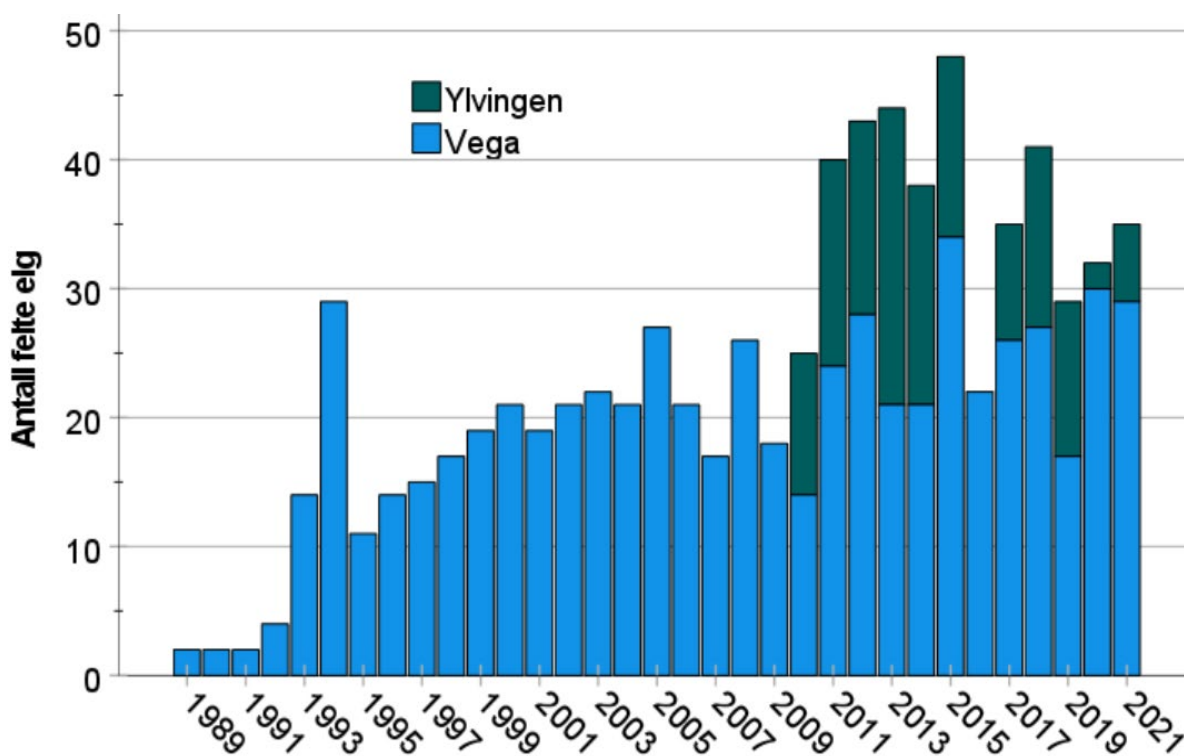
**Figur 2.3.1.** Elgku 1658 med trillinger i juni 2022. Ku med trillingkalver er observert fire ganger på Vega (i 2011, 2015, 2021 og 2022) og utgjør omkring 0,9 % av alle elgkyr registrert med kalv. Foto: Ole A. Davidsen.

## 2.4 Jakt og jaktmateriale

I 1989 ble det åpnet for elgjakt i Vega kommune, og i hvert år siden er det felt elg i jaktseasonen. Totalt er det registrert 774 felte elger i kommunen (1989-2021). Årlige fellingstall har variert fra 2 (1989-1991) til 48 (2015, **Figur 2.4.1**). Jaktuttaket er jevnt over høyest på hovedøya (totalt 635 felte elg fram til 2021) og inntil 2009 var det kun tillatt å jakte elg i denne delen av kommunen. Som følge av mer permanent tilstedeværelse av elg på Ylvingen, ble det åpnet for jakt på øya i 2010. Det ble da skutt 11 elg samme høst og i de påfølgende årene varierte uttaket mellom 0 og 23 dyr (totalt 139 felte elg fram til 2021). Høyest var uttaket i 2013 (**Figur 2.4.1**).

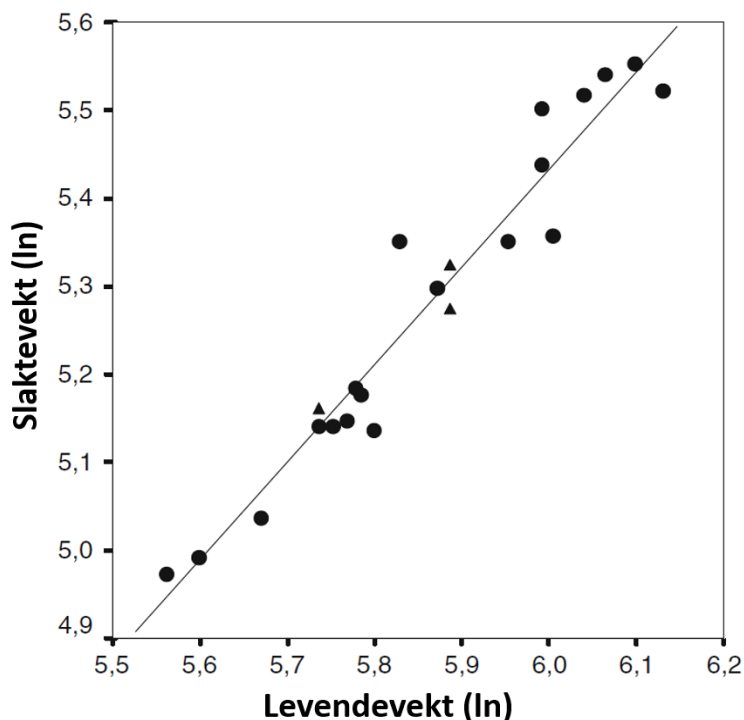
Siden 2012 har jaktseasonen vart fra 25. september til 23. desember, mens den tidligere (1989-2011) varte fra 25. september til 31. oktober. I de fleste årene har jaktlagene på Vega valgt å utsette jaktstarten til begynnelsen av oktober. For alle elgene som felles registrerer jegerne kjønn og alderskategori (kalv, åringsdyr og voksent dyr), og for de fleste felte individene på hovedøya har vi også fellingsdato (n = 614, 97 %) og eksakt alder (n = 608, 96 %). De fleste elgene i Vega kommune felles i oktober (93 %), og det meste av jaktuttaket består av kalv (52 %).

Kommunen rapporterer hvert år antallet felte elg til Statistisk Sentralbyrå ([www.ssb.no](http://www.ssb.no)). I tillegg registreres jaktuttaket på vald og jaktfeltnivå i Hjorteviltregisteret ([www.hjorteviltregisteret.no](http://www.hjorteviltregisteret.no)). I kommunen er det to jaktvald, ett på hovedøya (Vegajakt SA) og ett på Ylvingen (Ylvingen elg-vald). Valdet på hovedøya har vært inndelt i 2-4 jaktfelt, mens valdet på Ylvingen består av ett jaktfelt. Antallet felte elg registrert i Hjorteviltregisteret er lavere enn antallet rapportert til SSB – spesielt i den første delen av studieperioden. Dette skyldes at felte elg i hjorteviltregisteret kun registreres for jaktfelt og dager med registrert jaktinnsats (se **kap. 2.4.1**).



**Figur 2.4.1.** Antall elg felt i Vega kommune i perioden 1989-2021, fordelt på Vega og Ylvingen.

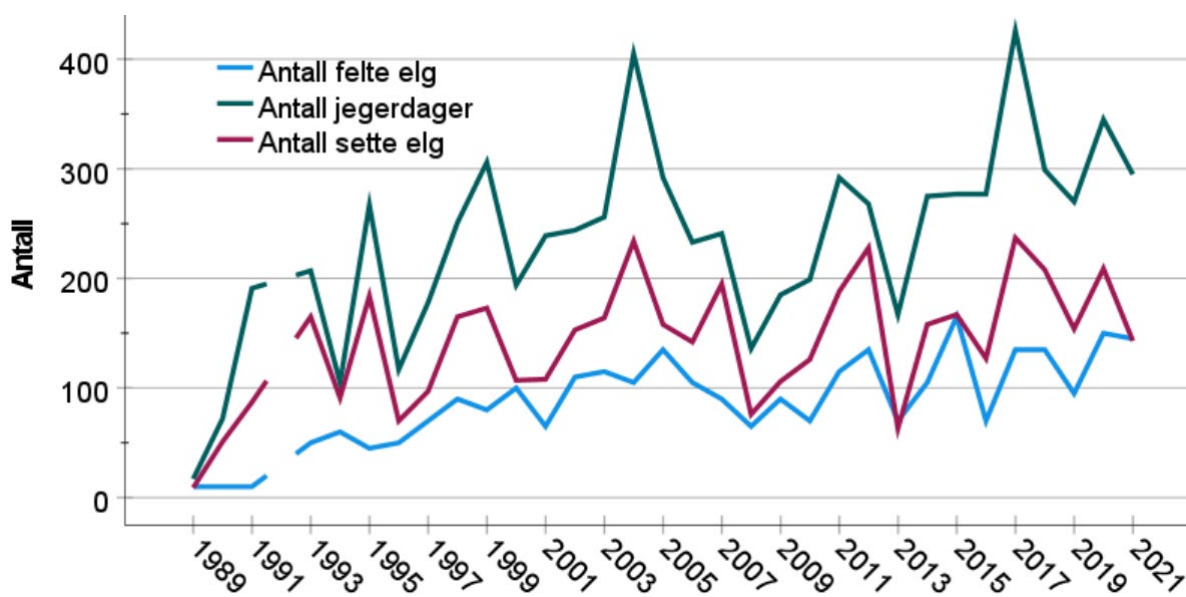
Nesten alle elgene som er felt på hovedøya er veid (n = 598, 94 %) og det samme gjelder for elg felt på Ylvingen (n = 131, 94 %). Vekta er standard slaktevekt, som er dyret etter at hode, skinn, leggbein, blod og innvoller er fjernet (Langvatn 1977). Avhengig av alder og kjønn utgjør slaktevekten omkring 50-56 % av levendevekten (Wallin et al. 1996, Solberg et al. 2008, **Figur 2.4.2**). Fra slaktet tas det også vevsprøver for genetiske analyser (**kap. 2.6**) og i perioder har det vært innsamlet eggstokker for fruktbarhetsanalyser. Elgens alder beregnes fra tidspunktet dyret ble merket som kalv, eller basert på tannsnitt etter at dyret er felt eller funnet død av andre årsaker (Rolandsen et al. 2008).



**Figur 2.4.2.** Slaktevekt i forhold til levendevekt for 22 ett år og eldre okser (sirkler) og kyr (trekanter) på Vega. Levendevekt er beregnet som vekten rett etter at elgen er skutt. Alle vektene er logaritmetransformert (ln). Slaktevekten øker isometrisk med levendevekten ( $b = 1,11$ , 95 % CI: 0,98-1,24) og utgjør omtrent 56 % av levendevekten for begge kjønn. Tilpasset etter Solberg et al. 2008.

### 2.4.1 Sett elg-data

I tillegg til antall felte elg registrerer elgjegerne i Vega kommune antallet elg observert under jakta (sett elg-data). Observasjonene er fordelt på kalv, okse, ku uten kalv, ku med 1 kalv, ku med 2 eller flere kalver, og ukjente elg. Sistnevnte er individer som ikke er mulig å identifisere nærmere enn til art (elg). I tillegg rapporteres jaktinnsatsen som sum antall dager jaktet av hver jeger (antall jegerdager) og sum antall timer jaktet av hver jeger (antall jegertimer). Alle sett elg-data ligger nå tilgjengelig i Hjorteviltregisteret. Basert på sett elg-data kan forvaltningen beregne indekser på utviklingen i bestandstetthet (antall elg sett pr. jegerdag, antall elg felt pr. jegerdag), kjønnsrate (antall sett ku pr. okse) og rekruttering (antall sett kalv pr. ku, andel ku med kalv, andel kalvku med tvillingkalv).



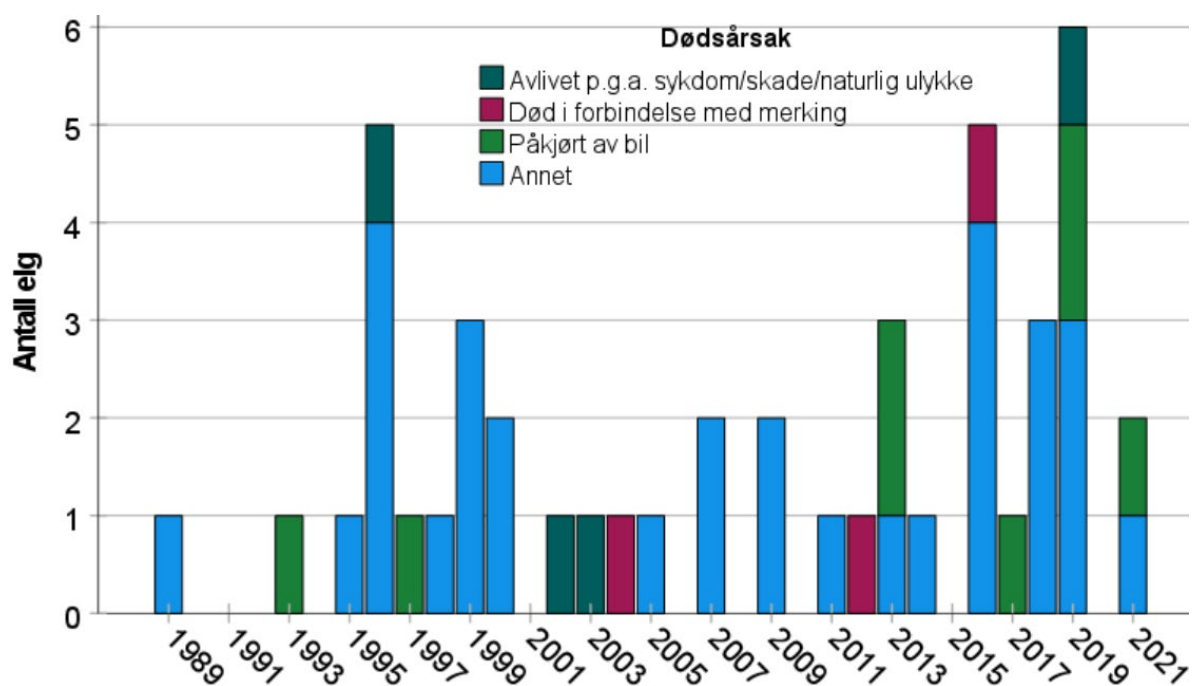
**Figur 2.4.3.** Registrert antall jegerdager og antall elg sett og felt (multiplisert med 5) på dager med registrert jaktinnsats på Vega i perioden 1989-2021. Ingen data ble registrert i 1992.

I løpet av perioden 1989-2021 er det registrert sett elg-data i alle år utenom 1992, men ikke alltid fra alle jaktfelt og fra alle jaktdager. Siden oppstart har det vært en betydelig økning i antall jegerdager og observasjoner registrert (**Figur 2.4.3**). I 2018 ble sett elg-instruksen endret til at alle observasjoner av elg skulle registreres, også observasjoner av elg som var sett av samme eller andre jegere på jaktlaget tidligere samme dag (disse ble kansellert ved tidligere instruks). Dette kan ha ført til flere registrerte elgobservasjoner etter 2018, med den følge at tetthetsindeksen, «antall elg sett pr. jegerdag», ikke er direkte sammenlignbar med indeksverdiene beregnet før 2018 (Solberg et al. 2022).

## 2.5 Dødelighet utenom jakt

På samme vis som ellers i landet er jakta den viktigste dødsårsaken for elgen på Vega. I tillegg registreres det et fåtall elg som omkommet av andre årsaker. Dette er dyr som er påkjørt og drept i trafikken (eller avlivet etter kollisjon) eller som har omkommet av andre ukjente årsaker. Fordi elgene er merket vil de aller fleste døde elger bli funnet og registrert. Dette gjelder i mindre grad kalver som dør i sommerhalvåret, da disse først blir merket seinere, ved 7-9 måneders alder.

I perioden 1989-2021 har vi registrert 46 elg omkommet av andre årsaker enn jakt i Vega kommune (**Figur 2.5.1**). Åtte av disse ble påkjørt av bil, 4 døde i forbindelse med merking (ytterligere én i 2022, se **kap. 2.2.3**), 4 ble avlivet som følge av sykdom og ulykker, mens de resterende 30 døde av andre årsaker. I sistnevnte gruppe inngår de 2 oksene vist i **Figur 2.2.8** (i 2016). I tillegg har vi registrert enkelte okser som er funnet døde etter brunstkamp, og elgkyr som har omkommet som følge av komplikasjoner under kalving. I ett tilfelle ble det også funnet en elg drivende død i sjøen relativt langt fra Vega (**kap. 6.3**). Elgen prøvde muligens å utvandre fra øya og druknet i forsøket. Elger er imidlertid gode til å svømme og flere andre individer har med suksess utvandret fra Vega til fastlandet i studieperioden (se **kap. 3.2**).



**Figur 2.5.1.** Antall elg døde av andre årsaker enn jakt i Vega kommune i perioden 1989-2021, fordelt på årsak.

Elgen kan også pådra seg ulike skader og infeksjoner som ikke nødvendigvis fører til at de dør. Dette gjelder særlig for okser som under brunsten kjemper om tilgangen til reproduktive elgkyr. Slike skader oppdages gjerne først etter at dyrene er skutt, og flådd. Fordi individene er



radiomerket, har vi også hatt muligheten til å oppdage og følge utviklingen til enkelte syke eller skada individer. Et eksempel på dette er vist i **Figur 2.5.2**.



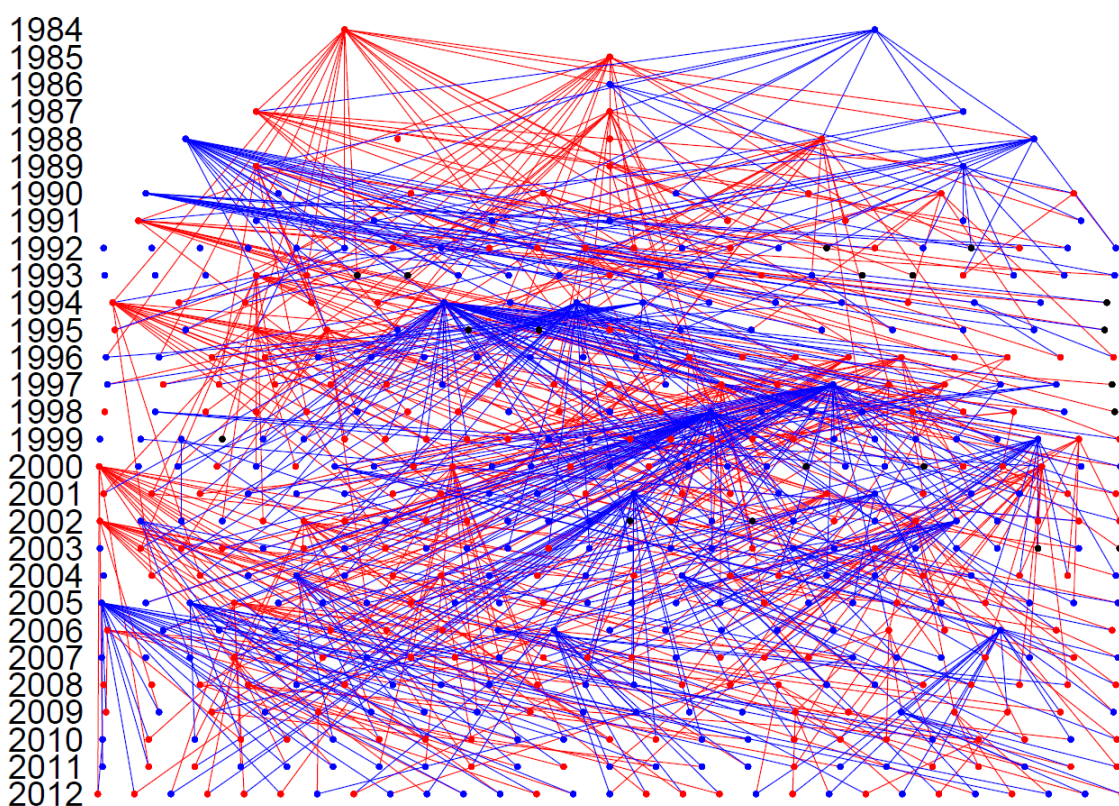
**Figur 2.5.2.** På Vega vil de aller fleste elgene dø av en kule, mens kun et mindre antall dør av andre (naturlige) årsaker. Elger er likevel robuste dyr og mange vil friskne til etter sykdom og skader. Vinteren 2022 registrerte vi at okse 1665 oppholdt seg innenfor et unormalt lite område, og ble der observert med en stor svulstlignende utvekst ved høyre øye. Atferden antydte at dyret var delvis blindt, men etter hvert ble bevegelsesmønsteret normalisert, og nye observasjoner antydte at det som sannsynligvis hadde vært en infeksjon, var borte. Her er oxen fotografert høsten 2022, tilsynelatende frisk og rask. Men høyre øye gikk tapt. Foto: Ole A. Davidsen.

## 2.6 Genetiske analyser

Fra nesten alle elgene som ble merket, skutt eller funnet døde av andre årsaker på Vega har vi vevsprøver og/eller blodprøver som kan benyttes til å isolere DNA for slektskapsanalyser og analyser av genetisk variasjon. I løpet av studieperioden har vi gjennomført tre slektskapsanalyser, og en fjerde er underveis. Den første var basert på materialet innsamlet fram til 1999 (Sæther et al. 2001), og baserte seg på såkalt DNA-fingerprinting (Sæther et al. 2001). Deretter gjennomføre vi en ny slektskapsanalyse av individer som levde i bestanden fram til henholdsvis 2012 (Haanes et al. 2013) og 2015 (Ofstad et al. 2020). Begge var basert på bruken av 22 DNA-mikrosatellitter som genetiske markører (Haanes et al. 2013). Den fjerde analysen inkluderer data fra elg prøvetatt i perioden 2010-2020. I denne benytter vi en såkalt SNP-

analyse til å genotype individene (Ross et al. 2014). SNP-analyser har en rekke fordeler framfor mikrosatellittanalyser på grunn av høyere oppløselighet (Putman & Carbone 2014) som derfor gir mer presise slektskapsdata, og ofte til en lavere kostnad. Resultatene fra denne analysen er forventet publisert i 2024 (R. Kiviö upubliserte data). I de genetiske analysene inngår kun elger som er minst 4 måneder gamle (dvs. kalver som har overlevd fram til jaktseasonen).

Fra det genetiske materialet beregnet vi slektskapsbåndene mellom de ulike elgene på Vega (et slektstre, **Figur 2.6.1**), samt graden av innavl og bestandens genetiske variasjon (Haanes et al. 2013). Som følge av et høyt antall genetiske markører (DNA-mikrosatellitter), kunne vi skille selv mellom nært beslektede individer, og kvaliteten på materialet ble ansett som høy (Haanes et al. 2013). For eksempel ble hele 93 % av alle mor-kalv-relasjoner basert på feltobservasjoner (under jakt og merking) bekreftet i de genetiske slektskapsanalysene (Haanes et al. 2014). Sammenlignet med elgbestanden på fastlandet fant vi at elgen på Vega hadde betydelig færre genetiske varianter og lavere genetisk variasjon (Haanes et al. 2014). Dette kan forklares med at Vega-bestanden ble grunnlagt av få individer (2-3) og at kun et fåtall individer har innvandret etter dette (**kap. 3.2**).



**Figur 2.6.1.** Eksempel på slektskapsbånd mellom elger på Vega (slektstre). Blå og røde prikker viser henholdsvis hanndyr og hunndyr, og årstallet (venstre akse) viser året de ble født. Linjene mellom prikker viser foreldre-avkom-relasjoner. Enkelte individer er svært produktive (mange utstrålende linjer). Dette er hovedsakelig elger som oppnådde høy alder og dermed fikk anledning til å reprodusere i mange påfølgende år. Prikker uten synkende linjer er individer som har omkommet (eller utvandret) før de rakk å rekruttere en kalv (dvs. en kalv som overlevde fram til jakta). Prikker som ikke er koblet til en linje er enten innvandrere eller individer vi ikke har vært i stand til å knytte genetisk til et annet individ på Vega.

De genetiske relasjonene mellom individer ble også benyttet til å beregne reprodutiv suksess (antall kalver produsert) for ulike okser og kyr i bestanden. For elgkyr kan antallet kalver bestemmes basert på observasjoner av mor og kalv under merking (eller jakt), men som påpekt

over er slike relasjoner ikke alltid pålitelige (eksempelvis fordi kalven følger feil ku under merking). For oksene har vi ingen slike koblinger da oxen ikke deltar i omsorgen for kalven.

Slektstreet utviklet for elgen på Vega er også benyttet til å beregne graden av innavl (individuell innavlskoeffisient ( $f$ ) og heterozygositet (MLH)), og analysene antyder at graden av innavl er relativt høy (Haanes et al. 2013). Innavl uttrykker i hvilken grad genene et individ har mottatt fra mor og far har lik avstamning (er i slekt). Dersom foreldrene er nære slektninger, kan skadelige enkeltmutasjoner fra begge havne hos avkommet, med mulig negative konsekvenser for overlevelse og reproduksjon (se kap. 3.11). Dette kalles gjerne innavlsdepresjon.

## 2.7 Bestandsestimering

Vi beregnet elgens bestandsstørrelse på Vega før (24. september) og etter jakt (31. desember) ved å summere alle kjente radiomerkede dyr som var i live på det aktuelle tidspunktet (Sæther et al. 2007). I tillegg inkluderte vi alle kalver som ble skutt i løpet av jaktseasonen (inngår kun i førjaktbestanden) eller som ble merket påfølgende vinter. Dette er individer som er født på Vega og som minst levde fram til jaktseasonen startet (25. september). Vi har også flere eldre, umerka individer som er registrert skutt i jaktseasonen eller som ble merket påfølgende vinter. Dette er individer som enten har innvandret til Vega som åringsdyr eller 2-åring, eller som er født på øya, men som ikke ble merket som kalv. Dyr i sistnevnte kategori var spesielt vanlige i årene etter de fire årene uten merking på øya (se kap. 2.2.2). Alle disse individene ble inkludert i bestandsestimatet før jakt i det aktuelle året, men ikke nødvendigvis i tidligere år (se under).

De fleste av dyrene som er skutt eller merket som voksne har vi etterskuddsvis vært i stand til å aldersbestemme basert på tannsnitting og telling av vekstsoner i framtennene (Langvatn 1977), og dermed vet vi også når de er født og hvor lenge de maksimalt kan ha vært til stede i bestanden. Hvor lenge de som et minimum har vært i bestanden, er vanskeligere å avklare. Dette er fordi de kan ha innvandret til Vega i voksen alder og dermed ikke er født på øya. For disse individene gjorde vi som følger:

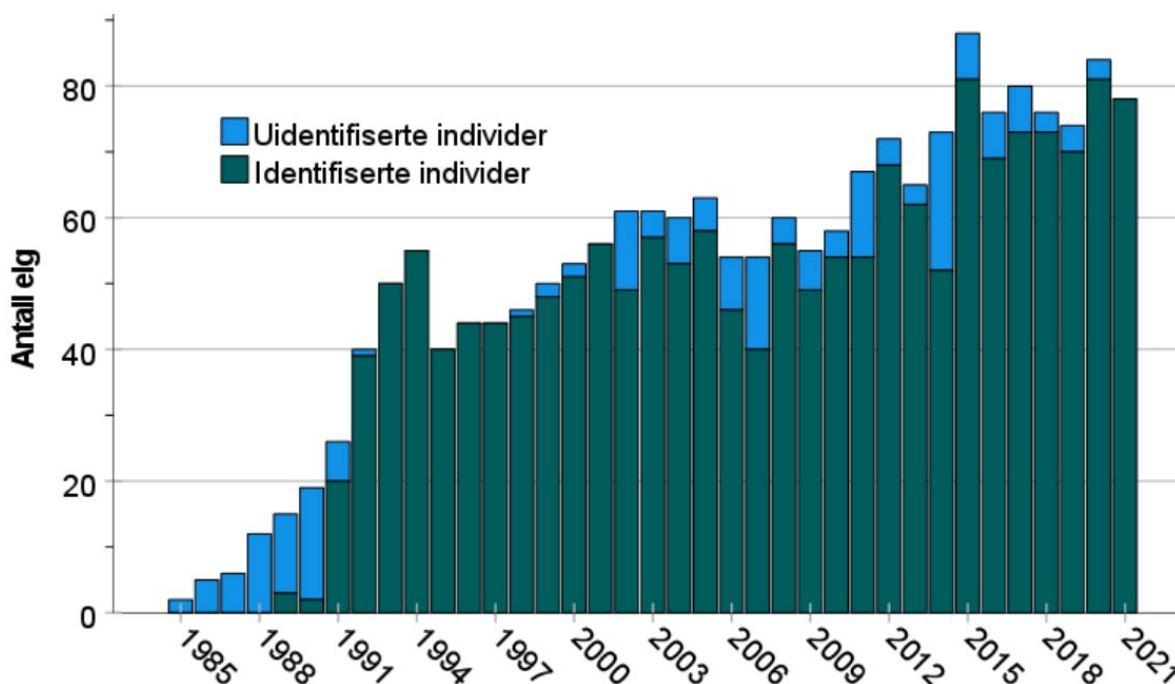
- Dersom individene under merking hadde en alder som stemte overens med at de var kalv i en av vintersesongene vi ikke gjennomførte merking (**Figur 2.2.6**), antok vi at disse individene var født på øya. Denne konklusjonen ble i de fleste tilfeller bekreftet ved at dyret koblet genetisk til en okse og en ku som var til stede i bestanden året før dyret ble født.
- Vi aksepterte også at dyret var født på øya i tilfeller der dyrets alder ikke stemte overens med manglende merkesesong, men der genetiske data antydde at dyrets mor var på øya i det aktuelle året. Vi antar at dette har vært et dyr som ikke ble observert under merking året dyret var kalv.
- Dersom dyrets alder ikke stemte overens med manglende merkesesong, og dyret ikke var mulig å koble genetisk til kjente dyr i bestanden, antok vi at dyret var en innvandrer.

Hvis dyret ble definert som innvandrer antok vi at dyret ankom øya i sommerhalvåret (før 1. august) og at dette var i dyrets andre leveår (som ettåring). I praksis betyr det at alle innvandrere ankom øya før jaktseasonen og dermed var til stede i bestanden under brunsten. I enkelte tilfeller hadde vi også informasjon om dyrets ankomst til øya (basert på observasjon) og alder ved innvandring kunne da defineres mer nøyaktig.

I enkelte år har det også utvandret elg fra Vega, men uten at vi med sikkerhet vet når dette skjedde. Dette gjelder spesielt for dyr med VHF-halsbånd, da disse krever aktiv radiopeiling i felt for å lokalisere dyret. I flere tilfeller har disse utvandrerne først blitt registrert etter at de er skutt på fastlandet. I tillegg har vi et fåtall individer som er merket på Vega, men som vi har mistet kontakten med. Dette er dyr som kan ha utvandret fra Vega, og som ennå ikke er skutt, eller som har omkommet av andre årsaker. Dersom dyret bærer en ikke-fungerende VHF- eller GPS-sender, er det også en liten mulighet for at disse har omkommet på Vega, men ennå ikke er

funnet. Tatt i betraktning den relativt høye befolkningstettheten på øya, inkludert tilreisende turister og jegere, er det imidlertid lite sannsynlig at døde radiomerkede elger blir liggende uoppdaget over lengre tid, og uten at de rapporteres.

I beregningen fjernet vi fra bestanden alle utvandrende individer fra og med det tidspunktet de med sikkerhet forlot øya. Dette var enkelt for dyr med fungerende GPS-sendere (eks. **Figur 3.2.1**), og i tillegg hadde vi et fåtall individer med VHF-sendere som ble observert svømmende fra øya. For andre individer som ikke ble observert eller registrert (fra GPS-sendere) i selve utvandringstiden, antok vi at utvandringen skjedde første sommeren etter at dyret for siste gang var observert eller registrert på øya. Hos elg og andre hjortedyr er det først og fremst unge individer som utvandrer (sprer seg) og dette skjer vanligvis i sommerhalvåret (upubliserede data). I denne kategorien inkluderte vi også dyr vi har mistet kontakten med og som vi antar har utvandret, eller som har omkommet på øya (mindre sannsynlig).



**Figur 2.7.1.** Antall elg i bestanden på Vega rett før jakt (24. september) i perioden 1985-2021, fordelt på 'identifiserte' og 'uidentifiserte' individer. Identifiserte individer er radiomerkede elger, eller umerka elger som enten er felt i den påfølgende jaktperioden, fanget den påfølgende vinteren, eller som er funnet døde av andre årsaker før neste sommer. Uidentifiserte individer er senere identifiserte individer som med bakgrunn i genetisk slektskap og/eller alder, er antatt å ha vært i bestanden i et tidligere år. I 2003, 2008, 2012 og 2015 ble det ikke gjennomført merking, og av den grunn er det spesielt mange uidentifiserte individer i førjaktbestanden året før.

De voksne umerka individene og utvandrerne fra Vega skaper en viss usikkerhet i bestandsestimater i enkelte år. Denne usikkerheten er illustrert **Figur 2.7.1**. Her ser vi antallet dyr i bestanden som er fysisk observert (eks. skutt, funnet døde, merket, observert under kalving eller merking) eller indirekte identifisert (via GPS-sender, VHF-sender) i de enkelte årene (identifiserte individer), og hvilke individer vi ikke hadde slik informasjon fra (uidentifiserte individer). På tvers av år utgjorde de uidentifiserte individene omkring 11 % av bestanden, mens de i gjennomsnitt utgjorde 22 % av bestanden innen år. Den relativt høye gjennomsnittsverdien innen år skyldes den høye andelen uidentifiserte individer i årene før vi igangsatte merking av elg på øya (1985-1991). Basert på aldersanalyser av eldre dyr skutt etter 1989 er det likevel grunn til å anta at alle disse individene var på øya i den aktuelle perioden. Også slektskapsanalyser knytter mange av de uidentifiserte individene til bestanden i de aktuelle årene, men fordi enkelte av slektskapsbåndene er forbundet med usikkerhet (se **kap. 2.6**), har vi valgt å beholde dem som uidentifiserte

individer. Det er imidlertid gode grunner til å anta at alle de uidentifiserte individene i **Figur 2.7.1** faktisk var til stede i bestanden på det aktuelle tidspunktet.

## 2.8 Analyser av romlige data

Radiosender og GPS montert på halsbåndet gjør det mulig å lokalisere og registrere hvor merkede elger oppholder seg på ulike tider av døgnet og året. Posisjonen til dyret registreres som en geografisk koordinat (eks. UTM-koordinat) som kan kobles mot samme koordinat på et kart. Basert på flere posisjoner fra samme dyr kan vi så beregne innenfor hvilket området elgen velger å oppholde seg (hjemmeområde), hvor langt den beveger seg pr. tidsenhet (eks. meter pr. sekund), hvor den velger å føde kalven eller kalvene (kalvingsplassen) og hvilken habitattypen den benytter seg av (habitatbruk) og eventuelt foretrekker å være i (habitatseleksjon) i ulike deler av året. Alle disse målene er viktige parametere for å forstå elgens bruk av landskapet, og hvorfor enkelte elger har høyere overlevelse og reproduksjon enn andre. På Vega har vi gjennomført flere analyser av elgens habitatbruk (Tremblay et al. 2007, Herfindal et al. 2009, Ofstad et al. 2019, 2020).

I flere av disse analysene har vi benyttet data fra elg utstyrt med VHF-halsbånd (se **kap. 2.2.1**). I den forbindelse er det viktig å merke seg at nøyaktigheten av posisjonene (lokasjoner) vi får ved triangulering av VHF-sendere er betydelig lavere enn for posisjonene som nedlastes fra GPS-halsbåndene. Dette øker nødvendigvis usikkerheten som hefter ved resultatene fra analyser av VHF-data. I tillegg er elgene hovedsakelig triangulert på dagtid med den følge at resultatene kun viser elgens habitatbruk i den lyse delen av døgnet. Elgens habitatbruk på nattetid kan skille seg fra habitatbruken på dagtid, og særlig bruken av åpne habitattyper. Dette er sannsynligvis fordi elgen føler seg mindre eksponert og tryggere i ly av mørket og fordi graden av menneskelig aktivitet er lavere på nattetid enn på dagtid.

### 2.8.1 Hjemmeområde, habitatbruk og habitatseleksjon

Som en del av de romlige analysene estimerte vi et hjemmeområde fra hele eller deler av året for de ulike individene. Hjemmeområdet inkluderer lokasjonene (geografiske punkter) som er registrert for det enkelte dyret og viser innenfor hvilket område dyret har oppholdt seg i løpet av perioden. Fordi vi kun registrerer elgens lokasjoner ved et begrenset antall tidspunkt i døgnet (og året), kan vi likevel ikke være sikker på at dyret ikke har vært utenfor det estimerte området, og vi kan heller ikke være sikker på at dyret bruker alle deler av det definerte hjemmeområdet. For å ta høyde for denne usikkerheten er det utviklet en rekke metoder for å estimere dyrs hjemmeområder.

I våre analyser har vi benyttet to ulike metoder for å estimere hjemmeområdet: 100% minimum convex polygon (MCP 100%) og 90 % Brownian bridge density estimator (BB 90 %). MCP (100 %) inkluderer arealet mellom alle lokasjonene til det aktuelle dyret og antar implisitt at hele arealet innenfor hjemmeområdet er tilgjengelig for elgen (Horne et al. 2007, Silvy 2012). BB (90 %) er mer konservativ og inkluderer i større grad arealet mellom påfølgende lokasjoner og vektlegger områder hvor dyret er oftere. Slike hjemmeområder vil dermed kun vise hvor elgen oppholder seg med størst sannsynlighet, men utelater arealer den sjeldent bruker.

I løpet av året vil elgen bruke tilgjengelige habitattyper (**kap.2.1.1**) med ulik sannsynlighet. Ved å undersøke fordelingen av lokasjoner mellom de ulike habitattypene, kan vi få et mål på elgens *habitatbruk* i et område. Ofte vil elgen oppholde seg mest i de vanligste habitattypene fordi arealet av disse er større enn arealet av mindre vanlige habitattyper. Høy habitatbruk betyr imidlertid ikke at elgen foretrekker (selekterer) å være i disse habitattypene. For å finne hvilke habitattyper elgen foretrekker å være i, beregnet vi elgens *habitatseleksjon*. Denne måles som andelen tid brukt i en gitt habitattype delt på andelen areal denne habitattypen utgjør av alt tilgjengelig areal (eks. på hele øya eller i hjemmeområdet). En elg som bruker mye tid i en lite tilgjengelig arealtype, kan dermed sies å selektere denne arealtypen. Det motsatte er tilfelle for arealtyper som brukes lite, men som utgjør en stor andel av tilgjengelig areal.

Elgens habitatseleksjon kan variere mellom ulike geografiske nivå (geografisk skala). I utgangspunktet er elgen tilpasset et liv i boreale (nordlige) barskoger og lavalpine områder, og de aller fleste elger vil derfor etablere seg i nettopp dette biomet (og ikke i høgfjellet, eller i ørkener og tropiske skoger). Dette er hva vi kaller første-orden habitatseleksjon. Vega ligger innenfor dette biomet og følgelig finner elgen rimelig gode levebetingelser nettopp her.

Men også innenfor elgens prefererte biom vil levetilstandene variere (eks. varierende mattilbud og skjulmuligheter). Elgen vil derfor foretrekke å etablere sitt hjemmeområde (selektore) der levetilstandene er best. Dette er eksempel på en andre-orden habitatseleksjon, eller hva vi kaller habitatseleksjon på landskapsnivå. Som følge av slike preferanser vil arealfordelingen av habitattyper i hjemmeområdet gjerne skille seg fra arealfordelingen av habitattypene innenfor elgens tilgjengelige areal (eks. hele Vega). På Vega ser vi for eksempel at elgen helst legger hjemmeområdet sitt der konsentrasjonen av habitattyper med godt beitetilbud og gode skjulmuligheter er høyest. Det betyr ikke at elgen velger hjemmeområder med kun attraktive habitattyper. Ofte vil arealer med gode og dårlige habitattyper grense opp mot hverandre, og hjemmeområde må derfor også inkludere arealer med lite attraktive habitattyper for å tilfredsstille elgens samlede behov for mat og skjul i løpet av året.

Det tredje nivået for habitatseleksjon foregår innenfor hjemmeområdet (tredje-orden habitatseleksjon). Denne typen habitatseleksjon er antatt å være direkte relatert til elgens behov for mat og skjul. Med andre ord er det å anta at habitattypene som brukes mest i forhold til forekomst innenfor hjemmeområdet er de som kan tilby mest av mat og skjul per arealenhet. Det betyr likevel ikke at disse habitattypene alltid er de viktigste for elgens vekst, reproduksjon og overlevelse. Enkelte habitattyper kan være svært attraktive, men fordi de dekker kun små arealer, er de av minimal betydning for elgen. De viktigste arealtypene for elgen vil ofte være middels til høyt selekterte habitattyper som dekker store arealer innenfor hjemmeområdet (Bjørneraas et al. 2012).

## 2.9 Elgens livshistorie, demografi og bestandsdynamikk på Vega

Mange av studiene på Vega omhandler variasjonen i elgens livshistorie, demografi og bestandsdynamikk. Med livshistorie mener vi utviklingen i elgens vekst, reproduksjon og dødelighet gjennom livet, mens demografien beskriver og forklarer bestandens størrelse og sammensetning, samt komponenter som fruktbarhet, dødelighet og inn- og utvandring. Variasjonen i disse komponentene vil i neste omgang påvirke elgens bestandsdynamikk, som er hvordan bestandens størrelse og sammensetning varierer over tid og mellom områder. På Vega har vi samlet inn svært mye livshistorie- og demografiske data, og følgelig har vi også mye kunnskap om hva som styrer bestandens dynamikk.

I analyser av elgens livshistorie, demografi og bestandsdynamikk benytter vi ulike begreper med spesifikk betydning. I listen under beskriver vi noen av de viktigste:

**Bestandens maksimale (mulige) pr. capita vekstrate,  $r$ :** Bestandens pr. capita vekstrate når bestandstettheten er lav og bestanden ikke høstes (dvs. kun naturlig dødelighet).

**Bestandens observerte (endelige) vekstrate,  $\lambda$ :** Bestandsstørrelsen neste år ( $N_{t+1}$ ) delt på årets bestandsstørrelse ( $N_t$ ),  $\lambda = N_{t+1}/N_t$ . Bestanden øker når  $\lambda > 1$  og synker når  $\lambda < 1$ . Bestanden øker med 20 % pr. år når  $\lambda = 1,2$ . Kan også beregnes som  $\lambda = e^{b-d}$  (se under), forutsatt ingen netto innvandring.

**Bestandens pr. capita vekstrate,  $dN/dtN$ :** Antall avkom produsert pr. elg i løpet av ett år (**b**) minus antall døde pr. elg og år (**d**). Bestanden øker når  $b > d$  og synker når  $b < d$ . Bestanden øker med 20 % pr. år når  $b - d = 0,2$ . Dette forutsetter at det ikke er netto innvandring.

**Bestandsstørrelse,  $N$ :** Elgens bestandsstørrelse på Vega er antallet levende elgindivider som befinner seg på øya til enhver tid. Det vanligste er å estimere (anslå) bestandsstørrelsen rett før kalving eller jakt, og rett etter at jaktseasonen er over.

**Bestandstetthet:** Elgens bestandsstørrelse delt på arealet av leveområdet elgen har tilgjengelig. På Vega er elgens leveområde omkring 80 km<sup>2</sup> og bestandstettheten har i alle år vært mindre enn 0,7 elg pr. km<sup>2</sup>.

**Demografisk varians:** Tilfeldig variasjon i kalveproduksjon og overlevelse mellom individer som opptrer uavhengig av miljøforholdene.

**Dødelighetsrate:** Andelen elg som dør i løpet av en tidsperiode (sesong, år). Andelen kan beregnes for hele bestanden, eller innenfor kjønns og aldersklasser. Naturlig dødelighetsrate inkluderer kun individer som dør av andre årsaker enn jakt.

**Fruktbarhetsrate:** Antall kalv pr. ku i bestanden ved fødsel i et gitt år. Elgen kan først bli kjønnsmoden i sin andre høst, og føde kalv som 2-åring. Det vanligste er derfor å beregne fruktbarhetsraten basert på 2 år og eldre hunndyr. Tidvis inkluderes også ettårige hunndyr i denne raten (i nevneren). Slektskapsbåndet mellom mor og kalv bestemmes basert på avstand og atferd når dyrene observeres (under kalving, jakt og merking), eller basert på genetisk slektenskap. I førstnevnte tilfelle blir kua benevnt som sosial mor, mens hun i sistnevnte tilfelle benevnes genetisk mor.

**Fødselsrate:** Andelen kalv i bestanden rett etter kalving.

**Høstingsrate, H:** Andelen elg i førjaktbestanden som felles under jakt.

**Innvandring, I:** Elg som innvandrer til øya fra fastlandet eller en naboøy. Permanent utvandring og innvandring skyldes en prosess som kalles spredning (dispersal).

**Kalv pr. ku:** Antall kalv pr. ku i bestanden på ulike tidspunkt i kalvens første leveår. Antallet vil avvike fra fruktbarhetsraten som følge av jakt og naturlig dødelighet.

**Kalver pr. farskap:** Antall kalv produsert pr. individuell okse i et gitt år eller i løpet av livet. Til forskjell elgkua er oxen ikke involvert i omsorgen for kalven og farskapet må derfor bestemmes basert på genetisk slektenskap (genetisk far). Fordi slektskapsforholdet først kan avklares etter at kalven er skutt eller merket (som kalv eller eldre), vil antallet kalv pr. farskap være et minimumsestimat på antallet kalver produsert av oxen.

**Kalvkuandel:** Andelen 2 år og eldre elgkyr med en eller flere kalver på ulike tidspunkt i kalvens første leveår.

**Kjønns sammensetning:** Forholdet mellom hanndyr og hunndyr i bestanden. Det vanligste er å beregne kjønnsraten blant ett år og eldre individer. Denne kan angis som andel okser av alle voksne (1 år+) elg, eller som antall elgkyr pr. okse i bestanden.

**Kondisjon:** Elgens kroppsmasse og kroppreserver. Høy muskelmasse og store fettreserver gjør at elgen kan håndtere midlertidige dårlige leveforhold (eks. vinterstid), og at de kan avsette mye ressurser til reproduksjon (mange og store kalver). I mangel på bedre, praktisk gjennomførbare metoder, benytter vi stort sett aldersspesifikk kroppsmasse (kroppsvekt) som mål på elgens kondisjon.

**Kroppsvest:** Dyrets vektøkning i antall kilo eller prosent fra ett år til det neste. Den prosentvise kroppsvestken er høyest tidlig i livet og synker når dyret nærmer seg fullvoksen alder. På Vega er oksene og kyrne utvokst når de er henholdsvis 6-7 og 4-5 år gamle, i gjennomsnitt.

**Levendevekt:** Elgens vekt mens den lever. Denne måles gjerne etter at elgen er bedøvet under merking, og utføres ved å heise elgen i et nett under helikopteret. I tillegg kan levendevekten måles som vekten av elgen rett etter at den er skutt, og før den slaktes. En forutsetning er at lite blod har rent ut av dyret eller at blodtapet kan beregnes.

**Miljøvariasjon:** Tilfeldig variasjon i miljøet som berører hele bestanden eller grupper av individer på samme måte. Dette kan skyldes varierende værforhold som gjør at kyrne produserer spesielt mange kalver i enkelte år eller dør med større sannsynlighet om vinteren (eks. i svært snørike vintre).

**Overlevelseshetsrate:** Andelen elg som overlever fra ett tidspunkt til et annet (vanligvis over ett år). Kan beregnes som 1-D.

**Rekrutteringsrate:** Andelen kalv i bestanden rett før jakt.

**Reproduktiv verdi:** Reproduktiv verdi angir hvilken del av populasjonen som har størst betydning for framtidig vekst i bestanden, og måles som relativt antall avkom som gjenstår å bli født av individer i en gitt aldersklasse (bidraget til den framtidige bestandsveksten av et individ med en gitt alder). Unge individer har mange avkom som gjenstår å bli født, men har også lavere overlevelse enn eldre individer. I gjennomsnitt vil derfor unge individer kun ha en moderat høy reproduktiv verdi. Høyest reproduktiv verdi finner vi gjerne blant unge voksne som har

høy overlevelse og et langt reproduktivt liv framfor seg. I elgbestander kan vi opprettholde maksimal produksjon ved å høste individer med lav reproduktiv verdi (eks. kalver, ungdyr og hanndyr).

**Slaktevekt:** Elgens vekt etter at hode, skinn, innvoller (i buk og bryst) og nedre leggbein er fjernet (Langvatn 1977). På Vega utgjør slaktevekta omkring 56 % av levendevakta for ett år og eldre elg, mens slaktevekta for kalv sannsynligvis er nærmere 50 % av levendevakta.

**Tetthetsavhengighet:** Endring i vekstraten som følge av økende bestandstetthet. Etter hvert som bestandstettheten øker må individene i økende grad konkurrere om begrensede ressurser (som mat). Dette har konsekvenser for dyrenes vekst og reproduksjon, og i siste instans bestandens vekstrate (tetthetsavhengig næringsbegrensning). Tetthetsavhengighet kan også oppstå som følge av tetthetsavhengig høsting (eller predasjon). I slike tilfeller er det høstingsraten som øker med økende tetthet. Dette er den viktigste formen for tetthetsavhengighet i norske elgbestander.

**Tvillingandel:** Andelen kalveførende elgkyr med 2 eller flere kalver på ulike tidspunkt i kalvens første leveår.

**Utvandring, E:** Elg som utvandrer permanent fra bestanden (eks. svømmer til fastlandet eller en naboøy). Dette er gjerne unge individer.

**Økologisk bæreevne, K:** Øvre grensen for antall individer av en art (eks. elg) som kan leve i et gitt område over lengre tid.

## 2.10 Populasjonsgenetiske og evolusjonsøkologiske analyser

Den genetiske sammensetningen av ville bestander bestemmer deres evne til å tilpasse seg endringer i miljøet. Enhver form for høsting vil påvirke denne muligheten (Allendorf et al. 2008, Sæther et al. 2009, Frankham et al. 2010), og det er derfor viktig å kjenne til hvordan og hvor mye jakta påvirker elgbestanden på Vega og i resten av landet. To ulike prosesser kan påvirke den genetiske sammensetningen: Genetisk drift og ulike former for seleksjon (eks. naturlig seleksjon, seksuell seleksjon, jaktseleksjon).

### 2.10.1 Genetisk drift

*Genetisk drift* er forandring av den genetiske sammensetningen i en bestand som følge av tilfeldigheter. Ved høy genetisk drift kan viktig genetisk variasjon gå tapt fra bestanden. Størrelsen på den genetiske driften bestemmes av *den effektive bestandsstørrelsen*. Dette er bestandsstørrelsen der den genetiske driften er like stor som i en bestand med likt kjønnsforhold, tilfeldige parringen, konstant størrelsen og en familie-størrelse som følger en Poisson-fordeling (dvs. en ideell bestand). Disse forutsetningene er ikke oppfylt i noen vill bestand. Derfor er den effektive bestandsstørrelsen ( $N_e$ ) langt mindre enn antallet dyr som observeres i bestanden (Frankham 1995, Nunney 1995). Når den effektive bestandsstørrelsen er mye mindre enn den observerte bestanden ( $N$ ), betyr det at populasjonen utsettes for høy genetisk drift.

De gode demografiske dataene for elgen på Vega representerer en sjelden mulighet til å estimere den effektive bestandsstørrelsen i en vill dyrebestand. Vi estimerte forholdet mellom den effektive og observerte bestandsstørrelsen i henhold til Engen et al. (2005) som

$$\frac{N_e}{N} = \frac{1}{\sigma_d^2 T},$$

hvor  $\sigma_d^2$  er den demografiske variansen og  $T$  er generasjonstiden, dvs. gjennom-

snittsalderen til foreldre som produserte nyfødte kalver. En oversikt over hvordan disse til dels kompliserte beregningene gjennomføres i praksis er vist i Figur 1 i Lee et al. (2020).

### 2.10.2 Seleksjon

*Naturlig seleksjon* er mekanismen som gjør at en art kan tilpasse seg miljøet hvor den lever. Analyser av slike prosesser i ville bestander krever at man kan identifisere karakterer som gjør at noen individer blir bedre enn andre i stand til å føre sine gener videre til etterfølgende generasjoner. En annen forutsetning er at de karakterene som lager disse forskjellene mellom individene, må ha en arvbar komponent.



*Seksuell seleksjon* er en annen viktig prosess som påvirker egenskapene spesielt til hannene i en vill dyrebestand. Dette oppstår ved at individer med spesielle egenskaper blir mer attraktive for hunnene eller bedre i stand til å hindre at andre hanndyr får anledning til å pare seg. Både naturlig og seksuell seleksjon hos elg kan være påvirket av jakta. Dersom en høy andel av de største oksene blir skutt, kan det for eksempel være at kyrne må pare seg med okser som ellers ikke hadde fått mulighet til å bedekke ei ku. På samme måte kan uttak av tunge kyr med høyt demografisk bidrag (høy kalveproduksjon) påvirke hvor raskt elgen kan tilpasse seg endringer i miljøet, for eksempel som en følge av endringer i klima.

I Vega-prosjektet ønsket vi å skape et datagrunnlag for analyser av hvordan ulike typer seleksjon og genetisk drift påvirker egenskapene til individene i en elgbestand. Dette gjorde vi ved å analysere bidraget (antall kalver) fra et individ med en gitt egenskap til den totale reproduktive verdien i bestanden, i henhold til metoder utviklet av Engen et al. (2009, 2010, 2012, 2014). Deretter beregnet vi hvordan *fitness*, det vil si det genetiske bidraget til framtidige generasjoner (oftest målt som antall avkom), avhenger av spesielle egenskaper til individer av hvert kjønn. Metodene for disse analysene er nærmere beskrevet i Kvalnes et al. (2016).

### 2.10.3 Evolusjonære responser

En viktig konsekvens av ulike former for seleksjon på egenskaper som nedarves fra en generasjon til den neste er at den over tid vil forårsake endringer i egenskapene til individene i bestanden. Vi analyserte den forventede responsen til seleksjon på kroppsvekt og fødselstidspunkt hos elgen på Vega ved å benytte den såkalte «Breeders equation» (Lande 1979, Lande and Arnold 1983) som sier at responsen i en karakter er  $R = h^2 S$ , hvor  $h^2$  er *arvbarheten* og  $S$  er *seleksjons-differensialet*.



*Elgen beiter gjerne på vannplanter hvis anledningen byr seg. I dette tilfellet er det vier og bukkeblad på menyen. Gullsvågfjellet (t.h.), Trollvasstinden og Vegtindan (t.v.) i bakgrunnen Foto: Videohalsbånd, NINA/SLU.*

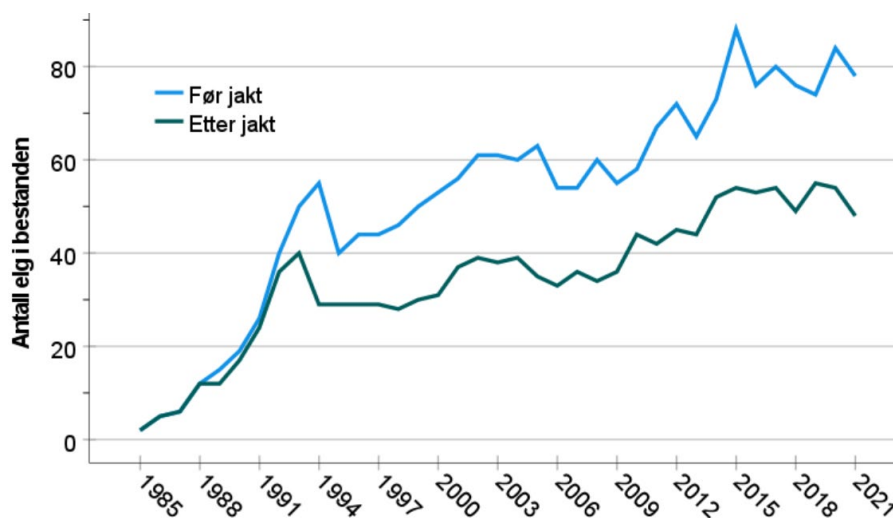
## 3 Resultater

### 3.1 Bestandsstørrelse, jaktuttak og bestandssammensetning

Dagens elgbestand på Vega ble mest sannsynlig etablert av 2 dyr, én okse og én ku, som svømte over fra fastlandet i 1985. Reproduksjon og innvandring førte til rask bestandsvekst (Sæther et al. 2007), og ved oppstart av prosjektet vinteren 1992, ble det under helikoptertelling registrert 24 dyr i bestanden. I tillegg ble det skutt 2 individer høsten før (**Figur 2.4.1**), noe som gir en førjaktbestand på 26 individer i 1991 (**Figur 3.1.1**). Bestanden økte ytterligere i 1992 og 1993, før den ble vesentlig redusert høsten 1994. Reduksjonen skyldes et ekstraordinært høyt jaktuttak dette året (29 dyr, hvorav 26 under ordinær jakt) som del av forskningsprosjektet (se **kap. 3.1.2**). I de påfølgende 7 årene (1995-2001) varierte førjaktbestanden mellom 40 og 56 elg pr. år, mens etterjaktbestanden varierte mellom 28 og 37 individer (**Figur 3.1.1**).

I perioden 1992-2002 ble det brukt mye ressurser på å holde oversikt over antallet elg på øya. Det begrensede arealet kombinert med et åpent landskap, gjør det relativt enkelt å oppdage elg fra helikopter, og fordi tilnærmet alle voksne individer var radiomerket, kunne elgen lokaliseres ved radiopeiling under telling på vinteren. Det er derfor svært sannsynlig at tilnærmet alle elgene som befant seg på Vega i merkesesongen ble registrert i denne perioden (se Solberg et al. 2011).

Det er noe mer usikkerhet beheftet med bestandsstørrelsen i de påfølgende 19 årene (2003-2021, **Figur 2.7.1**). I denne perioden ble det brukt mindre ressurser på bestandstelling og i fire vintre ble det ikke gjennomført merking av elg på øya (**Figur 2.2.6**). Basert på antallet radiomerkede individer, aldersdata, kalvingsdata og slektskapsanalyser, har det likevel vært mulig å rekonstruere bestandens størrelse og sammensetning inntil 2021, og det samme gjelder for årene før prosjektet startet i 1992 (**Figur 3.1.1**).

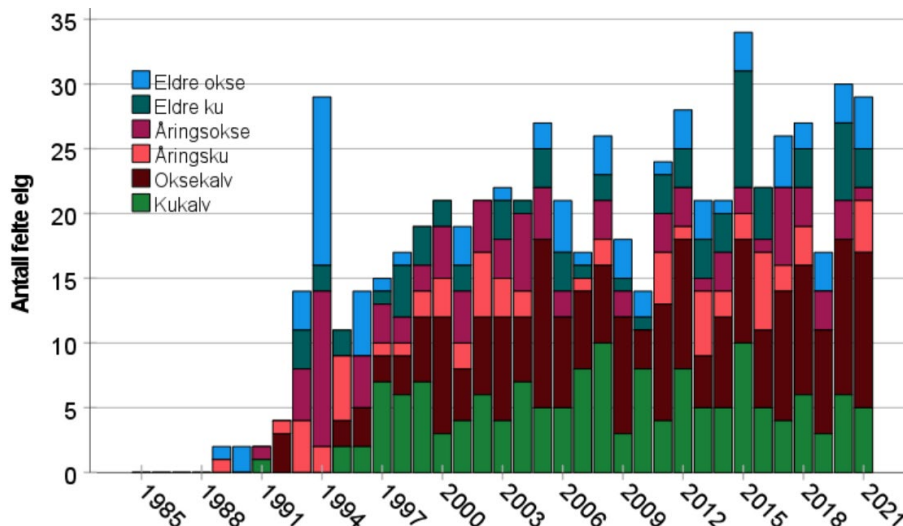


**Figur 3.1.1.** Antall dyr i bestanden på Vega før (24. september) og etter jakt (31. desember) i perioden 1985-2021.

Samlet sett har bestandsstørrelsen på Vega variert mye i løpet av studieperioden. I perioden 1985-2015 var det en generell bestandsøkning med flere midlertidige topper, mens bestanden de siste 6 årene har holdt seg på et mer stabilt nivå (**Figur 3.1.1**). Det hittil høyeste antallet elg i bestanden rett før jakt (24. september) ble registrert i 2015 (88) og 2020 (84), mens bestandsstørrelsen etter jakt (23. desember) var høyest i 2019 med 55 elg (**Figur 3.1.1**).

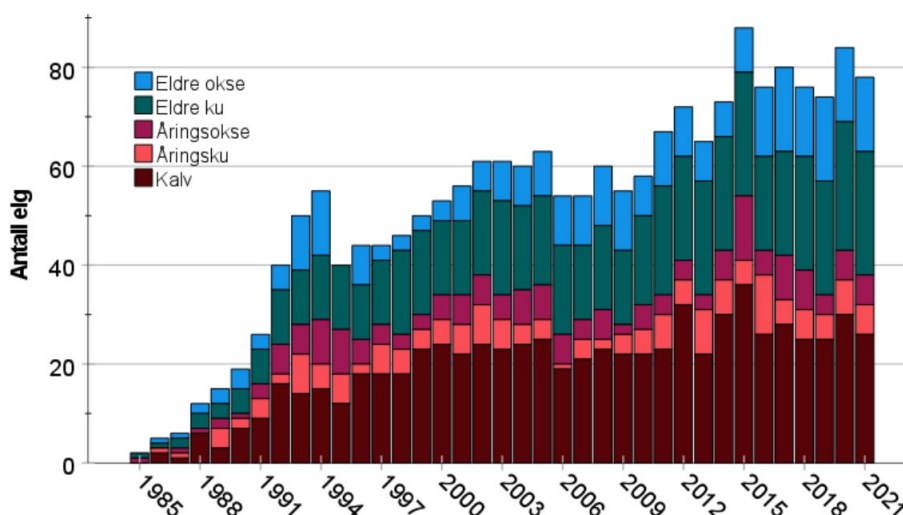
Mye av variasjonen i elgbestandens størrelse og sammensetning skyldes varierende jaktuttak. På Vega ble de første 2 elgene felt i 1989 og siden har det vært en gradvis økning i jaktuttaket (**Figur 3.1.2**). Størst var uttaket i 2015, med 34 dyr, og i 2020 og 2021, med henholdsvis 30 og 29 dyr. Også i 1994 var det et høyt uttak av elg fra bestanden (29 dyr), og da utelukkende elg som var ett år og eldre. Dette var en styrt avskyting, som del av det første forskningsprosjektet

(kap. 1), og ikke et utslag av forvaltningens egne ønsker. Den samme praksisen ble fulgt i de neste 5 årene (1995-1999) da bestandens størrelse og struktur ble ytterligere manipulert (se kap. 3.7). Dette delprosjektet ble avsluttet i 1999 og fra og med 2000 er det viltforvaltningen på Vega som har besluttet jaktkvotens størrelse og sammensetning. I den etterfølgende perioden (2000-2021) har strukturen i avskytingen vært relativt stabil, med et høyt uttak av kalv (59 % i snitt mellom år) og en svak overvekt okser (52 %) blant ett år og eldre dyr (Figur 3.1.2).



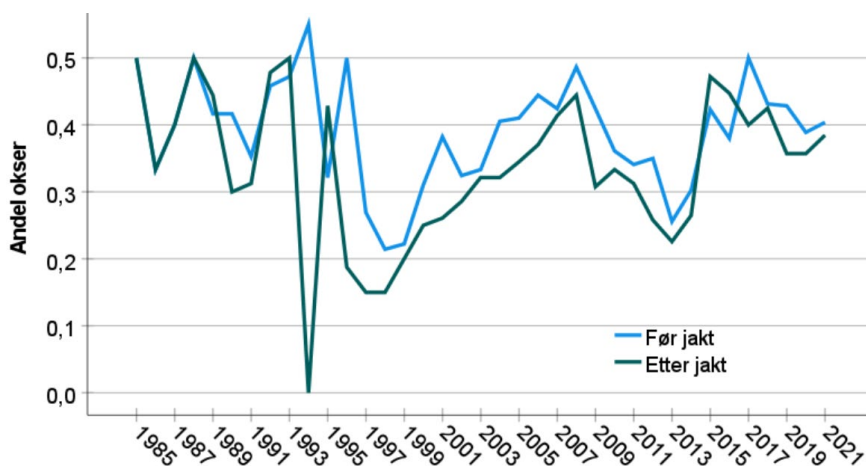
**Figur 3.1.2.** Antall elg felt pr. år på Vega i perioden 1991-2021, fordelt på kjønn og aldersgruppe.

Den skjeve avskytingen i perioden 1994-1999 hadde en kraftig effekt på bestandens kjønns- og alderssammensetning (Figur 3.1.3). Særlig stor var effekten av å felle alle ett år og eldre okser i bestanden etter brunsten i 1994 (Figur 3.1.4). I 1995 var det derfor kun oksekalvene fra året før som kunne bedekke elgkyrne i paringssesongen. Også i 1996 var oksenes gjennomsnittsalder lav (Figur 3.1.5), men i begge årene var andelen okser i bestanden relativt høy (Figur 3.1.3). I de neste tre årene økte avskytingen av okser, men flere okser fikk leve til fullvoksen alder (4 år+). Dette skapte en bestand med lav okseandel, men med relativt høy oksealder (Figur 3.1.5).



**Figur 3.1.3.** Antall elg i bestanden før jakt i perioden 1991-2021, fordelt på kjønn og aldersgruppe.

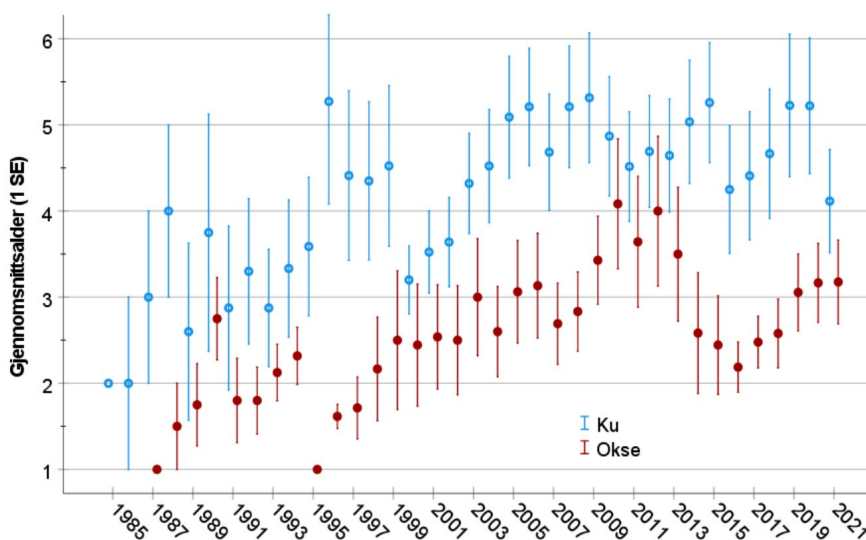
Etter at bestanden på nytt ble gjenstand for vanlig forvaltning i 2000 har bestandssammensetningen blitt mer stabil. Okseandelen i bestanden har vært relativt høy (Figur 3.1.4) og en stor andel av oksene har fått anledning til å oppnå godt voksen alder (Figur 3.1.5). Også elgkyrne har i gjennomsnitt blitt eldre i de siste 20 årene, noe som sannsynligvis skyldes at jakttrykket i hovedsak har vært rettet mot kalver og unge voksne (Figur 3.1.2). I årene 2000-2021 besto bestanden før jakt av i gjennomsnitt 38 % kalv, 38 % kyr (1 år+), og 24 % okser (1 år+). Dette tilsvarer i gjennomsnitt 1,58 ku pr. okse og 1,0 kalv pr. ku i bestanden før jakt.



**Figur 3.1.4.** Andel okser av alle voksne (1 år +) før og etter jakt i perioden 1985-2021.

Et interessant spørsmål er om alderssammensetningen av jaktuttaket avspeiler alderssammensetningen i bestanden før jakt. Dette avgjøres delvis av hvilke begrensninger som viltforvaltningen legger på jegerne (tildeling av kalv eller voksen) og delvis av hvilket valg jegerne selv gjør under jakta. I Vega kommune har forvaltningen valgt å tildele mye av jaktkvoten som kalv, og følgelig felles det også flere kalver (> 50 %) enn eldre dyr. Denne kalveandelen har i nesten alle år vært betydelig høyere enn andelen kalv i bestanden (**Figur 3.1.3**).

Blant dyr som var ett år eller eldre, var avviket mindre. Basert på data fra alle år med jakt (1989-2021) var elgkyr (1 år+) i gjennomsnitt 3,9 år når de ble felt ( $n = 135$ ), mens de var 4,4 år i bestanden før jakt ( $n = 674$ ). Dette var snaue 2 år eldre enn oksene som var i gjennomsnitt 2,5 år i jaktuttaket ( $n = 161$ ) og 2,7 år i bestanden ( $n = 433$ ). Det var også en signifikant positiv korrelasjon mellom årlige gjennomsnittsverdier for okser ( $r_{sp} = 0,67$ ) og kyr ( $r_{sp} = 0,75$ ) i avskyting og bestand, til tross for få felte voksne elger i enkelte år (**Figur 3.1.2**). For begge kjønn var det dermed en tendens til at voksne individer felles ved en lavere alder enn forventet fra bestanden, men at aldersstrukturen i jaktuttaket og bestanden samvarierer positivt mellom år.

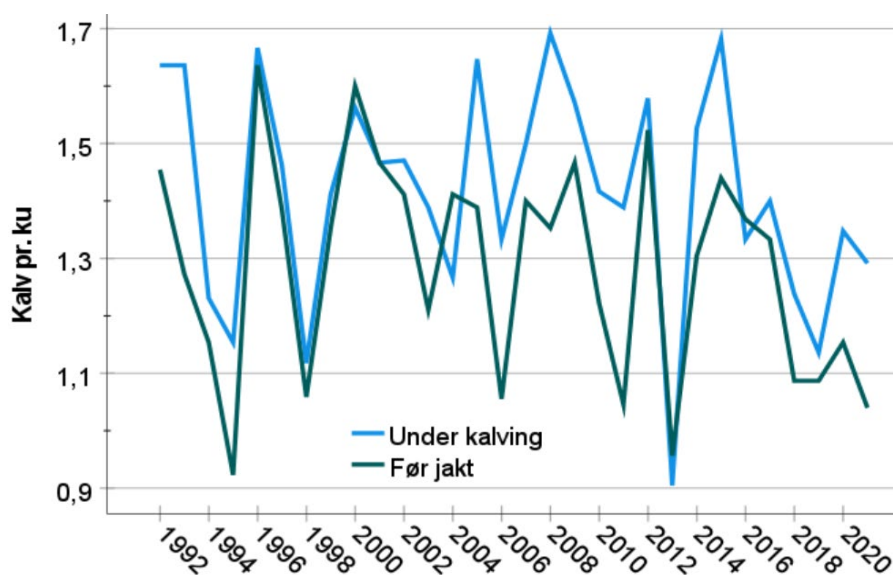


**Figur 3.1.5.** Gjennomsnittlig alder ( $\pm 1$  SE) for ett år og eldre okser og kyr i bestanden rett før jakt (24. september) i perioden 1985-2021. Femten av 358 voksne dyr i bestanden i perioden manglet sikre aldersdata og var ikke inkludert i de årlige gjennomsnittsverdiene.

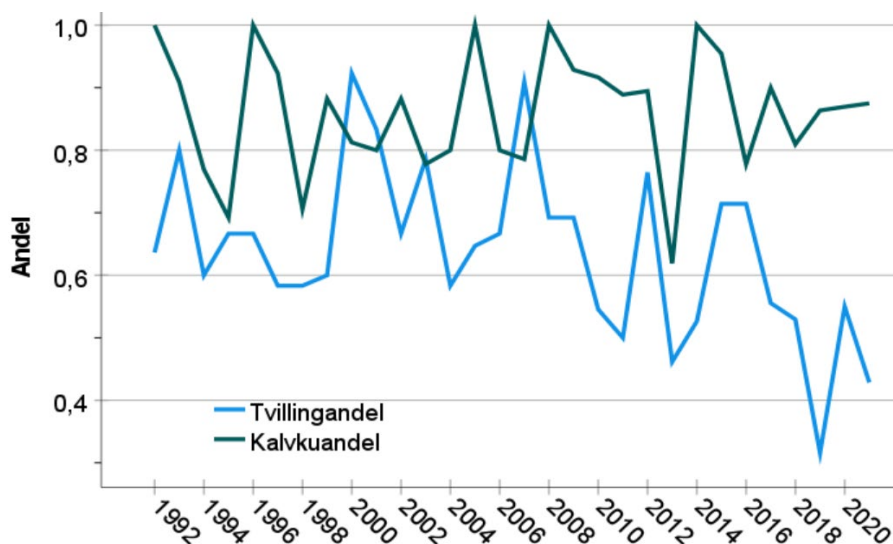
Siden 1992 har vi også undersøkt hvor mange kalver som hvert år ble født av radiomerkede elgkyr på Vega (**Figur 3.1.5**). I dette materialet inngår kun 2 år og eldre individer ettersom åringkyr aldri føder kalv og derfor sjeldent blir sjekket i kalvingssesongen. I løpet av hele perioden registrerte vi i gjennomsnitt 1,41 kalv pr. ku (2 år+) rett etter fødsel. Dette var noe høyere enn antall kalv pr. ku (2 år+) i den estimerte bestanden rett før jakt (1,29), noe som skyldes at enkelte

kalver dør i løpet av sommeren. I tillegg kan det oppstå små avvik fordi ikke alle elgkyr ble sjekket under kalving (pga. sviktende eller tap av radiosender).

I løpet av studieperioden var det svært stor variasjon i antallet kalv pr. ku mellom år, og en svak negativ trend over tid (**Figur 3.1.6**). Årsvariasjonen var delvis et resultat av varierende aldersstruktur blant elgkyrne (**Figur 3.1.5**, Solberg et al. 2007, se **kap. 3.9**), mens den negative trenden var uavhengig av kvalder. Faktisk var det heller en økning enn nedgang i andelen eldre kyr i bestanden i perioden (**Figur 3.1.5**). Den negative trenden i antallet kalv pr. ku var et resultat av synkende andel tvillingproduserende elgkyr, og særlig etter 2017 (**Figur 3.1.7**). I perioden 1992-2010 var i gjennomsnitt 69 % av de kalveførende elgkyrne i følge med tvillingkalver rett etter kalving, mens kun 48 % av elgkyrne ble observert med tvillingkalv de siste 5 årene (2017-2021). Dette er fortsatt en høy tvillingandel sammenlignet med de fleste norske elgbestander (Solberg et al. 2011), men betydelig lavere enn hva vi observerte de første årene på Vega. Andelen kyr med kalv viser ingen tilsvarende trend, og har variert rundt et gjennomsnitt på 86 % gjennom hele studieperioden (1992-2021, **Figur 3.1.7**).



**Figur 3.1.6.** Antall kalv pr. ku (2 år +) ved fødsel og rett før jakt i perioden 1992-2021.



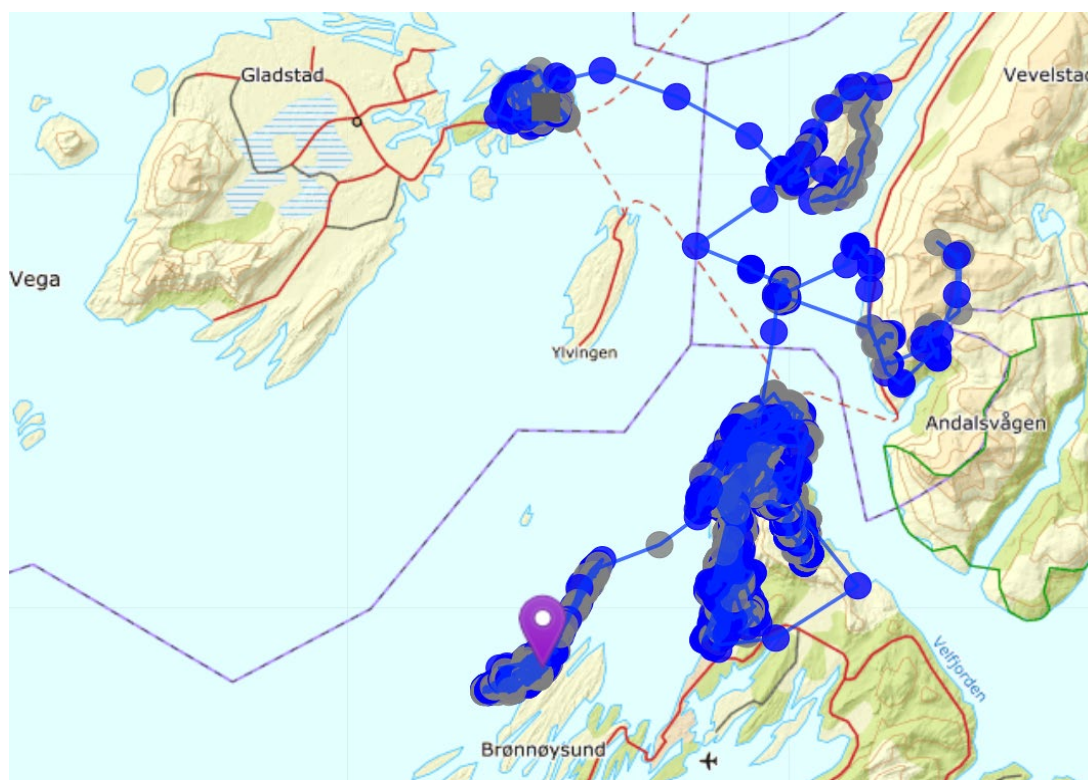
**Figur 3.1.7.** Andel ku med kalv (Kalvkuandel) og andel kalveproduserende kyr med tvillingkalver (Tvillingandel) rett etter kalving i perioden 1992-2021. Data fra for to år og eldre radio-merkede elgkyr.

## 3.2 Innvandring og utvandring

I løpet av studieperioden 1985-2021 har vi registrert flere sannsynlige innvandrende elg (innvandrere eller immigranter) til Vega, og en rekke individer har også utvandret (utvandrere eller emigranter). Av disse er det emigrantene som er enklest å dokumentere ettersom disse individene har vært merket. Fordi vi i fire sesonger ikke fikk til å merke elg på Vega, er det også mulig at enkelte innvandrere forlot øya igjen før de ble merket.

Totalt har vi registrert 10 utvandrere fra Vega og 2 utvandrere fra Ylvingen (**vedlegg 6.3**). Én av utvandrere fra Ylvingen (ku 1302) ble registrert som innvandrer til Vega, mens den andre utvandret til Hamnøy i Vevelstad kommune. Vi har også registrert ett dyr, ku 1158, som utvandret fra Vega til Ylvingen. De gjenstående utvandrerne fra Vega har i hovedsak svømt østover til Hamnøy i Vevelstad eller til fastlandet (Horn), nord i Brønnøy kommune. Dette gjelder for eksempel ku 1791, som var innom begge disse lokalitetene da hun utvandret i 2020 (**Figur 3.2.1**). Vi kjenner også til ett dyr (ku 1308) som ble funnet død i sjøen 17 km nord for Vega i 2009 (**Figur 6.3.1**), og 2 elgkyr (1202 og 1320) som ble skutt i henholdsvis Alstadhaug og Dønna kommune i 2009 og 2012 (**Figur 6.3.1**). Begge disse kommunene ligger nord for Vega, og de 3 individene har derfor med stor sannsynlighet utvandret via det tette nettverket av holmer og skjær mellom Vega og Alstadhaug (**Figur 6.3.1**).

Av de 12 emigrantene var det 4 okser og 8 kyr, og flest utvandret i en alder av ett (5 individer) eller 2 år (5 individer). I tillegg var det 2 individer (ku 1158 og 1320) som utvandret i en alder av 3 år og en emigrant som vi ennå ikke kjenner alderen til (**Figur 3.2.1**), men som mest sannsynlig var 2 år da hun utvandret. Det vanlige er at elgkyrne utvandrer i en alder av 1-3 år, og før de etablerer seg i et fast hjemmeområde hvor de produserer sin første kalv.



**Figur 3.2.1.** Skjermdump fra [www.dyreposisjoner.no](http://www.dyreposisjoner.no). De blå sirklene viser posisjonene til elgku 1791 som i perioden juni-juli 2020 utvandret fra Vega til fastlandet nord for Brønnøysund. I denne fasen svømte hun over flere lengre havstrekninger og utforsket Hornstinden nord for Andalsvågen, før hun endte opp sør for Velfjorden. Flere av svømmeturene var over 10 km lange. Året etter svømte hun videre og slo seg ned på Torgnes og omkringliggende holmer og skjær nord-vest for Brønnøysund.

Av immigranter har vi registrert 13 okser og 5 kyr. De fleste er registrert på 1990-tallet og på 2000-tallet, men dette kan delvis skyldes at vi fra denne perioden har tilgang til det genetiske slektskapet mellom individene. Etter hvert som vi får slektskapsdata fra individer skutt og merket de siste 8 årene, vil muligens flere av disse vise seg å være innvandrere.

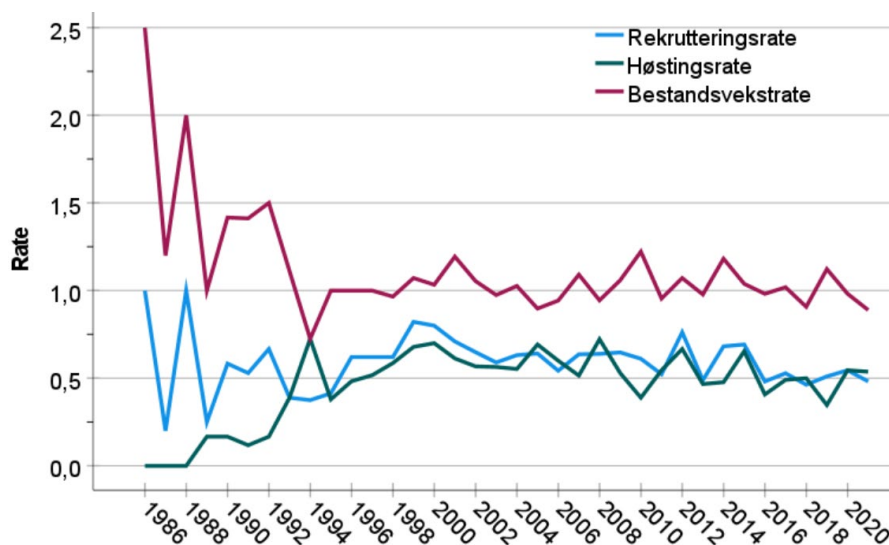
Blant innvandrerne var de 2 individene som koloniserte øya i 1985, og 1 åringsku som mest sannsynlig kom i 1986 (men kan ha kommet i 1985). I tillegg ankom det 5 immigranter i 1993 (1 ku og 4 okser), og 3 i 1994 (alle okser). Alle disse var ettåringer da de ankom øya, med unntak av ku 970 som var 2 år og ku 1009 som var 3 år. Også senere innvandrede individer har vært ett eller to år når de ankom øya. Disse immigrantene har vært umerka (med unntak for 1302 fra Ylvingen) og følgelig er det umulig å si med sikkerhet hvor de kom fra. Mest sannsynlig er de født i de samme lokalitetene som har mottatt utvandrende elg fra Vega.

### 3.3 Bestandens rekrutteringsrate, høstingsrate og vekstrate

Variasjonen i bestandsstørrelse skyldes variasjon i antall elg som dør (eller utvandrer) i forhold til antallet elg som rekrutteres (eller innvandrer) til bestanden. Dersom differansen er negativ, vil bestanden synke, mens den øker dersom differansen er positiv. I perioden 1985-2021 har bestandsstørrelsen på Vega for det meste økt (**Figur 3.1.1**), hvilket betyr at antallet elg som dør eller utvandrer i gjennomsnitt har vært lavere enn antallet rekrutter (antall kalv i høstbestanden) og innvandrere.

På Vega er dødeligheten hovedsakelig forårsaket av jakt, og antallet elg som innvandrer og utvandrer pr. år er i gjennomsnitt lavt. Bestandens vekstrate er derfor for det meste en funksjon av varierende høstingsrate ( $H$  = andel av vinterbestanden som felles hvert år) og rekrutteringsrate ( $R$  = antall rekrutterte kalv i forhold til vinterbestanden (dvs. bestanden etter jakt året før)).

I perioden 1986-2021 var det stor variasjon i begge disse ratene (**Figur 3.3.1**). I de fleste årene var rekrutteringsraten høyere enn høstingsraten ( $R > H$ ), og for hele perioden var differansen ( $R-H$ ) i gjennomsnitt 0,136. Til sammenligning var bestandens endelige vekstrate pr. år (etterjaktbestand/vinterbestand) omkring 1,124 i samme periode (**Figur 3.3.1**), noe som tilsvarer en pr. capita vekstrate på 0,117. Sistnevnte er lavere enn differansen mellom rekrutteringsraten og høstingsraten ( $H-R = 0,136$ ) og skyldes at pr. capita vekstrate også påvirkes av dødelighet utenom jakt (**Figur 2.5.1**) og inn- og utvandring (**kap. 3.2**).



**Figur 3.3.1.** Bestandens endelige vekstrate ( $\lambda$ , rød), rekrutteringsrate ( $R$ , blå) og høstingsrate ( $H$ , grønn) på Vega i perioden 1986-2021.

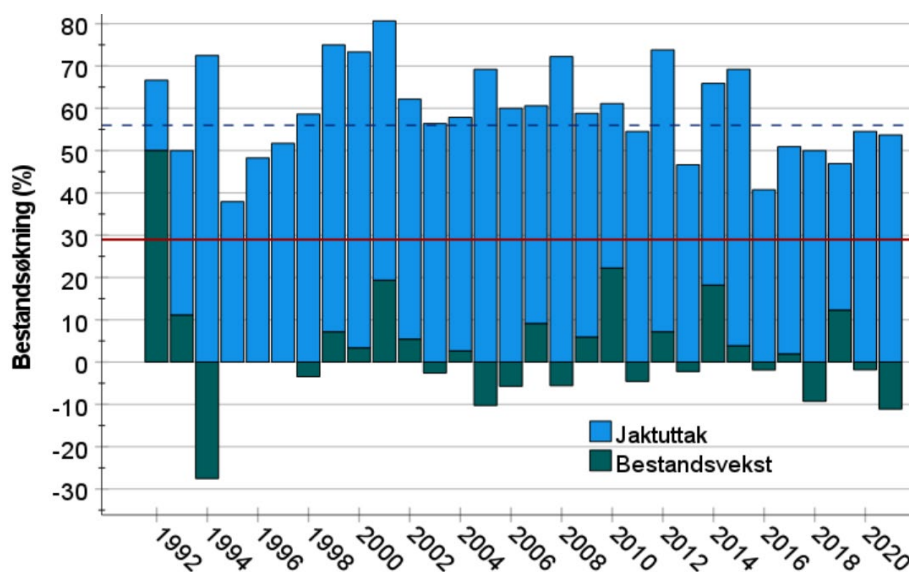
I årene etter at vi startet merkeprosjektet på Vega (1992-2021) har bestanden vokst med 2,3 % pr. år (geometrisk gjennomsnitt). Dette er ikke spesielt mye for en produktiv art som elgen, men

skyldes selvfølgelig at bestanden i hele perioden har vært gjenstand for høsting i form av jakt. I fravær av jakt kan bestanden øke betydelig mye mer fra ett år til det neste. I **Figur 3.3.2** viser vi hvor mye bestanden på Vega kunne ha økt (i %) fra ett år til det neste dersom man ikke jaktet i det aktuelle året. Dette potensialet består av den realiserte bestandsveksten (ca. 2,3 % i gjennomsnitt fra vinter til vinter) pluss det årlige jaktuttaket (53,4 % i gjennomsnitt). I sum utgjør dette potensialet omkring 56 % av vinterbestanden (**Figur 3.3.2**), og vitner om at en elgbestand kan være svært produktiv under gitte betingelser.

Det er imidlertid viktig å merke seg at denne tilveksten ikke er det samme som bestandens maksimale vekstrate i fravær av jakt. Det er nemlig jakta som skaper de helt spesielle forutsetningene for bestandsøkning som vi ser på Vega. I høsta bestander er andelen voksne elgkyr høyere enn hva den ville ha vært i fravær av jakt, og det samme gjelder for hunndyrenes alder og dermed kalveproduksjon. Disse forskjellene oppstår fordi forvaltningen har tillatt flere hanndyr i jaktuttaket enn hva som rekrutteres inn i bestanden (skaper skjeve kjønnsrater), og fordi jaktkvotene i hovedsak inkluderer ikke-produktive dyr som kalv og åringsdyr (skaper høy andel voksne hunndyr i vinterbestanden, **Figur 3.1.2**). En slik avskytingsprofil har vært vanlig forvaltningspraksis i norske elgbestander de siste 50 årene og er hva vi vanligvis kaller en 'rettet avskyting'.

For å synliggjøre nettoeffekten av en slik avskyting, viser vi i **Figur 3.3.2** også den årlige bestandstilveksten vi kunne forventet i fravær av jakt (rød linje). Dette er *bestandens langsiktige vekstrate (s)* som vi beregnet fra elgkyrnes reproduktive verdi på Vega (Sæther et al. 2007). Denne vekstraten tilsvarer *bestandens maksimale pr. capita vekstrate, r*, men uten effekten av varierende aldersstruktur og demografisk variasjon (Sæther et al. 2007). På Vega ble *s* estimert til 0,26, hvilket tilser at bestanden i gjennomsnitt kunne ha økt med 29 % pr. år ( $\lambda = e^{0,26} = 1,29$ ) i fravær av jakt. Dette er fortsatt en høy årlig bestandstilvekst, men bare drøye halvparten av hva vi observerer dersom jaktuttaket inkluderer i bestandsøkningen (56 %, **Figur 3.3.2**).

Siden vi startet prosjektet 1992 har vinterbestanden på Vega doblet seg (**Figur 3.1.1**), og en tilsvarende dobling av bestandsstørrelsen kan forventes i de neste 30 årene hvis vekstraten holdes på samme nivå (2,3 % årlig tilvekst). Til sammenligning ville bestandens doblingstid være på snau 3 år dersom bestanden fikk lov til å vokse uhindret av jakt (29 % årlig vekst). Det forutsetter imidlertid at bestandens tilvekstrate ikke påvirkes av næringsbegrensning eller andre tetthetsavhengige eller -uavhengige prosesser (eks. kjønnsstruktur, klimaendringer). Som vist i **Figur 3.1.6** er det nå en negativ trend i elgkyrnes fruktbarhetsrater, og det samme er tilfelle for kalvenes slaktevekter (**Figur 3.9.1**). Dette kan være fordi dagens høyere bestandstetthet har ført til økt næringskonkurranse, med påfølgende lavere bestandsvekstrate (**kap. 3.9.1**).



**Figur 3.3.2.** Prosentvis be-standsøkning pr. år målt som 1) faktisk bestandsvekst + jaktuttak (grønne og blå søyler, stiplet linje = gjennomsnitt) og 2) bestandens langsiktige vekstrate, *s*, i fravær av jakt (rød linje).



### 3.4 Elgens effektive bestandsstørrelse på Vega

Som vist over, kan jaktuttaket økes vesentlig ved å manipulere på kjønns- og aldersfordelingen i bestanden ved bruk av rette avskyting. Særlig effektivt er det å dreie kjønnsraten slik at det blir flere hunndyr i bestanden, men potensialet er ikke uendelig. Også oksene er en nødvendig del av en velfungerende elgbestand og derfor bør ikke okseandelen bli for lav. Dette gjelder både på kort sikt, for å opprettholde tilstrekkelig bedekningskapasitet i bestanden (**kap. 3.5**), og på lengre sikt, for å opprettholde tilstrekkelig genetiske variasjon i bestanden.

I den forbindelse er det viktig å kjenne til konseptet *effektiv bestandsstørrelse* (se **kap. 2.10**). Denne avgjør hvor raskt tilfeldig *genetisk drift* og *naturlig seleksjon* reduserer den genetiske variasjonen i en bestand, og dermed hvilken tilpasningsevne bestanden har i forhold til miljøendringer (**kap. 2.10**). Den effektive bestandsstørrelsen er bestemt av antallet individer av begge kjønn som parer seg og får avkom, og vil nesten alltid være lavere enn den faktiske bestandsstørrelsen. Kun under ideelle betingelser, der alle individer i bestanden kan pare seg med hverandre med samme sannsynlighet, vil effektiv og faktisk bestandsstørrelse være like.

Slike ideelle betingelser er aldri til stede i en elgbestand. Dette er blant annet fordi kjønnsfordelingen ofte avviker fra 1:1 og fordi det er stor variasjon i antallet avkom produsert av ulike individer. Sistnevnte er typisk for polygyne arter som elgen, der en okse kan pare seg med mange elgkyr, og der enkelte elgkyr kan få langt flere kalver enn andre. For slike arter vil den effektive bestandsstørrelsen være lavere enn den faktiske bestandsstørrelsen selv under naturlige betingelser. Et viktig spørsmål er imidlertid hvorvidt ulike høstingsstrategier kan bidra til denne forskjellen. Dersom selektiv jakt reduserer den effektive bestandsstørrelse ytterligere, kan vi tape mye genetisk variasjon i høsta bestander over tid, og i verste fall redusere bestandens tilpasningsevne under dagens og framtidige endringer i miljøet.

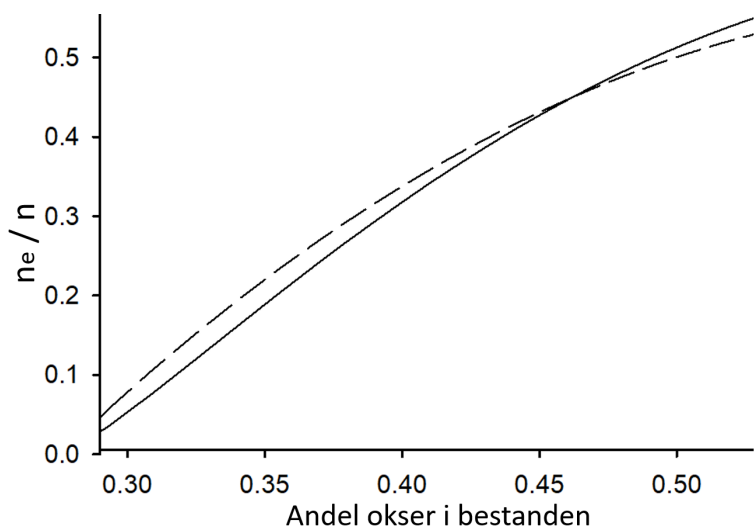
Basert på enkeltindividenes reproduksjon og overlevelse, har vi undersøkt hvordan valg av avskytingsstrategi påvirker den effektive bestandsstørrelsen og graden av genetisk drift på Vega (Sæther et al. 2009, Lee et al. 2017). Med avskytingsstrategi mener vi hvordan jaktuttaket fordeler seg mellom yngre og eldre dyr og mellom hanndyr og hunndyr. I Norge er det særlig avskytingen av kalv og voksne hanndyr som varierer mye mellom områder, og dette påvirker bestandens kjønns- og alderssammensetning. Det er derfor stor sannsynlighet for at også bestandens effektive størrelse påvirkes av avskytingsstrategien.

Erfaringene fra disse analysene er at høy avskyting av okser med påfølgende lav okseandel i bestanden, har en særlig kraftig effekt på bestandens effektive størrelse (**Figur 3.4.1**). I en bestand med 50 % okser vil den effektive bestandsstørrelsen ( $n_e$ ) utgjøre omtrent 50 % av den faktiske bestandsstørrelsen, men andelen synker når okseandelen reduseres (**Figur 3.4.1**). Dersom okseandelen reduseres til 30 %, vil den effektive bestandsstørrelsen utgjøre omkring 5 % av den faktiske bestandsstørrelsen. En slik okseandel tilsvarer omtrent 2,3 ku pr. okse i bestanden, som er omkring gjennomsnittet av hva som ble observert i norske elgkommuner på 1990-tallet (Solberg et al. 2022). På Vega har okseandelen jevnt over vært høyere enn dette (**Figur 3.1.4**), og for perioden 1985-2012 ble den effektive bestandsstørrelsen estimert til 27 % av den faktiske bestandsstørrelsen (Lee et al. 2020).

En viktig årsak til reduksjonen i den effektive bestandsstørrelsen er at oksene i gjennomsnitt fikk flere etterkommere enn kyrne når okseandelen i bestanden sank. I tillegg var det stor variasjon i oksenes parringssuksess innen år (**kap. 3.8**), og en positiv sammenheng mellom parringssuksess og levealder (Lee et al. 2017). Det ble derfor stor variasjon mellom okser i antallet kalver de blir far til i løpet av livet.

Også blant elgkyrne var det en slik positiv sammenheng mellom reprodutiv suksess og levealder. Denne ble delvis forårsaket av at jegerne valgte å ikke felle elgkyr som kom i følge med en eller flere kalver (Markussen et al. 2018). Samtidig er høyt jaktuttak av kalv med på å redusere variasjonen mellom elgkyr i antallet kalver som ble rekruttert til bestanden, og flere av kyrne

overlevde fra det ene året til det neste (Sæther et al. 2009). I de fleste tilfeller hadde dette en positiv effekt på den effektive bestandsstørrelsen.



**Figur 3.4.1.** Variasjonen i effektiv bestandsstørrelse ( $n_e$ ) i forhold til faktisk bestandsstørrelse ( $n$ ) ved ulike kjønnsrater i bestanden på Vega (andel okser av alle 1 år og eldre elg). Heltrukket linje er for en bestand med stor variasjon i paringssuksess mellom okser, mens stipledd linje er for en bestand med liten variasjon i paringssuksess. Tilpasset etter Sæther et al. 2009.

Samlet sett betyr dette at måten vi jakter på kan ha store konsekvenser for bestandens effektive størrelse og dermed graden av genetisk drift. Dersom bestanden er relativt liten, kan en stor reduksjon i okseandelen føre til betydelig tap av genetisk variasjon over tid. Det som kan se ut som en fordelaktig høstingsstrategi på kort sikt kan dermed vise seg å være en mindre attraktiv strategi på lengre sikt. Den negative effekten kan forsterkes dersom vi hovedsakelig velger å felle ett år og eldre dyr fra bestanden (Sæther et al. 2009). I deler av Skandinavia har jegerne vist liten vilje til å felle kalver, og velger i stedet å felle en stor andel åringsdyr. Som antydnet i resultatene fra Vega, vil imidlertid det motsatte være å foretrekke dersom forvaltningen ønsker å opprettholde en robust bestand med lav genetisk drift.

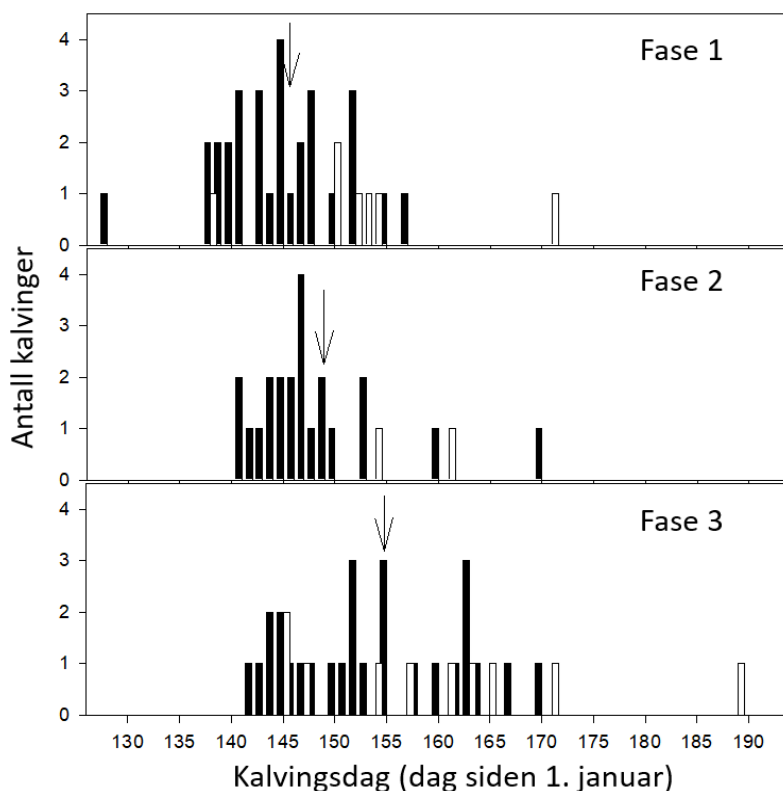
### 3.5 Demografiske effekter av skjeve kjønnsrater

Foruten å påvirke bestandens genetiske egenskaper, kan en dreining av kjønnsraten i bestanden også ha mer kortsiktige konsekvenser for ytelse og tilvekst. For polygyne hjortedyrarter (der hanndyret parer seg med flere hunndyr) har det vært vanlig å anta at kun et fåtall hanndyr kreves for å bedekke alle hunndyrene, men dette er i liten grad undersøkt. I tillegg manglet vi lenge kunnskap om betydningen av eldre hanndyr for en tidsmessig riktig gjennomføring av brunsten. Dette var spesielt viktige spørsmål tidlig på 1990-tallet, da kjønnsraten i norske elgbestander var spesielt skjev, og var foranledningen for oppstarten av elgstudiene på Vega. Dette delprosjektet gikk over en åtteårsperiode (1992-1999) og resultatene ble i sin helhet publisert på norsk i 2001 (Sæther et al. 2001a). Her gjengir vi derfor kun de viktigste resultatene.

I prosjektet testet vi de demografiske effektene av å manipulere på to relaterte egenskaper i bestanden: oksenes alder og andelen okser. Vi delte prosjektperioden i tre faser og undersøkte hvordan reproduktiv suksess, kalvingstidspunkt og vektutvikling varierte mellom faser. I den første fasen (1992-1994) var bestanden relativt upåvirket av jakt og befant seg i en tilstand med relativt naturlig kjønns- og aldersfordeling (ca. 45 % okser). Deretter valgte vi å fjerne alle voksne hanndyr (etter brunst i 1994) fra bestanden, slik at det i de neste to årene kun var åringsokser (1995) eller 1-2 år gamle okser (1996) til stede under brunsten. Andelen okser under brunsten var likevel relativt høy (ca. 40 %). I den siste fasen (1997-1999) reduserte vi så på andelen okser (ca. 22-26 %), men beholdt samtidig en del eldre okser i bestanden (Figur 3.1.3).

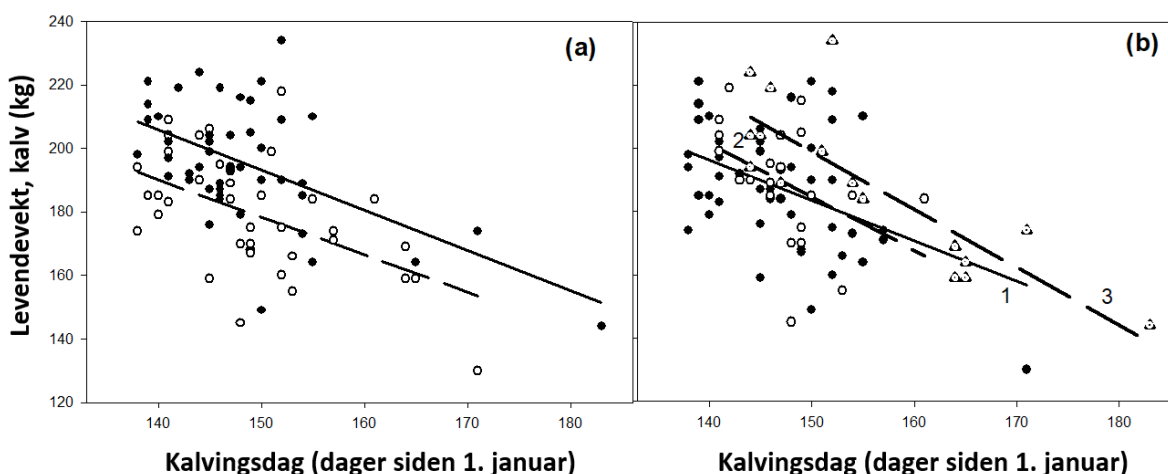
Resultatene viste at unge eller få okser i bestanden hadde liten effekt på elgkyrnes reproduktive suksess (antall kalv pr. ku). Dette gjaldt selv i 1996, etter at kun åringsokser sørget for bedekningen i 1995, og i siste prosjektfase, da okseandelen var lav. I de to siste prosjektfasene var imidlertid kalvingstidspunktet senere enn vanlig (fase 1) og mindre konsentrert (Figur 3.5.1).

Mest forsinket var kalvingen i fase 3, da gjennomsnittlig kalvingsdato var rundt 5. juni, noe som var 10 dager senere enn i fase 1 (**Figur 3.5.1**).



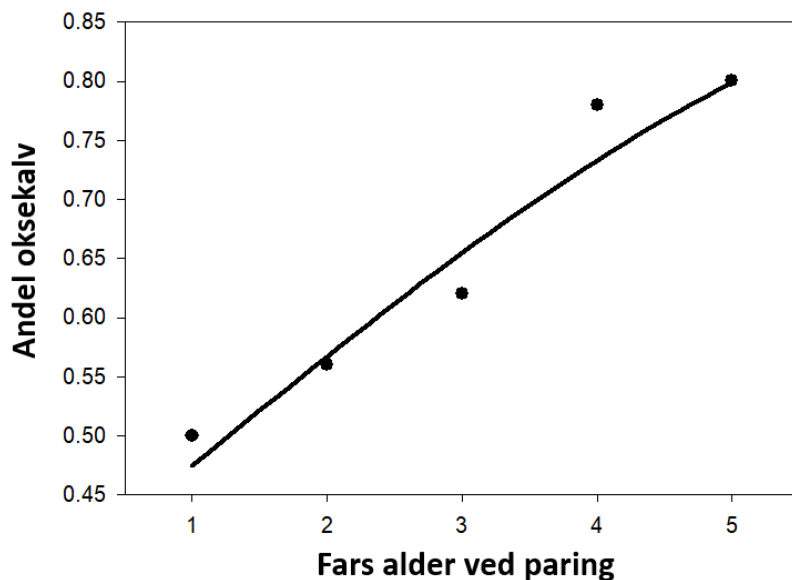
**Figur 3.5.1.** Fordelingen av kalvingstidspunkt (dager siden 1. januar) for første- og erfare elgkyr (fylte søyler) og erfare elgkyr (åpne søyler) på Vega i prosjektperiode 1-3. Pilen antyder gjennomsnittlig kalvingsdag. Prosjektperiode 1: 1992-1994, 2: 1995-1996, 3: 1997-1999. Tilpasset etter Sæther et al. 2009.

Slike forsinkelser i kalvingstidspunkt kan få konsekvenser for kalvens vekst og reproduktive suksess senere i livet. Tidligfødte kalver kan benytte mer av sommersesongen til å vokse, og på Vega finner vi følgelig et nært forhold mellom kalvingstidspunktet og kalvens vekt under merking på vinteren (**Figur 3.5.2**). Store kalver vil også bli store som voksne (se **kap. 3.6**), og høy vekt er en viktig årsak til at noen elger blir mer produktive enn andre (**kap. 3.7 og kap. 3.8**). Selv om skjeve kjønnsrater synes å ha små umiddelbare effekter på elgkyrnes reproduktive suksess, kan dermed de langsiktige konsekvensene av skjeve kjønnsrater likevel bli store.



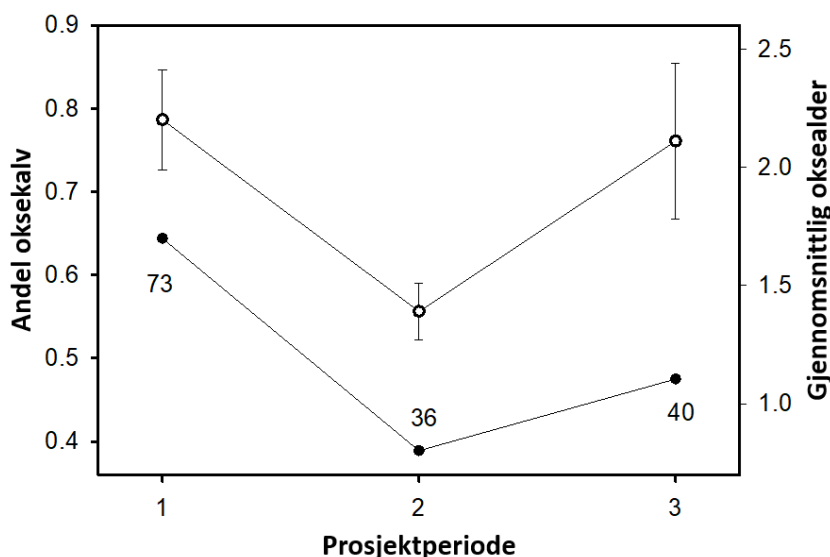
**Figur 3.5.2.** Kalvenes levendevekt vinterstid i forhold til kalvingstidspunkt (dager siden 1. januar). Data er fordelt på a) oksekalv (heltrukken linje, fylte sirkler) og kupalv (stiplet linje), og b) prosjektperiode 1: 1992-1994, 2: 1995-1996, 3: 1997-1999. Tilpasset etter Sæther et al. 2003.

Variierende oksealder hadde også andre uforutsette effekter på bestandens demografiske sammensetning ettersom andelen oksekalver synes å øke med fedrenes alder (**Figur 3.5.3**, Olstad 2000). Dette gav seg spesielt stort utslag for 4-5 år gamle fedre som produserte nærmere 80 % oksekalv i gjennomsnitt (**Figur 3.5.3**). Av samme årsak fant vi også et nært forhold mellom oksenes gjennomsnittsalder i de ulike prosjektfasene og andelen oksekalver produsert (**Figur 3.5.4**).



**Figur 3.5.3.** Andel oksekalv i forhold til fars alder (i hele år) ved paring. Data fra 57 kalver produsert av 14 elgkyr i den første prosjektfasen (dvs. før manipulering av kjønns- og alderssammensetning). Tilpasset etter Sæther et al. 2003.

Mekanismene bak dette forholdet mellom fars alder og kalvens kjønn er ikke kjent, men kan være relatert til når i egglosningsfasen befruktningen finner sted. Enkelte studier av mennesker antyder at avkommet oftere blir et guttebarn dersom befruktningen skjer i god tid før egglosning, og hvis det samme er tilfelle hos elgen kan det være at kuas atferd overfor mulige partnere er avgjørende (Sæther et al. 2004). Hvis kua hovedsakelig ønsker seg en stor og sterk okse, kan vi forvente at kua oftere vil pare seg tidlig i egglosningsfasen dersom hun møter en eldre enn en yngre okse. Eldre okser har sannsynligvis også en bedre utviklet kurtiseringsatferd, noe som kan påvirke hvor villig kua er til å akseptere paring tidlig i egglosningsfasen.



**Figur 3.5.4.** Andel oksekalv (venstre akse) og gjennomsnittlig oksealder (for ett år og eldre okser under brunsten året før, høyre akse) i ulike prosjektperioder. Prosjektperiode 1: 1992-1994, 2: 1995-1996, 3: 1997-1999. Tilpasset etter Sæther et al. 2004.

Et positivt forhold mellom oksenes alder og andelen oksekalver kan være en medvirkende årsak til den synkende andelen oksekalver vi finner i norske elgbestander de siste 50 årene. I den første fasen av denne perioden ble kjønnsraten i norske elgbestander stadig skjevare og

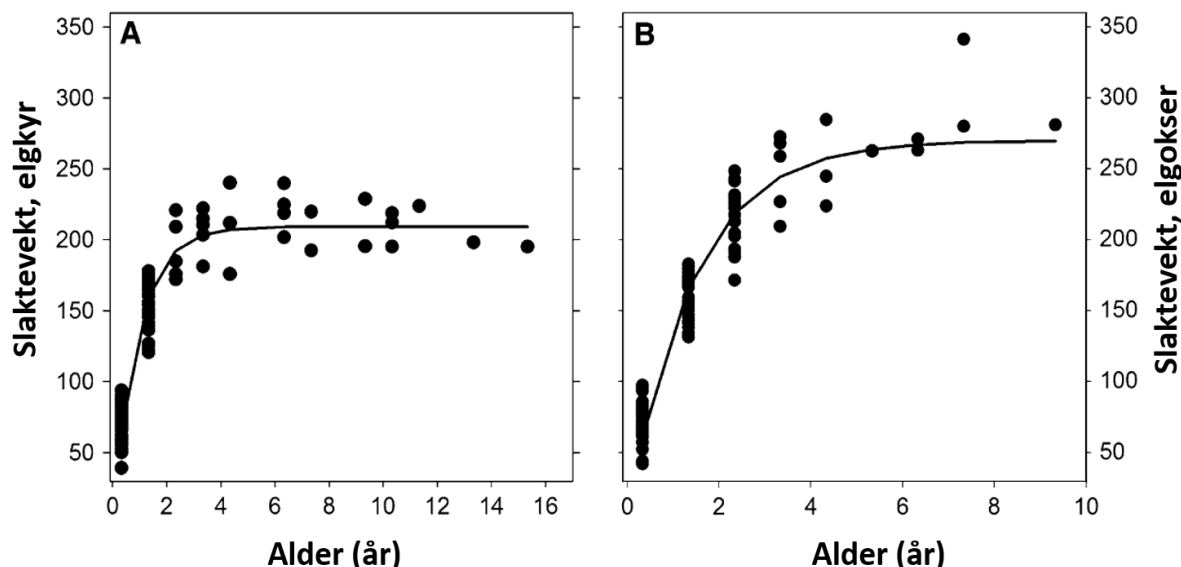
samtidig var det en gradvis nedgang i andelen oksekalver i jaktuttaket (Bjørneraas et al. 2009). Det hele kulminerte på begynnelsen av 1990-tallet da okseandelen i norske bestander var under 25 % (Solberg et al. 2022) og oksenes gjennomsnittsalder var spesielt lav. En påfølgende økning i okseandel har imidlertid ikke ført til økning i andelen oksekalv, hvilket tilsier at oksenes alder neppe er den eneste forklaringen (E. J. Solberg upubliserte data).

Samtidig bør det bemerkes at studiene på Vega er basert på et relativt lavt antall av kalver (**Figur 3.5.3**) og med bruk av tidlige metoder for farskapsanalyser. Siden disse studiene ble utført er det utviklet mer presise genetiske metoder (**kap. 2.6**) og antallet kalver med kjent farskap er betydelig høyere.

### 3.6 Elgens kondisjonsutvikling på Vega

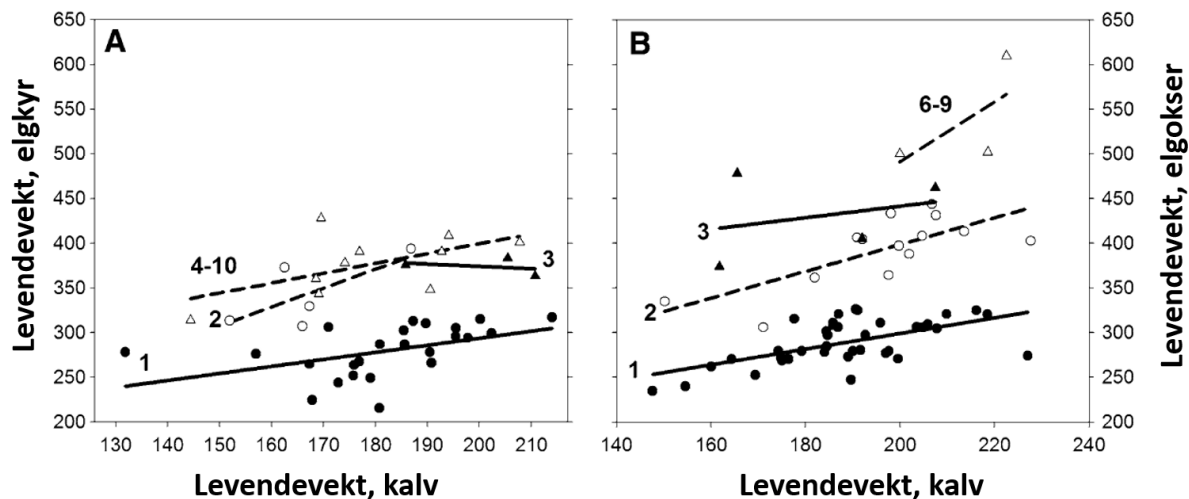
I studieperioden var elgen på Vega i god kondisjon (høy kroppsvekt) og svært produktiv (høye fruktbarhetsrater, Solberg et al. 2011). I gjennomsnitt veide en okse- og kukalv henholdsvis 74 og 71 kg under jakta (slaktevekt ved 4-5 måneders alder), og omkring 187 kg og 176 kg under merking på vinteren (levendevekt ved 7-9 måneders alder). Deretter vokste elgene i ytterligere 3-6 år før de var fullvoksne. Basert på slaktevekter fra felte dyr fant vi at elgkyr vokste til drøye 4-års alder, mens elgoksene vokste til de var drøye 6 (**Figur 3.6.1**, Solberg et al. 2008). I gjennomsnittlig var slaktevektene da omkring 209 kg for elgkyr og 270 kg for okser (Solberg et al. 2008). Dette tilsvarer en levendevekt på henholdsvis 373 kg og 482 kg (slaktevekten utgjør ca. 56 % av levendevekten, **Figur 2.4.2**).

Enkeltindivider kan likevel være betydelig tyngre enn dette. Den største oxen og kua vi har veid på Vega, hadde en levendevekt på henholdsvis 533 kg og 438 kg vinterstid. Begge var 6,5 år gamle. På høsten før brunst er oksene vanligvis tyngre, men vekten registreres da hovedsakelig som slaktevekt etter at den er felt. Den høyeste slaktevekten ble registrert for okse 1125 (335 kg, som syvåring) og for ku 972 (245 kg, som fireåring) i henholdsvis 2005 og 1993. Dette tilsvarer en levendevekt på anslagsvis 598 kg og 437 kg. Fordi oxen ble skutt 8. oktober, som på Vega er mot slutten av brunsten, var den sannsynligvis enda tyngre i starten av jaktseasonen (**Figur 3.6.1**).



**Figur 3.6.1.** Slaktevekt for hunndyr (A) og hanndyr (B) på Vega ved ulike alder i perioden 1992-2005. Oksene nådde voksenvekten (99 % av asymptotisk vekt) i en alder av 6,5 år (270 kg), mens kyrne brukte 4,3 år på å nå voksenvekten (209 kg). Slaktevektene er justert for fellings-tidspunkt til vekten de ville hatt 1. oktober. Tilpasset etter Solberg et al. 2008.

På Vega er vekten som voksen for en stor del bestemt av dyrest alder og hvor tungt dyret var som kalv (**Figur 3.6.2**). Lette elgkalver ble lette som voksne, og motsatt. I tillegg fant vi ingen kompensierende vekst fra kalv til voksen, for eksempel ved at små kalver vokser raskere enn store kalver. Dette gjaldt selv for elgkyr, som potensielt kan vokse raskere ved å utsette alder for første reproduksjon.



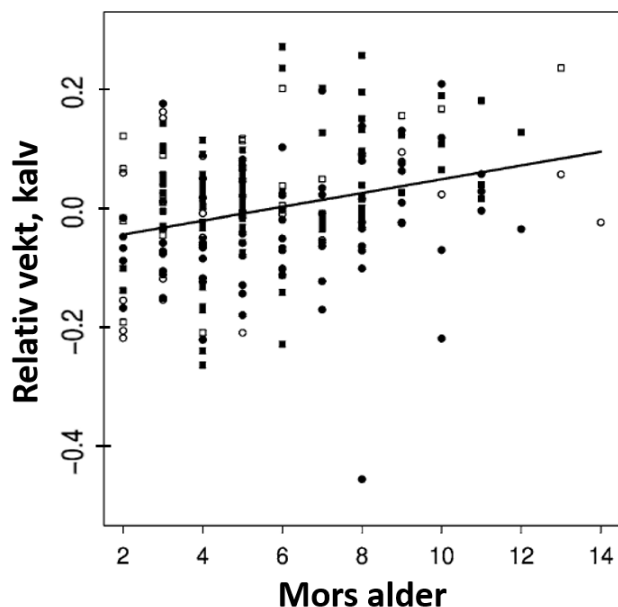
**Figur 3.6.2.** Levendevekt for elgkyr (A) og elgokser (B) på Vega sammenholdt med levendevekten de hadde som kalv i perioden 1992-2005. Nummeret i figuren viser ved hvilken alder vekten er målt som voksen. Få data i enkelte aldersgrupper bidrar til mye usikkerhet, men jevnt over blir tyngre kalver også tunge som voksne. Tilpasset etter Solberg et al. 2008.

Hos elgkyr er alder for første reproduksjon lavere for tunge enn for lette individer, og lette individer kan dermed kanalisere mer av matinntaket (energien) til kroppsvekst ved alderstrinn der tyngre individer alt har begynt å reproducere. Erfaringene fra Vega er imidlertid at tyngre individer har tilstrekkelig ressurser til både vekst og reproduksjon (se **kap. 3.7**), og vil forbli relativt sett tyngre enn sine mindre artsfrender ved alle alderstrinn (**Figur 3.6.2**). Dette skyldes muligens de gode levebetingelsene på Vega som gjør det lite kostnadskrevenende å reproducere i ung alder. En annen forklaring kan være at tyngre individer er bedre til å finne næringsrik mat som kan benyttes til kroppsvekst (Solberg et al. 2008). Vi ser imidlertid ikke bort fra at det kan være en viss grad av kompensatorisk vekst også på Vega, men at antallet elg i studien var for lavt til å dokumentere dette med tilstrekkelig statistisk styrke (Solberg et al. 2008).

I praksis betyr dette at elgens vekt som kalv er viktig for hvor stor og tung den blir som voksen, og, som vi ser i **kap. 3.7**, hvor mange kalver den produserer senere i livet. Et interessant spørsmål er dermed hva det er som gjør at en elgkalv blir stor eller liten. På Vega er det stor variasjon i vekt mellom kalver (**Figur 3.6.2**), også for kalver innenfor samme kjønn (**Figur 3.6.2**). Det samme gjelder i en viss grad for kalver født av samme mødre. Med andre ord kan en elgku produsere både store og små kalver i løpet av livet.

Når vi undersøkte hva som best forklarte variasjonen i kalvevekt på Vega var det det fire faktorer som utpekte seg: Mors alder, kalvingstidspunkt, antall kullsøsken og kalvens kjønn (Solberg et al. 2007). Jevnt over produserte eldre elgkyr større kalver enn yngre elgkyr og kalver født tidlig på våren (i mai) ble større enn kalver født sent (etter 10. juni). I tillegg var enkeltkalver større enn tvillingkalver ved en gitt moraldalder, og oksekvalver var større enn kukalver. Effekten av kalvantall (enkel- eller tvillingkalv) på høsten før jakt var dessuten sterkere enn effekten av kalvantall på våren. Tvillingkalver som ble enkeltkalver i løpet av sommeren ble dermed noe større enn kalver som forble tvillingkalver frem til høsten. Sannsynligvis er dette fordi førstnevnte får tildelt mer av moras melkeressurser når den andre kalven dør (Solberg et al. 2007).

Det er nærliggende å tro at mors alder påvirker kalvens vekt fordi eldre elgkyr er tyngre enn yngre elgkyr (**Figur 3.6.1**), og derfor kan overføre mer ressurser til kalven før og etter fødsel (fostervekst og morsmelk). Samtidig er det interessant å se at effekten av alder vedvarer selv etter at kua normalt har nådd sin maksimale størrelse ved 4-5 års alder (**Figur 3.6.3**). Dette kan være fordi eldre kyr også har bedre tilgang til beiteplanter av høy kvalitet (mer erfaring) eller fordi de er villig til å bruke mere kroppsreserver til å fø fram kalvene. Det samme fenomenet er kjent fra andre hjortedyr og blir ofte forklart med hypotesen om 'avslutningsvis investering' (terminal investment). Denne bygger på ideen om at individer er tjent med å øke sin reproduktive innsats når de blir eldre og sannsynligheten for egen overlevelse synker (Clutton-Brock 1984).

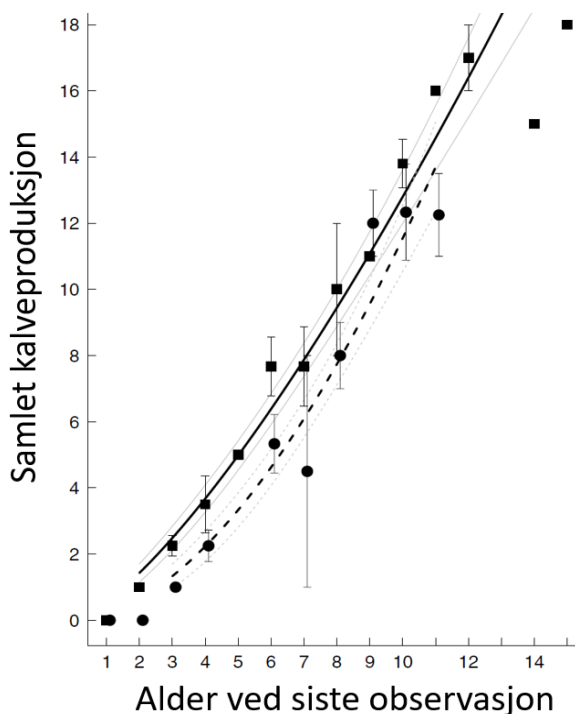


**Figur 3.6.3.** Kalvevekt i forhold til mors alder i perioden 1992-2005. Kalvens vekt er først justert for effekten av veie-dato, kalvens alder (veid på høst eller vinter), kjønn, kullstørrelse (enkelt- eller tvillingkalv på høsten før jakt) og kalvingsdag (dagnummer etter 1. januar). Sirkler og kvadrater er henholdsvis ku- og oksekalver, mens åpne og fylte symboler er enkeltkalver og tvillingkalver. Tilpasset etter Solberg et al. 2007.

### 3.7 Hva kan forklare elgkyrnes varierende fruktbarhet og kalverekruttering?

Generelt høy kondisjon gjør at elgkyrne på Vega ofte blir kjønnsmodne i sin andre høst og kommer med sin første kalv våren etter. Av totalt 67 radiomerkede elgkyr som ble undersøkt som toåringer, kom hele 36 (54 %) med kalv, hvorav 5 (7 %) kom med tvillingkalver. Deretter, som treåringer, produserte 82 % av kyrne og snaue halvparten (45 %) produserte tvillingkalver (Markussen et al. 2018). Elgkyr kan også vente til de er 4 år før de kommer med sin første kalv, men dette er sjeldent på Vega (kun 1 observasjon så langt).

Et spørsmål som mange stiller seg, er hvorvidt det er en fordel eller ulempe for en elgku å starte å reproducere tidlig i livet. Å produsere kalv er energikrevende, og elgkyr som starter allerede som toåringer kan muligens oppleve lavere framtidig kroppsvekt og fruktbarhet enn de som venter til de er 3 år eller eldre før de begynner. Det motsatte synes å være tilfelle på Vega (Markussen et al. 2018). Her fant vi at samlet kalveproduksjon ved en gitt alder var høyere for de elgkyrne som valgte å starte å reproducere tidlig (**Figur 3.7.1**). For eksempel kan ei elgku som starter som toåring og lever i 5 år, forvente å produsere 4,95 kalver i gjennomsnitt. Dette er drøye 1,5 kalv mer enn elgkyr som ventet med å reproducere til de er 3 eller 4 år (i snitt 3,29 kalver). I tillegg hadde kyr som startet å reproducere som toåring høyere gjennomsnittlig overlevelse (Markussen et al. 2018). De mest produktive elgkyrne på Vega (15-18 kalver i løpet av livet) var derfor individer som startet å reproducere som toåring og som siden holdt seg i live til godt voksen alder (11-15 år, **Figur 3.7.1**).



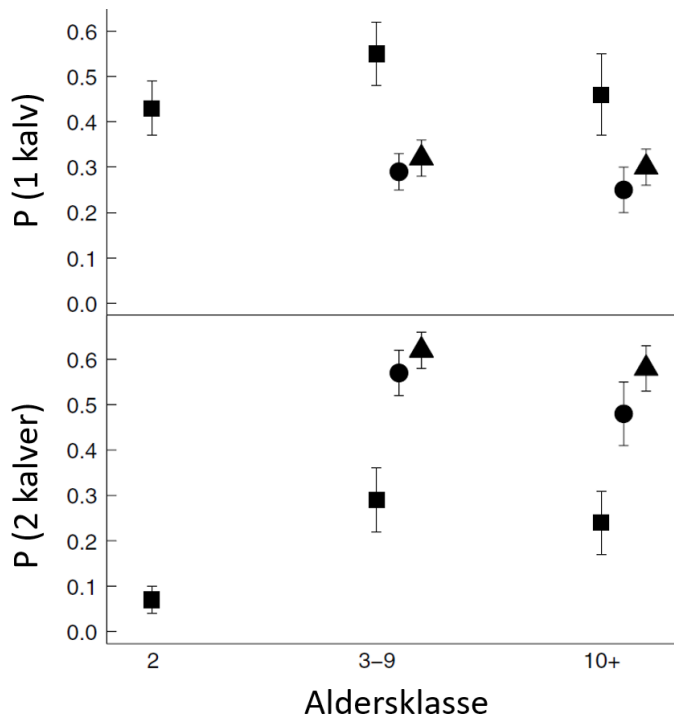
**Figur 3.7.1.** Gjennomsnittlig ( $\pm$ SE) antall kalver produsert av elgkyr i forhold til alder kua døde eller sist ble sjekket for kalv. Kvadratiske symbol og heltrukken linje er for kyr som ble mødre som 2-åring (dvs. åringdyr under paring), mens runde symbol er for kyr som først ble mødre som 3- eller 4-åring. Data fra perioden 1985-2012. Tilpasset etter Markussen et al. 2018.

En viktig årsak til forskjeller i elgens overlevelse er antallet kalver de rekrutterer til førjaktbestanden hvert år. På Vega opplever elgen lav naturlig dødelighet (**kap. 3.7.2**), mens jakt dødeligheten er betydelig (Markussen et al. 2018). For eksempel døde hele 33 % av åringkyrne pr. år som følge av jakt, mens jakt dødeligheten for eldre elgkyr sank med økende antall kalver kua rekrutterte til bestanden. Ku i følge med 1 kalv i starten av jakta hadde således bare halvparten så høy jakt dødelighet (ca. 9 %) som elgkyr uten kalv (ca. 18 %), og lavest var jakt dødeligheten for elgkyr i følge med tvillingkalv (ca. 5 %). Elgkyr som starter å reproducere som toåring har derfor større sannsynlighet for å overleve jakta enn de som venter til de er 3 eller 4 år, og dermed også større sannsynlighet for å leve et langt og produktivt liv (Markussen et al. 2018).

De store forskjellene i jakt dødelighet skyldes sannsynligvis at elgjegere unngår å felle kua fra kalven. En ku med tvillingkalver kan derfor overleve flere møter med en jeger enn hva som er tilfelle for en ku uten kalv. Alternativt kan det være at mindre produktive elgkyr oppdages med større sannsynlighet av jegerne, men det er lite som tyder på at dette er tilfelle på Vega (Solberg et al. 2010), og det samme synes å være tilfelle i andre bestander (Rolandsen et al. 2007). Tilsvarende forskjeller i jakt dødelighet har man også funnet i andre elgstudier (Ericsson 2001), og antagelig er dette et generelt fenomen i alle høsta elgbestander i Norge (Nilsen & Solberg 2006) og resten av Skandinavia (Ericsson 2001). Dette betyr at elgjakta skaper et kunstig høyt seleksjonstrykk for tidlig start på reproduksjonen i høsta elgbestander, men uten at dette så langt har skapt et negativt forhold mellom tidlig og sen reproduksjon på Vega.

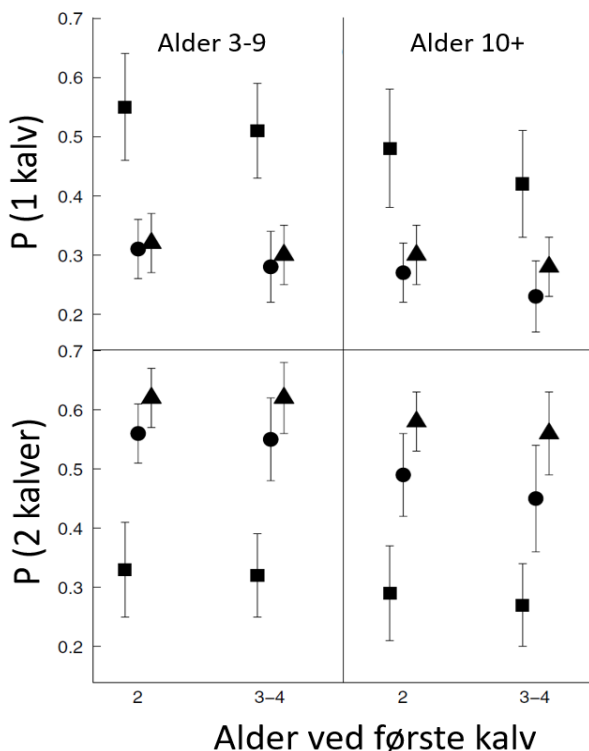
Når vi undersøkte hva som best kunne forklare sannsynligheten for at en elgku på Vega produserte én eller to kalver i en gitt sesong, var det to forhold som særlig pekte seg ut: Elgkuas alder, og elgkuas tidligere reproduktive suksess (**Figur 3.7.2**). Generelt sett er det slik at elgkyrne er minst produktive tidlig og sent i livet, og det samme var tilfelle på Vega (**Figur 3.7.2**). Mest produktive var elgkyrne når de var mellom 3 og 9 år gamle. I denne fasen produserte de fleste elgkyrne tvillingkalver, og særlig produktive var de som også produserte én eller to kalver året før. Til sammenligning var elgkyr som ikke produserte kalv året før, langt mindre produktive (**Figur 3.7.2**). Dette vitner om at det er en sterk kvalitetseffekt på kalveproduksjonen på Vega og at individer som gjøre det godt i ett år, også gjerne gjør det godt i påfølgende år.



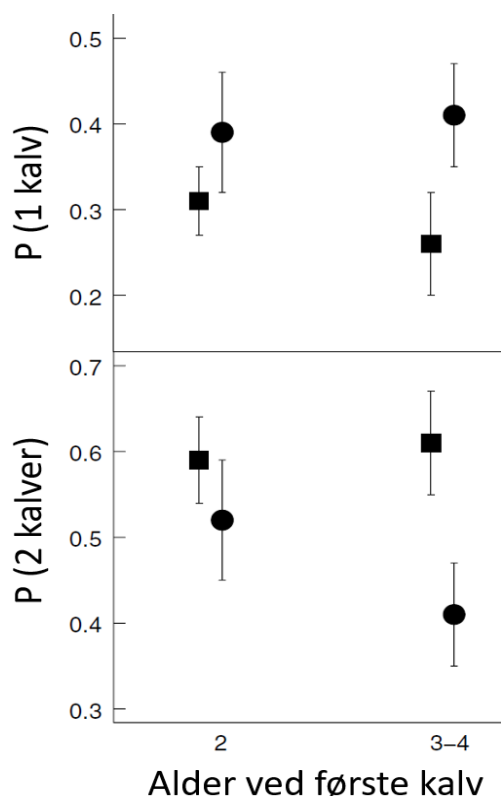


**Figur 3.7.2.** Sannsynligheten ( $P$ ) for å produsere 1 eller 2 kalver i forhold til aldersklasse og tidligere reproduksjon. Kvadratiske symbol viser sannsynligheten for kyr som ikke tidligere har reprodusert, mens sirkler og trekner viser sannsynligheten for kyr som har produsert henholdsvis 1 eller 2 kalver året før. Data fra perioden 1985-2012. Tilpasset etter Markussen et al. 2018.

Det var også en svak effekt av alder for første reproduksjon på elgkuas framtidige reproduktive suksess (**Figur 3.7.3**). Mest produktive var de som startet som toåring, hvilket tyder på at disse elgkyrne var godt i stand til å håndtere de energetiske kostnadene med kalveproduksjon i ung alder. Det var derfor ikke overraskende at disse elgkyrne også var tyngre da de ble veid som kalv (186 kg i gjennomsnitt) enn hva som var tilfelle for elgkyr som startet å reprodusere først som 3- og 4-åring (173 kg i gjennomsnitt). Høy kroppsmasse tidlig i livet synes derfor å være en viktig grunn til at elgkyrne kan starte å reprodusere i ung alder og dermed opplever høyere reprodutiv suksess og overlevelse senere i livet.



**Figur 3.2.6.** Sannsynligheten ( $P$ ) for å produsere 1 eller 2 kalver i forhold til aldersklasse, tidligere reproduksjon og alder ved første kalv. Kun for elgkyr med minst en tidligere reproduksjon. Kvadratiske symbol viser sannsynligheten for kyr som ikke reproduserte året før, mens sirkler og trekner viser sannsynligheten for kyr som har produsert henholdsvis 1 eller 2 kalver året før. Data fra perioden 1985-2012. Tilpasset etter Markussen et al. 2018.



**Figur 3.2.7.** Sannsynligheten ( $P$ ) for å produsere 1 eller 2 kalver i forhold til kuas alder ved første kalv og overlevelsen av kuas kalver i siste jaktse-  
song. Kvadratiske symboler er for kyr med minst 1 overlevende kalv, mens runde symboler er for kyr som mistet alle kalvene under jakta året før. Data fra perioden 1985-2012. Tilpasset etter Markus-  
sen et al. 2018.

Alt i alt viser dette at tidlig alder for første reproduksjon er assosiert med høy samlet kalveproduksjon for elgkyr på Vega, og at individer med høy kalveproduksjon i ett år (eks. produserer tvillingkalver) også har høy kalveproduksjon i påfølgende år. Når vi sammenlignet elgkyr som mistet alle kalvene under jakta med elgkyr som hadde én eller to overlevende kalver, var det heller ingen ting som tydet på at omsorgen for én eller flere kalver gjennom vinteren har store energetiske kostnader (**Figur 3.7.4**). Faktisk var det heller et motsatt forhold, ettersom elgkyr som rekrutterte kalver til vårbestanden hadde større sannsynlighet for å produsere tvillingkalver (**Figur 3.7.4**). Muligens er dette fordi høyproduktive elgkyr også er flinkere til å unngå elgjegere under jakta.

Det positive forholdet mellom tidlig og sen reproduktiv suksess er motsatt av hva vi i utgangspunktet forventet, nemlig at tidlig alder for første reproduksjon og høy kalveproduksjon vil føre til lavere framtidig kalveproduksjon. Når vi ikke finner en slik avveining mellom tidlig og sen reproduksjon på Vega, kan det være fordi det er store vedvarende forskjeller i kvalitet mellom elgkyrne. Dette kan for eksempel skyldes at enkelte elgkyr er betydelig bedre enn andre til å finne og konsumere næringsrike planter (genetiske egenskaper) eller de kan simpelthen bosette seg i områder med generelt bedre næringsforhold. Flere ting tyder på at det er slike forskjeller i habitatbruk på Vega og at elgkyr i gode leveområder også produserer større elgkalver enn gjennomsnittet (Ofstad et al. 2020)

### 3.7.1 Generasjonseffekter

Gitt den sterke effekten av alder for første reproduksjon på fremtidig reproduktiv suksess, er det også interessant å vite i hvilken grad denne egenskapen overføres fra en generasjon til den neste. Med andre ord, er det slik at døtre av elgkyr som startet å reproducere tidlig, også starter å reproducere tidlig? Det var ingenting som tyder på en slik sammenheng på Vega. På den annen side var det en positiv sammenheng mellom mødre og døtres aldersspesifikke kalveproduksjon. Det betyr at mødre med over gjennomsnittlig reproduktiv suksess gjerne får døtre som også gjør det bra. Dette kan delvis skyldes at mødre med høy aldersspesifikk kalveproduksjon lever lenger og dermed også produserer kalver med i gjennomsnitt høyere vekt (**Figur 3.2.2**).

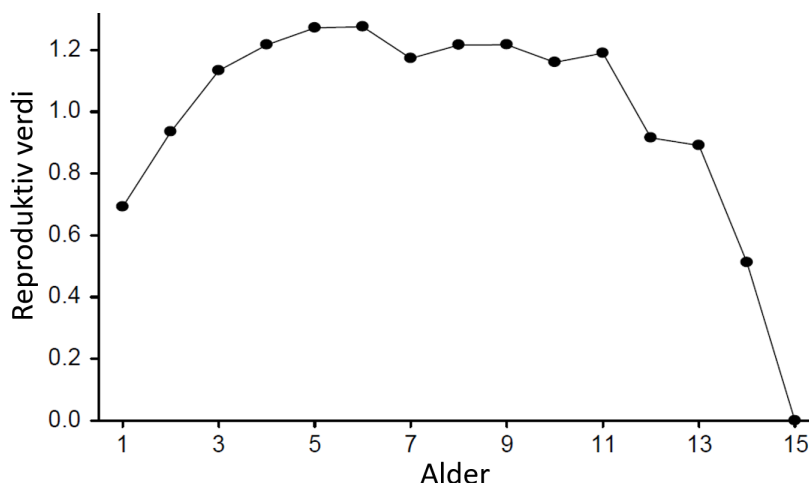
### 3.7.2 Naturlig dødelighet og elgkyrnes reproduktive verdi

På Vega er det ingen store rovdyr, og relativt få andre risikoelementer som kan øke sannsynligheten for at elgen dør av andre årsaker enn jakt (naturlig dødelighet). Likevel registrerte vi nesten hvert år enkelte tilfeller av elger som døde av andre årsaker (**Figur 2.5.1**), og i to arbeider har vi estimert den naturlige dødelighetsraten (Stubsjøen et al. 2000, Markussen et al. 2018). Begge studiene viste at ratene var lave, men noe høyere for kalver enn for voksne.

Høyest naturlig dødelighet opplevde elgen i de første fire månedene etter fødsel. I årene 1992-1998 'forsvant' i gjennomsnitt 13 % av kalvene i denne perioden, men varierende mellom år (5-30 %, Stubsjøen et al. 2000). Dette var kalver som ble observert med kua i kalvingsperioden (mai-juni), men som senere ikke ble observert med kua rett før jakt (24. september). Sannsynligvis har disse omkommet som følge av ulykker, underernæring eller sykdommer i løpet av de første ukene etter fødsel.

I løpet av vinteren (1/11-30/4) var kalvedødeligheten betydelig lavere (i gjennomsnitt ca. 2 %) og det samme var tilfelle for to år og eldre individer (av begge kjønn) både sommer (1-2 %) og vinter (3 %, Stubsjøen et al. 2000). For hele året samlet betyr det at anslagsvis 15 % av kalvene og 5 % av de voksne individene på Vega døde av andre årsaker enn jakt i de aktuelle årene (1992-1998). Dette stemmer overens med Markussen et al. (2018) som inkluderte ytterligere 14 år med data og fant i gjennomsnitt 5 % naturlig dødelighet for 3-9 år gamle elgkyr på Vega. Vi finner tilsvarende lave naturlige dødelighetsrater i andre Skandinaviske elgbestander (Stubsjøen et al. 2000, Solberg et al. 2005), med delvis unntak for områder som preges av mye trafikk, eller predasjon fra ulv og bjørn.

Basert på kunnskap vi har om elgens fruktbarhet og naturlige dødelighet, har vi også beregnet elgkyrnes reproduktive verdi på Vega. Reproductiv verdi angir hvilke individer som har størst betydning for bestandens framtidige vekst, og dermed hvilke individer som bør felles eller spares for å oppnå et høyt jaktbart overskudd i bestanden (se **kap. 2.9**). På Vega fant vi høyest reproductiv verdi for elgkyr i alderen 5-6 år, men verdiene var nesten like høye for individer i andre aldersgrupper mellom 3 og 11 år (**Figur 3.2.8**). Til sammenligning hadde individer i yngre aldersgrupper (0-2 år) betydelig lavere reproductiv verdi, og det samme var tilfelle for de aller eldste elgkyrne (12 år+).



**Figur 3.2.8.** Elgkyrnes reproductiv verdi i forhold til alder. Verdiene er basert på gjennomsnittlig overlevelse (utenom jakt) og fruktbarhet pr. alder i perioden 1991-2005. Tilpasset etter Sæther et al. 2007.

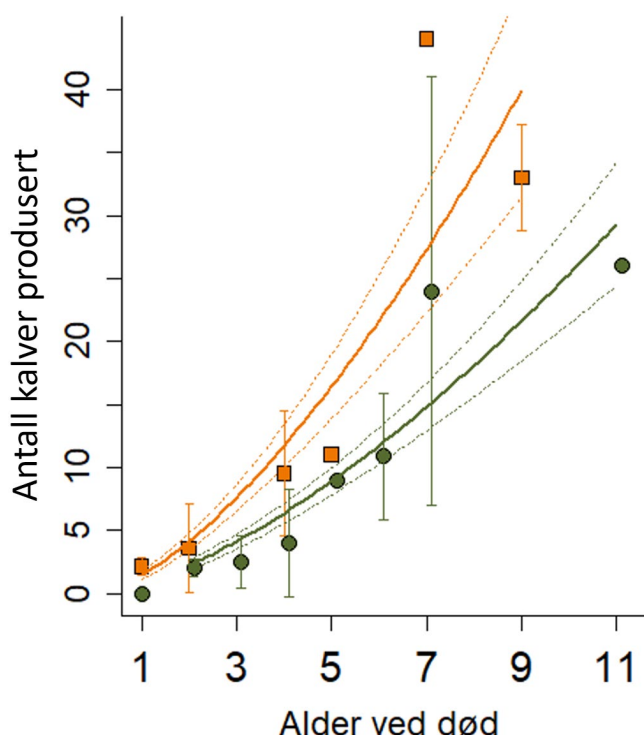
Dette betyr at høstingsraten i bestanden kan økes ved å felle individer fra de yngste og eldste aldersgruppene, men samtidig spare elgkyr mellom 3 og 11 år. Bestanden vil dermed bestå av et stort antall svært fruktbare individer med høy overlevelse, som vi bidra til et prosentvis høyt jaktbart overskudd pr. år. På den annen side er det nesten umulig å aldersbestemme 2 år og eldre elgkyr i en jaktsituasjon, og følgelig vil det være vanskelig å gjennomføre en så strikt jaktforvaltning i praksis. Mye av den samme effekten kan likevel oppnås dersom jegerne unnlater å felle kua fra kalven, hvilket de ofte gjør. Dette er fordi individene med høyest reproductiv verdi

også er de mest fruktbare i bestanden (**Figur 3.7.2**). På Vega er det vanlig praksis å ikke felle kua fra kalven (se over) og det samme er sannsynligvis tilfelle i de aller fleste norske elgbestander med mindre det gjøres aktive grep for det motsatte. Å felle de mest produktive elgkyrne kan for eksempel benyttes som et forvaltningstiltak dersom bestanden raskt og effektivt skal reduseres i størrelse (Solberg et al. 2022).

### 3.8 Hva kan best forklare elgoksenes reproduktive suksess?

Mens elgkyrne har omsorg for kalvene gjennom hele det første leveåret, er det ingen tilsvarende kontakt mellom kalvene og deres genetiske far. Oksene er kun sammen med kua noen få dager under brunsten og hvem som er kalvens far har derfor inntil nylig vært umulig å fastslå. Dette endret seg etter at vi tok i bruk genetiske slektskapsanalyser. Ved å genotype nesten alle individene i bestanden kan vi nå avgjøre hvilke okser som produserer de ulike kalvene, og vi kan studere hvilke faktorer som er avgjørende for oksenes reproduktive suksess. Nylig gjennomførte vi en slik analyse av 135 okser som levde på Vega i perioden 1985-2012 (Markussen et al. 2019). Alle var 1,5 år eller eldre og var med stor sannsynlighet kjønnsmodne. Hver av disse oksene kunne derfor ha vært far til en eller flere av kalvene som ble produsert på Vega i perioden (Haa-nes et al. 2013).

Det viste seg å være stor variasjon i reproduktiv suksess mellom okser. Av alle de aktuelle oksene var det kun en tredjedel (35 %) som oppnådde å bli far til en eller flere kalver, og selv blant disse var det stor variasjon i antallet kalver pr. far. De mest produktive oksene parete seg med opptil 8 elgkyr pr. brunstsesong, og den mest suksessfulle oxen ble far til 44 kalver før den døde (**Figur 3.8.1**). De fleste av oksene (65 %) ble imidlertid aldri fedre, med den følge at den gjennomsnittlige kalveproduksjonen pr. okse var betraktelig lavere (3,2 kalv). Til sammenligning får de aller fleste elgkyr (2 år+) anledning til å bli mor før de dør, og opplever derfor mindre variasjon i kalveproduksjon.



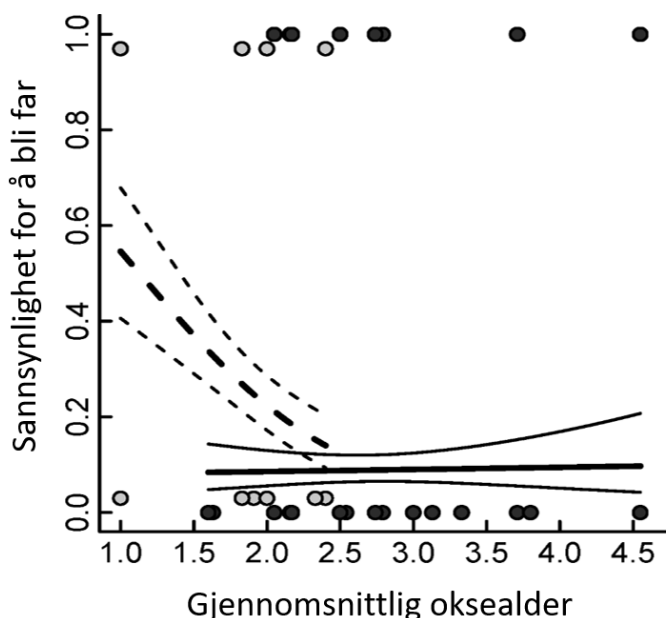
**Figur 3.8.1.** Gjennomsnittlig ( $\pm$ SE) antall kalver produsert av reproduktive okser i forhold til oksens alder det året den døde. Fordi jakta på Vega stort sett har startet etter at brunsten er over, er det flere okser som har blitt fedre etter sin død som halvannetåring. Kvadratiske, oransje symbol er for okser som ble fedre som 2-åring (dvs. ettåring under paring), mens runde, grønne symbol er for okser som først ble fedre som 3-åring eller eldre. Data fra perioden 1985-2012. Tilpasset etter Markussen et al. 2019.

Som for elgkyrne var forskjeller i overlevelse den viktigste årsaken til varierende kalveproduksjon mellom okser (**Figur 3.8.1**). Okser som ble skutt som halvannetåring har få muligheter til å produsere mange kalver, mens det motsatte er tilfelle for okser som blir gamle. Også innenfor år hadde eldre okser større suksess enn yngre okser, og størst suksess hadde okser som også

produserte kalv året før. For å få mange etterkommere er det derfor viktig å starte sitt reproduktive liv så tidlig som mulig og deretter overleve til fullvoksen alder.

Fysiologisk sett kan en elgokse bli kjønnsmoden som halvannetåring og bli far som 2-åring. Konkurransen om paringene er imidlertid hard, og det er ikke gitt at oksene reproducerer selv om de fysiologisk sett er i stand til det. For eksempel ble kun omkring halvparten ( $n = 23$  okser) av de reproduserende oksene ( $n = 47$ ) på Vega fedre som 2-åring, mens de resterende først ble fedre som 3-åring ( $n = 13$ ), 4-åring ( $n = 9$ ) eller 5-åring ( $n = 2$ ). Sannsynligvis var alle disse oksene fysiologisk sett kjønnsmodne som halvannetåring, men ikke alle slapp til under brunsten.

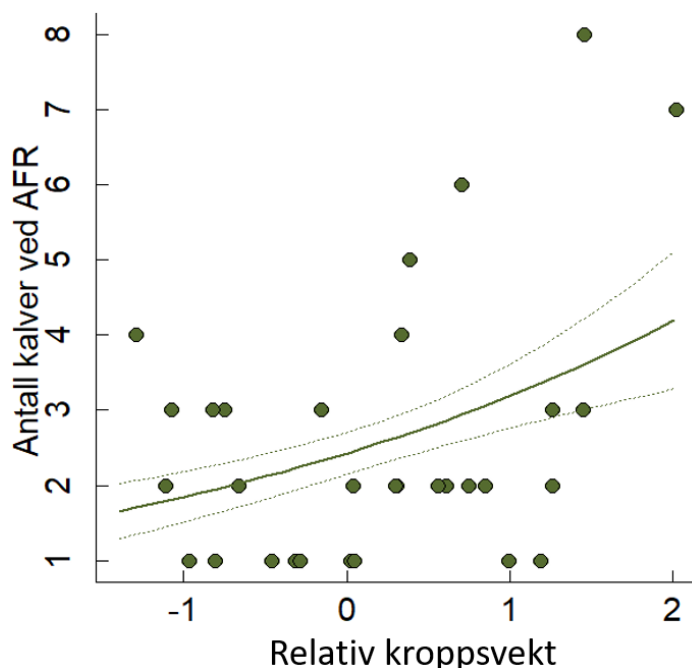
Det er gjerne konkurransen fra eldre okser som avgjør om en okse blir far som 2-åring. I år med lav gjennomsnittsalder blant oksene i bestanden var det langt flere åringsokser som paret seg, og effekten var størst i år med samtidig lav bestandsstørrelse (**Figur 3.8.2**). I slike år var antallet eldre okser i bestanden spesielt lavt, og disse var for få til å hindre at yngre oksene prøvde seg. Alternativt valgte kyrne i større grad å slippe til yngre okser i slike år. En elgku er kun mottakelig for parring i 1-2 døgn under brunsten og følgelig kan hun ikke vente i det uendelige på at en større okse skal dukke opp (**kap. 3.5**).



**Figur 3.8.2.** Sannsynligheten for å bli far som 2-åring i forhold til gjennomsnittlig alder på oksene i bestanden. Stiplet linje viser forholdet ved lav bestandsstørrelse, mens den heltrukne linjen viser forholdet ved høy bestandsstørrelse. Data fra perioden 1985-2012. Tilpasset etter Markussen et al. 2019.

Når oksene først begynte å reproducere, var også dyrenes vekt og gevirstørrelse av betydning for paringssuksessen. De største oksene har gjerne de største gevirene, og disse ble i gjennomsnitt far til dobbelt så mange kalver som de minste oksene i det året de startet å reproducere (**Figur 3.8.3**). Okser med høyere kroppsvekt har større sannsynligheten for å vinne brunstkamper mot mindre individer, og mye tyder på at elgkyrne også raskere parer seg med store okser når disse er tilgjengelige.

Oksenes fysiske egenskaper er med andre ord viktig for hvor mange kalver de produserer i et gitt år. Er du født stor og sterk, har du en fordel i konkurransen om elgkyrnes gunst senere i livet. Men vel så viktig er det å ha litt flaks. Mye avhenger av hva slags bestand du fødes inn i, og mer spesifikt, hvor mange andre og større okser du må konkurrere mot. Er du heldig, blir du kjønnsmoden i et område og år med få eller ingen større okser, og med et stort antall reproduktive kyr i bestanden. Under slike forhold kan selv små okser ha suksess under brunsten («sølvskje-effekten») og genetiske fortrinn kan være av mindre betydning. I tillegg må du overleve – noe som ikke alltid er lett i en jakta bestand. Likevel så vi at enkelte okser unngikk å bli skutt i år etter år, men uten en opplagt årsak. Kanskje var disse individene spesielt flinke til å unngå jegerne eller de kan ha oppholdt seg på en del av øya der jegerne av ulike grunner valgte å ikke felle dem.



**Figur 3.8.3.** Antall kalver produsert ved alder for første reproduksjon (AFR) i forhold til oksenes relative kroppsvekt i sin aldersgruppe. Data fra perioden 1985-2012. Tilpasset etter Markussen et al. 2019.

Okse 1040 var et slikt tilfelle. Han ble født i 1994 – samme året som alle de eldre oksene på Vega ble skutt etter brunsten. Høsten 1995 var han derfor blant de eldste og største oksene i bestanden som halvannetåring, og ble far allerede våren etter. Deretter dominerte han under brunsten i ytterligere 5 år før han ble skutt i oktober 2001, som 7-åring. I de 6 årene han deltok i brunsten parete han seg snaue 40 ganger – ofte med de samme kyrne år etter år – og ble far til minst 44 kalver i løpet av livet.

Okse 1271 var mindre heldig, og det til tross for at han også rakk å bli 7 år før han døde. Problemet var at han levde i en periode (2004-2011) med mange eldre okser i bestanden, og ofte ble han utkonkurrert av sine større kamerater under brunsten. Okse 1271 måtte derfor vente til han var 4 år før han ble far til sin første kalv. Også i årene etter gikk det trådt, og da han døde i 2011 hadde okse 1271 parete seg kun 5 ganger og blitt far til 8 kalver.

Til tross for forskjellene i kalveproduksjon, var de to oksene svært like rent fysisk. Begge ble veid under merking (fra helikopter) da de var kalver (7-9 måneder), og som fireåringer. Som kalver veide de henholdsvis 202 kg og 217 kg (1271), og som fireåringer veide de begge 444 kg. Også det året de ble skutt var de rimelig like, men 1271 var størst (295 kg slaktevekt mot 270 kg for 1040). Det var derfor ingen fysiske attributter som skulle tilsi at okse 1040 skulle oppnå så mange flere etterkommere enn okse 1271.

Selv om disse to oksene var ekstreme, illustrerer de hvor viktig tilfeldigheter (fødselsår) kan være for oksenes reproduktive suksess. Slike tilfeldigheter er gjerne mer utslagsgivende når antallet individer er lavt, og følgelig kan effekten av tilfeldigheter også variere med elgbestandens kjønns- og aldersstruktur. Velger vi en bestand med et lavt antall okser, så velger vi også en bestand der oksenes genetiske bidrag kan avgjøres mer av tilfeldigheter enn av deres fysiske (fenotypiske) kvaliteter (lav seksuell seleksjon). Selv genetisk svake okser kan da med litt flaks bli far til en stor andel av kalvene. Seksuell seleksjon som virker gjennom variasjonen i oksenes parrings-suksess, vil derfor påvirke bestandens genetiske egenskaper og kan være av betydning for hvor raskt bestanden kan tilpasse seg ulike miljøendringer i framtiden (eks. klimaendringer).

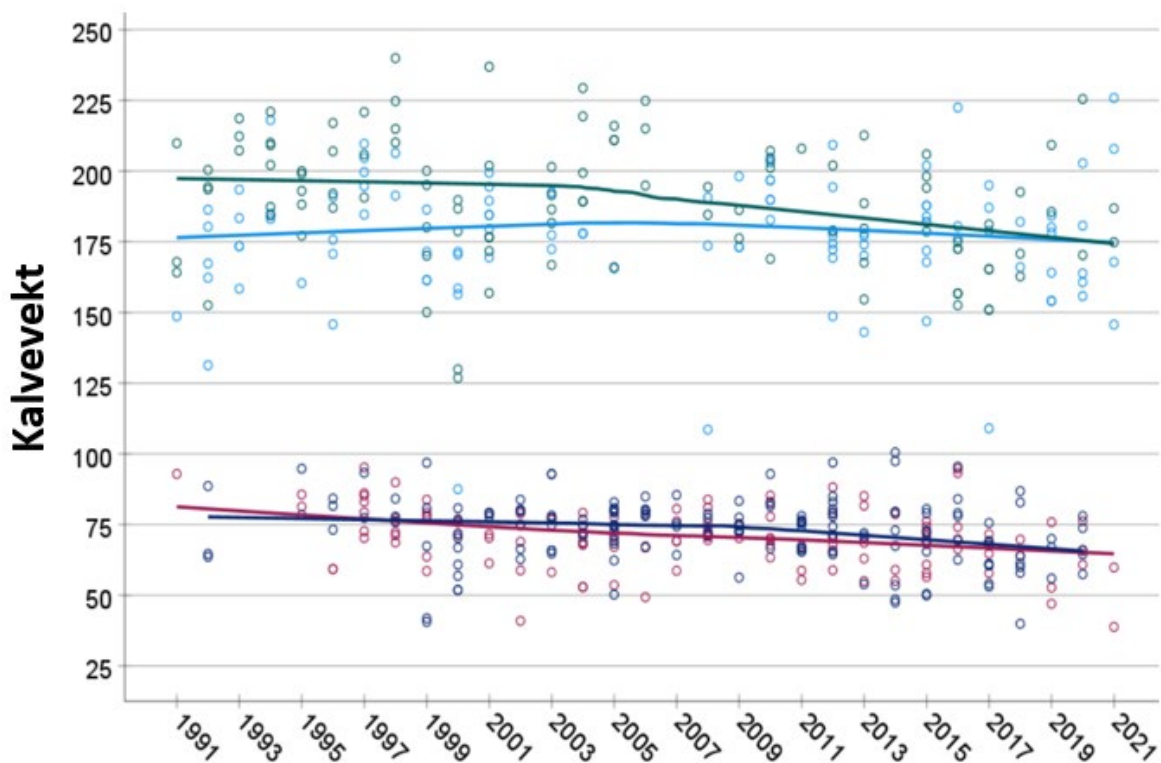


Å være stor og sterk er sjeldent en ulempe, men det kan også hjelpe med litt flaks. Dersom det er få eldre okser i bestanden, kan selv små og unge okser oppnå kyrnes gunst. Her ser vi okse 1665 på høsten i 2022, i en alder av 6 år. Som 4-åring veide han 356 kg (i januar), men var nok adskillig tyngre her. Foto: Ole A. Davidsen.

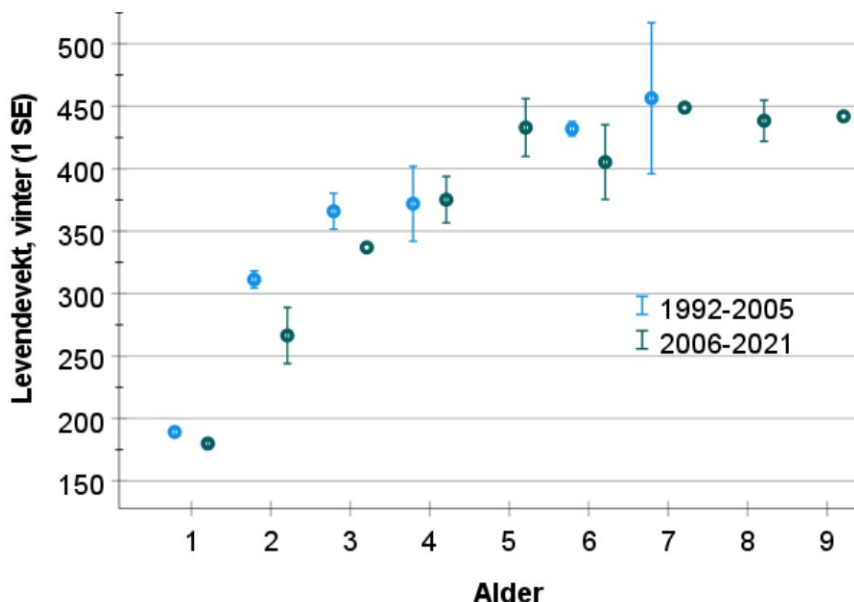
### 3.9 Varierende kondisjon, fruktbarhet og kalvingstidspunkt over tid

I løpet av de første 15-20 årene av studiet på Vega fant vi til dels stor variasjon i elgens fruktbarhet og aldersspesifikke kroppsvekter mellom år, men ingen betydelige trender over tid. Jevnt over var elgenes kroppsvekter høye, og andelen tvillingkalvproduserende elgkyr var svært høye sammenlignet med tilstanden i andre elgkommuner i landet (Solberg et al. 2010). De siste 10-15 årene har det imidlertid skjedd en negativ utvikling også på Vega. Dette gjelder for kalvenes slaktevekter og levendevokter (eks. **Figur 3.9.1**), og det samme er tilfelle for andelen tvillingkalvproduserende elgkyr (**Figur 3.1.6**). Også eldre okser (eks. **Figur 3.9.2**) og kyr har opplevd en signifikant nedgang i slaktevekter og levendevokter gjennom studieperioden (når det kontrolleres for alder).

Årsaken til nedgangen i kondisjon og fruktbarhet kan være endringer i bestandsstruktur, bestandsstørrelse og ytre forhold (værforhold, klimaendringer). For eksempel kan kyrnes aldersstruktur spille en rolle ettersom både fruktbarhet (**Figur 3.7.2**) og kalvevekter (**Figur 3.6.2**) øker med kuas alder. Til tross for stor variasjon over tid, finner vi imidlertid ingen generell nedgang i kyrnes alder i løpet av de siste 20 årene (**Figur 3.1.5**) og følgelig er det lite som tyder på at vektnevdgangen skyldes synkende kvalder. Dette ser vi også illustrert i **Figur 3.9.3**, som viser utviklingen i tvillingkalvproduksjon blant elgkyr i ulike aldersgrupper. Kyr i alle aldersklasser produserer nå en lavere andel tvillingkalver (**Figur 3.9.3**), og et tilsvarende mønster finner vi for vekten på kalvene til kyr i ulike alderskategorier. Etter som elgkyrnes gjennomsnittsalder har økt i studieperioden, er nedgangen i fruktbarhet faktisk større innenfor aldersgrupper enn i bestanden som helhet.



**Figur 3.9.1.** Slaktevekt (nederst) og levendevekt (øverst) for kalver på Vega i perioden 1992-2021. Linjene viser trenden i utviklingen (basert på lokal (Lowess) regresjon). Grønn linje og symbol (øverst) og mørkeblå linje og symbol (nederst) er oksekalf, mens lyseblå og rød linje og symbol er kukalf. Slaktevekten er justert for vektendring i løpet av jaktseasonen (til forventet vekt 5. oktober), og levendevekt er justert for vektendring i løpet av merkesesongen (til forventet vekt 1. februar).

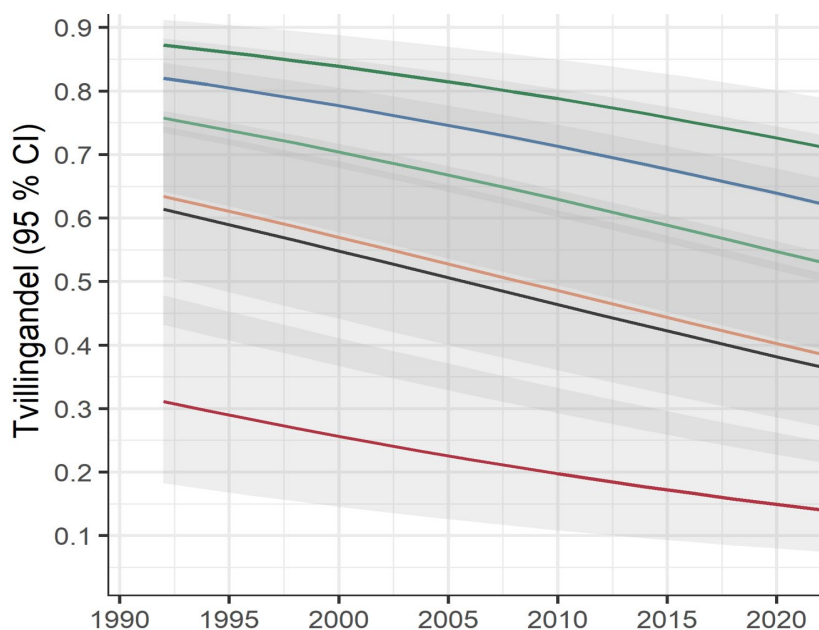


**Figur 3.9.2.** Gjennomsnittlig levendevekt for okser på Vega i to perioder (1992-2005, 2006-2021). Alder ved veiing er avrundet til hele år. Kalver (ca 0,67 år vinterstid) er derfor angitt med en alder på ett år.

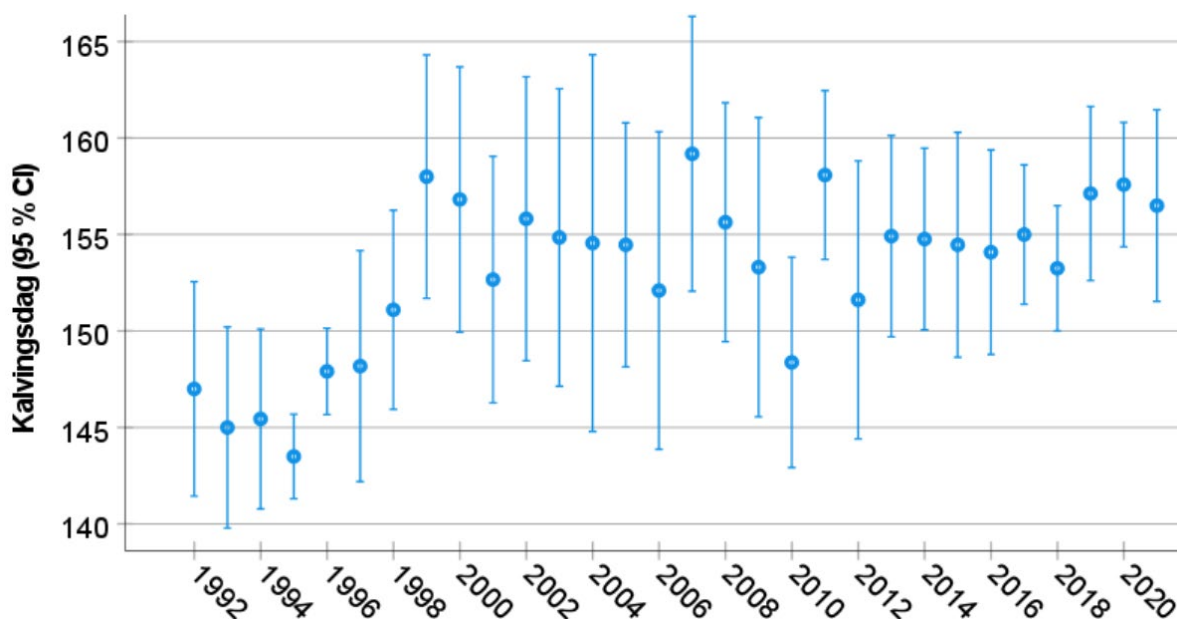
En annen mulig forklaring på vektnedgangen er at kalvingen skjer senere nå enn den gjorde i starten av studieperioden, med den følge at kalvene har kortere sommersesong for vekst og utvikling enn tidligere (**Figur 3.5.2**). Mye tyder på at kalvingstidspunktet viser en slik trend på Vega (**Figur 3.9.4**), men den er likevel ikke helt i samsvar med utviklingen i kalvevekt. Siden



1990-tallet har gjennomsnittlig kalvingstidspunkt økt med anslagsvis 8-10 dager (fra 28. mai til 7. juni), men dette skjedde hovedsakelig i løpet av de første 10 årene. Nedgangen i kalvevekter de siste 15 årene (**Figur 3.9.4**) er derfor neppe et resultat av kalvingstidspunktet alene.



**Figur 3.9.3.** Andel kalveproduserende elgkyr med tvillingkalv i kalvingsperioden i forhold til aldersklasse og år. Aldersklasser fra bunn til topp: 2-åring (rød), 10-16-åring (svart), 3-åring (oransje), 4-åring (lysegrønn), 8-10-åring (blå) og 5-7-åring (mørkegrønn). Trendlinjene er predikert verdier basert på en modell med tvillingandel mot år og alderskategori, og mor som tilfeldig faktor.



**Figur 3.9.4.** Gjennomsnittlig kalvingsdag (dagnummer siden 1. januar, dag 150 = 1. juni) for 75 individuelle elgkyr (3 år og eldre) på Vega i perioden 1992-2021 ( $n = 420$  kalvingsdager).

For å undersøke hvor mye kalvenes kondisjon faktisk har sunket i løpet av studieperioden (1992-2021), analyserte vi utviklingen i kalvevekt i en statistisk modell der vi også kontrollerte for alderen på kalvens mor, kalvingstidspunkt, kalvens kjønn, og antall søsken i samme kull (1-2). Dette er faktorer som vi vet kan ha en effekt på kalvens vekt. Vi kontrollerte også for at flere av kalvene er født av samme mor (tilfeldig faktor), og lagde én modell for kalvenes slaktevekt og én modell for kalvenes levendevekt på vinteren (**Tabell 3.9.1**).

Resultatene viste at kalvevekten økte med økende kvalder, at kalver som var født tidlig var tyngre enn kalver som var født seint, og at enkeltkalver og oksekalver var tyngre enn henholdsvis tvillingkalver og kupalver. I tillegg fant vi synkende kalvevekter over tid (år). I gjennomsnitt sank levendevekten med 0,34 kg pr. år i studieperioden, mens slaktevekten sank med 0,21 kg pr. år (**Tabell 3.9.1**). I løpet av hele studieperioden (1992-2021) var det derfor en nedgang i kalvenes slaktevekter og levendevekter på henholdsvis 6,3 kg og 10,2 kg. Dette tilsvarer omtrent 8 % reduksjon i slaktevekt og 5 % reduksjon i levendevekt.

En tilsvarende stor nedgang i slaktevekter er registrert for elgkalver i overvåkingsområdet i Nordland (Vefsn, Grane og Hattfjelldal) i samme periode, og mye av det samme finner vi i flere av overvåkingsområdene lenger sør (Solberg et al. 2022). Slike sammenfallende trender kan skyldes en felles bakenforliggende faktor, som for eksempel klimaendringer. På Vega har dessuten bestandsstørrelsen økt gjennom hele studieperioden. Begge disse forholdene kan ha medvirket til synkende vekter og den lavere andelen tvillingkalvproduserende elgkyr som er registrert de siste 10-15 årene.

### 3.9.1 Effekten av varierende bestandstetthet og værforhold på elgens kondisjon og fruktbarhet på Vega

Til tross for gunstige miljøforhold for elgen på Vega, er det stor variasjon i elgens kondisjon og fruktbarhet mellom år (**Figur 3.1.6**). Som påpekt over kan deler av denne variasjonen skyldes at jakta påvirker elgkyrnes alderssammensetning, og jaktinduserte endringer i kalvingstidspunktet kan påvirke kalvenes kroppsvekt (**Figur 3.5.1**, Solberg et al. 2007). Disse studiene ble imidlertid utført for 15 år siden og det er usikker om de samme faktorene er viktige i dag. Tidligere fant vi heller ingen effekt av varierende bestandstetthet eller værforhold på variasjonen i kondisjon og fruktbarhet, men siden har bestandstettheten økt (**Figur 3.1.1**) og klimaet på Vega har blitt varmere (**Figur 2.7.1**).

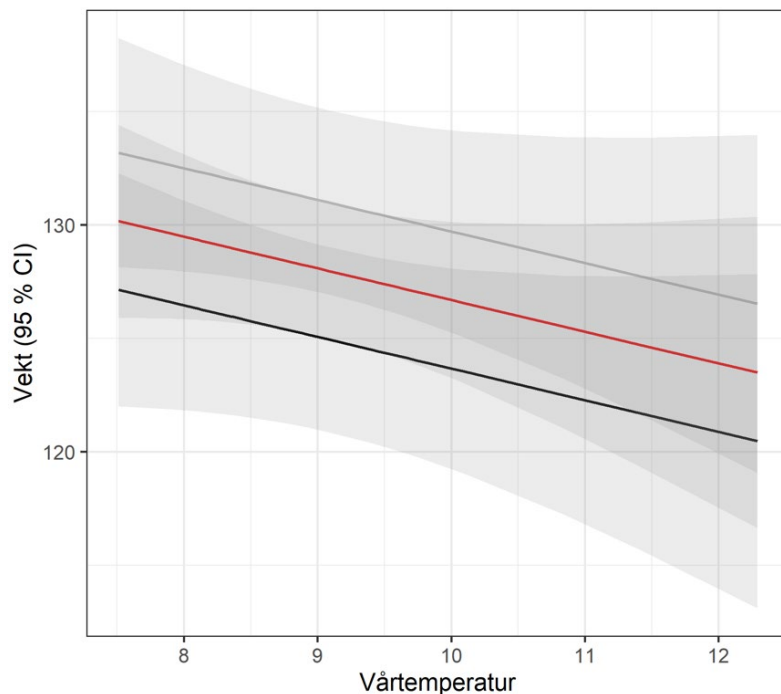
For å bedre forstå hva som skaper de observerte endringene i elgens kondisjon og fruktbarhet i løpet av studieperioden, testet vi derfor på nytt effekten av varierende bestandsstørrelse og værforhold. Vi testet først hva som best kunne forklare variasjonen i kalvenes slaktevekt og levendevekt, og deretter hva som best forklarte variasjonen i elgkyrnes produksjon av tvillingkalver. Som vist i **Figur 3.1.7** var det ingen systematisk trend i andelen ku med kalv og derfor var vi mindre interessert i hva som styrte variasjonen i denne variabelen.

I **Tabell 3.9.1** ser vi resultatene fra disse analysene. Modellen som best forklarte variasjonen i kalvevekt besto av syv forklaringsvariabler: vekttype (slaktevekt eller levendevekt), kalvens kjønn, kalveantall (enkelt- eller tvillingkalv), kalvens fødselsdag (dagnummer siden 1. januar), moras alder, bestandstetthet, vårtemperatur og sommertemperatur i året kalven ble født. Som forventet fra tidligere studier fant vi 1) at oksekalver var tyngre enn kupalver, 2) at enkeltkalver var større enn tvillingkalver, 3) at tidligfødte kalver var større enn sentfødte kalver, og 4) at kalver født av eldre mødre var større enn kalver født av unge mødre (**Figur 3.6.2**). Til forskjell fra tidligere fant vi imidlertid 5) at kalvene også var tyngre i år med lavere enn høyere bestandstetthet, og 6) i år med lavere enn høyere vårtemperatur. Også sommertemperatur var inkludert i noen av de beste modellene, men denne hadde kun en (positiv) effekt på kalvenes levendevekt.

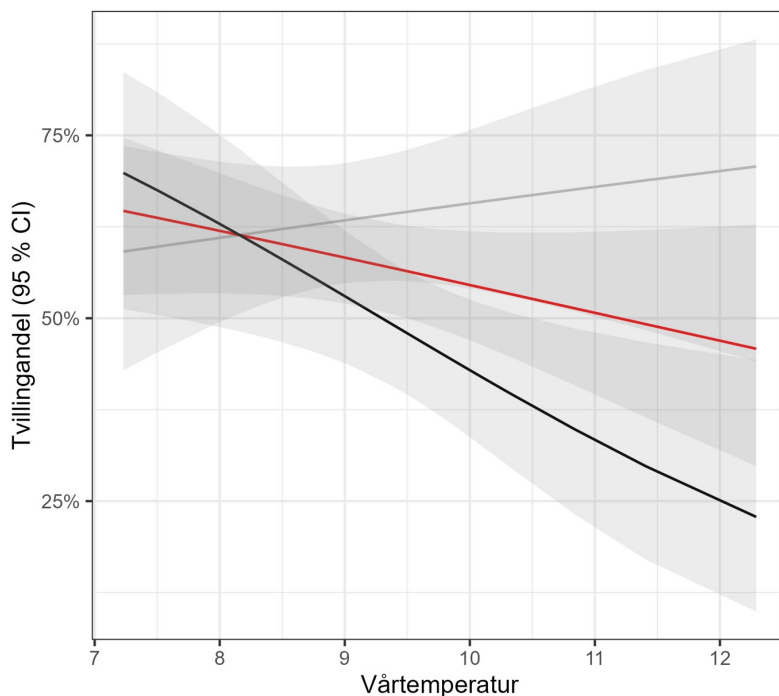
Modellen som best forklarte variasjonen i tvillingandel besto av kun tre forklaringsvariabler: moras alder, bestandens tetthet og vårtemperaturen (**Tabell 3.9.1**). Produksjonen av tvillingkalver var som forventet høyere blant middelaldrende enn yngre og gamle elgkyr (**Figur 3.9.3**), og var lavere i år med høy bestandstetthet og høy vårtemperatur. I tillegg var det en toveisinteraksjon mellom vårtemperatur og bestandstetthet. Denne viser at vårtemperaturen hovedsakelig påvirker tvillingkalvandelene i år med middels til høy bestandstetthet, men ikke i år med lav bestands- tetthet (**Figur 3.9.6**).

**Tabell 3.9.1.** Mulige forklaringer på variasjonen i individuell kalvevekt (slaktevekt eller levendevekt) og elgkyrnes tvillingkalvproduksjon på Vega i perioden 1992-2021. Full modell viser alle variablene som ble testet i modellene, mens beste modell er modellen som best forklarte variasjonen i kalvevekt eller tvillingproduksjon i perioden. Foruten hovedeffekter, testet vi også effekter av ulike toveisinteraksjoner. Av plasshensyn er disse kun vist for beste modell. Som beste modell valgte vi den enkleste modellen av alle modeller med  $\Delta AIC < 2$ . Kovariat med høy kollinearitet ble utelatt fra enkelte av modellene. Analysene ble gjennomført i en blandet modell (mixed modell) med år og mors identitet som tilfeldig faktor (random factor), og normal (kalvevekt) og binomisk (tvillingrate) linkfunksjon. Forklaringsvariabler: vekttype (slaktevekt, levendevekt), kjønn (oksekalv, kukalv), kalvantall (enkeltkalv, tvillingkalv), fødselsdag (dagnr siden 1. januar), moralder (6 aldersklasser), bestandstetthet (antall elg pr. km<sup>2</sup>), vårtemperatur (dagmiddel mai-juni), sommertemperatur (dagmiddel juli-august), vårnedbør (dagmiddel mai-juni), sommernedbør (dagmiddel juli-august), vintertemperatur (dagmiddel desember-april), snødybde (dagmiddel desember-april), snødager (antall dager med snø november-april).

| Avhengig variabel | Modell       | Forklaringsvariabler   |
|-------------------|--------------|--|
| Kalvevekt         | Full modell  | Vekttype+kjønn+kalvantall+fødselsdag+moralder+bestandstetthet+vårtemperatur+sommertemperatur+vårnedbør+sommernedbør+vintertemperatur+snødybde+snødager |
| Kalvevekt         | Beste modell | Vekttype+kjønn+kalvantall+fødselsdag+moralder+bestandstetthet+vårtemperatur  |
| Tvillingandel     | Full modell  | Moralder+bestandstetthet+kalvevekt_1+vårtemperatur+sommertemperatur+vårnedbør+sommernedbør+vintertemperatur+snødybde+snødager+vårtemp_1                |
| Tvillingandel     | Beste modell | Moralder+bestandstetthet+vårtemperatur+bestandstetthet*vårtemperatur   |



**Figur 3.9.5.** Predikert kalvevekt som en funksjon av vårtemperatur (mai-juni) ved høy (svart graf), midt (rød graf) og lav (grå graf) bestandsstørrelse. Parameterverdier fra beste modell i **Tabell 3.9.1**. Kalvene er lettere i år med en varm vår og forsommer (mai-juni), og når bestandsstørrelsen er høy. Vekten er et gjennomsnitt av kalvenes slaktevekt og levendevekt.



**Figur 3.9.6.** Andelen produktive elgkyr med tvillingkalv som en funksjon av vårtemperatur (mai-juni) ved høy (svart graf), midt (rød graf) og lav (grå graf) bestandsstørrelse. Predikerte verdier fra beste modell i **Tabell 3.9.1.** Elgkyrne produserer færre tvillingkalver i år med en varm vår og forsommer (mai-juni), men hovedsakelig i år med høy bestandsstørrelse.

Dette antyder at årsvariasjonen i kalvevekt og tvillingkalvproduksjon var relatert til variasjonen i elgens bestandstetthet og værforholdene i studieperioden (1992-2021). Dette skyldes sannsynligvis 1) at konkurransen om den beste maten øker med økende bestandsstørrelse og 2) at tilgangen til mat av høy kvalitet synker under gitte værforhold. Temperatur og nedbørsmengden i starten av vekstsesongen har også tidligere vist seg å være av stor betydning for elgens vektutvikling, sannsynligvis fordi disse værforholdene påvirker beiteplantenes vekst og næringsinnhold (Deinum, 1984). For eksempel vil plantene gjerne bruke lengre tid på vekst og utviklingen i år med kjølig vår og forsommer, og vil da være i en mer lettfordøyelig og næringsrik tilstand over en større del av sommeren. Det motsatte er gjerne tilfelle dersom våren er uvanlig varm og tørr.

En mulig alternativ eller medvirkende årsak er at graden av varmestress øker i perioder med høye temperaturer. Elgen er en nordlig art som er svært godt tilpasset kulde og snø, men har vanskeligheter med å kvitte seg med overskuddsvarme når temperaturene blir høye. Når elgen går med vinterpels kan disse problemene oppstå allerede ved temperaturen over  $-5^{\circ}\text{C}$ , mens temperaturer over  $14^{\circ}\text{C}$  synes å være begrensende på sommeren (Renecker & Hudson 1986). Selv om noe av effekten kan unngås ved å oppholde seg i kjølige habitater (skog, nært vann, vindeksponert), er disse temperaturer som ofte overstiges på Vega, spesielt på vår og forsommer. I mai og deler av juni går elgen fortsatt med vinterpels og på svært varme dager må den bruke mye energi på å kvitte seg med overskuddsvarme – eller den må tilbringe mer tid, inaktiv, i kjølige habitater.

I takt med klimaendringen kan vi forvente oss flere dager med høyere temperaturer, også på Vega, og spørsmålet er hvordan dette vil påvirke beitekvalitet, varmestress, og i neste omgang elgens kroppsvekst og fruktbarhet. I andre deler av landet har vi lenge registrert en nedgang i slaktevekter og tvillingkalvproduksjon (Solberg et al. 2022), og, som på Vega, er denne ofte assosiert med stadig høyere temperaturer i starten av vekstsesongen. Samtidig er vintrene mindre strenge nå enn tidligere, men uten at dette kompenseres for den negative effekten av økt vårtemperatur (upubliserte data). På Vega har vi aldri registrert snødybder av begrensende karakter, og stadig mindre snø vil derfor være av liten betydning for elgen. På den annen side vil stadig økende vintertemperaturer neppe være til det bedre.

### 3.10 Romlig dynamikk

Elgen på Vega bruker store deler av øya som leveområde med unntak for de høyeste og bratteste fjellpartiene i sør og vest (Trollvasstinden og Gullsvågfjellet), og de mest eksponerte delene av kysten (**Figur 3.10.1**, **vedlegg 6.3**). De oppholder seg mest under tregrensa, men i perioder er det også noen elger som benytter de lavereliggende fjellpartiene – spesielt i sommerhalvåret. I lavlandet finner elgen mat i skogen og på innmarka og kan da befinne seg svært nærme gårdsbruk, bolighus og veier. Tidvis kan elgen også bevege seg inn i kommunesenteret, Gladstad, spesielt i den mørkere delen av døgnet og året.



**Figur 3.10.1.** Alle registrerte lokasjoner fra radiomerkede elger på Vega og Ylvingen (grønne prikker) i perioden mai-august siden oppstart av studiene i 1992. I **vedlegg 6.3** viser vi den geografiske fordelingen av lokasjoner i vinterhalvåret (desember-april) og på høsten (september-november).

Basert på radiosendere og GPS-sendere har vi undersøkt hvordan elgene fordeler seg i landskapet i ulike deler av året og hvordan dette er avhengig av alderen og kjønn til dyret. Vi har fokusert spesielt på elgens bruk av de ulike habitattypene på øya og i hvilken grad det eksisterer generelle mønstre i habitatbruk og habitatseleksjon (se **kap. 2.8**). Enkelte av disse studiene er relativt komplekse, og vi henviser derfor de mest interesserte til originalartiklene for nærmere beskrivelser av resultatene (eks. Ofstad et al. 2019). Andre resultater er å finne i Tremblay et al. (2007), Ramsrud (2007), Herfindal et al. (2009), og Ofstad et al. (2020).



*Elgen på Vega beiter ofte på eller i kanten av innmarka i sommerhalvåret. Her er det et videokamera i halsbåndet på oksene i forgrunnen som filmer tre andre okser i juli 2022. Foto: Videohalsbånd, NINA/SLU.*

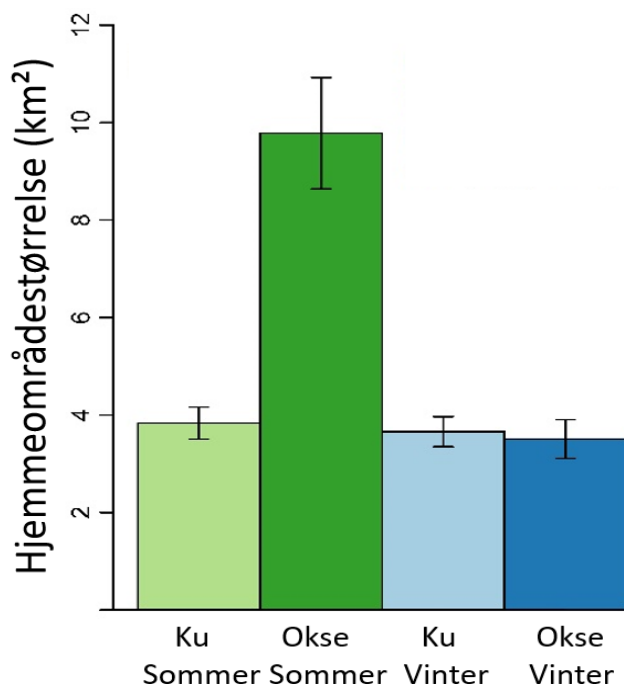
### 3.10.1 Hjemmeområdestørrelse, habitatbruk og habitatseleksjon

På Vega har vi estimert størrelsen av elgens hjemmeområde ved bruk av MCP 100% i sommerhalvåret og med BB 90 % i både sommersesongen og vintersesongen (se **kap. 2.8** for definisjoner). Begge metoder gir et mål på arealet som elgen oppholder seg innenfor, men mens MCP 100% inkluderer alle kjente posisjoner for det aktuelle dyret, vil BB 90 % omfavne områder som benyttes mest intensivt. Begge metoder viser mye av det samme mønsteret.

Vi fant vi at okser bruker større arealer enn kyr og at det er en viss økning i størrelsen på arealet med økende alder (Herfindal et al. 2009, Ofstad et al. 2019). Størst er kjønnsforskjellen i sommerhalvåret, når oksene bruker mer enn dobbelt så store hjemmeområder som elgkyrner (**Figur 3.10.2**). Dette var tilfelle både når vi estimerte hjemmeområdet ved bruk av BB 90 % (Ofstad et al. 2019, **Figur 3.10.2**) og MCP 100 % (Herfindal et al. 2009, okser: 25 km<sup>2</sup>, kyr: 12 km<sup>2</sup>). I vinterhalvåret er hjemmeområdene mindre i størrelse og varierer ikke mellom kjønn (**Figur 3.10.2**).

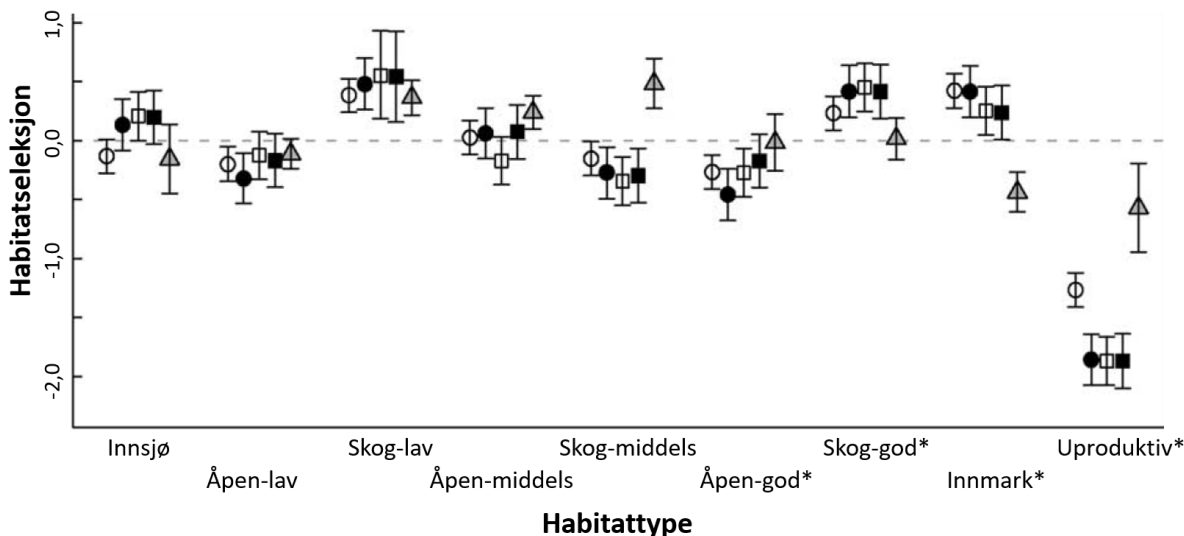
Selv om elgen brukte tilnærmet alle typer habitat der det var mulig å finne mat (**Figur 3.10.1**), oppholdt den seg mest (dvs. hjemmeområdet) der beitetilbudet og skjulmulighetene var best. I sommerhalvåret valgte elgen å legge hjemmeområdet på deler av øya med en høy andel skog med lav og høy beiteverdi, samt med innmarksarealer. Åpne areal typer med lav og høy beiteverdi og skog med middels beiteverdi ble brukt mindre enn forventet ut fra tilgjengelighet på landskapsnivå (**Figur 3.10.3**). Det samme var tilfelle for uproduktive arealer. Sistnevnte habitattype er gjerne bebodde arealer og områder med bart fjell, og har derfor lite å tilby en elg.

Habitatseleksjon innenfor hjemmeområder fulgte delvis det samme mønsteret som på landskapsnivå, men ikke alltid (**Figur 3.10.3**). For eksempel var det seleksjon for både skog og åpne arealer med middels beiteverdi, mens disse habitattypene ikke ble selektert for på landskapsnivå. I tillegg fant vi at elgen ikke prefererte innmark og skog med høy beiteverdi på hjemmeområdenivå, mens disse ble selektert for på landskapsnivå (**Figur 3.10.3**).



**Figur 3.10.2.** Størrelsen av hjemmeområdet til elgkyr og elgokser på sommer (18/5 – 4/9) og vinter (12/12 – 28/2) på Vega. Hjemmeområdet er estimert med 90 % Brownian bridge density estimator (BB 90 %). Denne metoden omfavner kun arealene som brukes mest intensivt, men utelater arealer som sjeldent brukes (**kap. 2.8**). Tilpasset etter Ofstad et al. 2019.

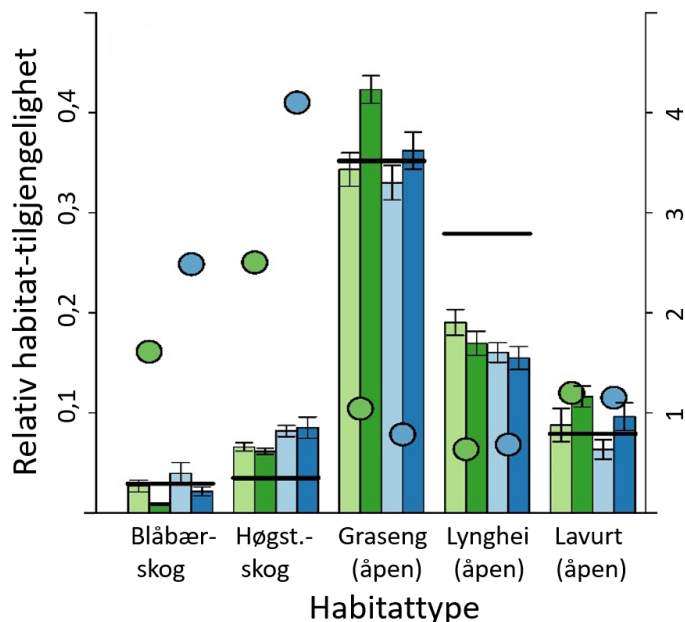
På landskapsnivå unngikk heller ikke elgen habitattypene med høy menneskelig aktivitet, men det motsatte var tilfelle innenfor hjemmeområder (**Figur 3.10.3**). Med andre ord kan elgen ofte velge hjemmeområder som innlemmer habitater med høy menneskelig aktivitet, men innenfor hjemmeområdet blir disse habitattypene brukt mindre enn forventet ut fra tilgjengelighet. I praksis betyr dette at elgene kan leve ganske tett på mennesker, men i sitt daglige virke unngår de habitattypene der det er størst sannsynlighet for å møte på folk.



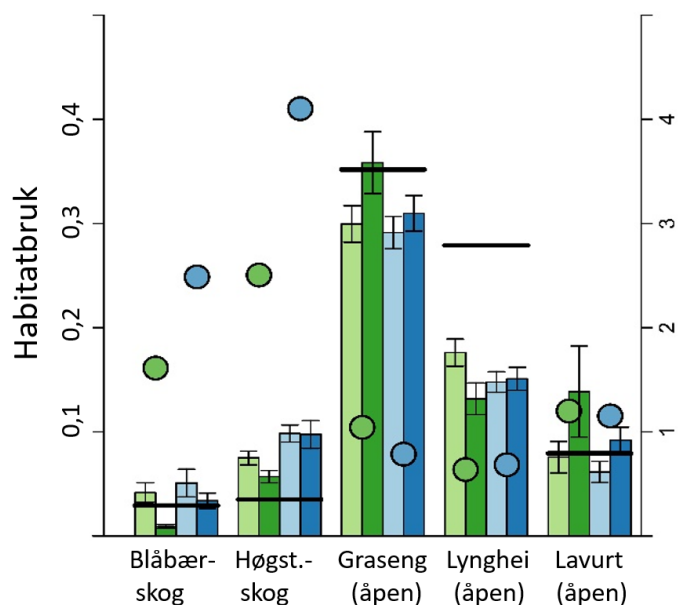
**Figur 3.10.3.** Habitatseleksjon på landskapsnivå (95 % CI) på Vega for voksne (2 år +) elgkyr (åpne sirkler), åringskyr (fylte sirkler), voksne okser (åpne kvadrat) og åringsokser (fylte kvadrat), og samlet habitatseleksjon innenfor hjemmeområder (grå triangel). Stiplet linje viser der andelen bruk er lik andelen tilgjengelig (dvs. habitatseleksjon = 0). Verdier over 0 antyder at habitattypen prefereres (foretrekkes), mens verdier under 0 antyder at habitattypen ikke prefereres (unngås). Habitattypene er inndelt i åpne og lukkede (skog) arealer med lav, middels og god beiteverdi for elg (se **Tabell 2.1**). En stjerne (\*) antyder at habitattypen preges av relativt mye menneskelig aktivitet (forstyrrelse). Tilpasset etter Herfindal et al. 2009.

Disse studiene ble gjennomført basert på elger merket med VHF-sendere og følgelig er nøyaktigheten av lokasjonene relativt lav, og data er kun tilgjengelig fra den lyse delen av døgnet

og året. Fordi elgen er mer villig til å bruke menneskenære og åpne habitattyper på nattestid, kan det være at seleksjonsmønsteret avvike noe fra dette mønsteret i andre perioder. I en senere analyse av GPS-merket elg fant vi likevel mye av det samme mønsteret (**Figur 3.10.4** og **Figur 3.10.5**, Ofstad et al. 2019). I dette studie benyttet vi i gjennomsnitt mer enn 2000 GPS-lokasjoner fra hvert individ, og fikk dermed et svært godt bilde på hvor elgen oppholdt seg gjennom døgnet og året.



**Figur 3.10.4.** Relativ habitat-tilgjengelighet ( $\pm 1$  SE) i hjemmeområder til okser (mørk farge) og kyr (lys farge) på sommer (grønne søyler, 18/5 – 4/9) og vinter (blå søyler, 12/12 – 28/2) i forhold til habitattilgjengelighet på landskapsnivå (fet, horisontal linje). Fargede sirkler (høyre y-akse) er et relativt mål på sannsynligheten for å påtreffe en elg i den aktuelle habitattypen. Habitatene er lauvskog med feltsjikt dominert av blåbærlyng (blåbærskog) eller høgstauder (høgstskog), eller åpne arealer dominert av gras (graseng), lyng (lynghei) eller lave urter (lavurt). Tilpasset etter Ofstad et al. 2019.



**Figur 3.10.5.** Habitatbruk ( $\pm 1$  SE) i på sommer (grønne søyler, 18/5 – 4/9) og vinter (blå søyler, 12/12 – 28/2) for okser (mørk farge) og kyr (lys farge) i forhold til habitattypens tilgjengelighet på landskapsnivå (fet, horisontal linje). Fargede sirkler (høyre y-akse) er et relativt mål på sannsynligheten for å påtreffe en elg i den aktuelle habitattypen. Habitatene er lauvskog med feltsjikt dominert av blåbærlyng (blåbærskog) eller høgstauder (høgstskog), eller åpne arealer dominert av gras (graseng), lyng (lynghei) eller lave urter (lavurt). Tilpasset etter Ofstad et al. 2019.

I sistnevnte studie benyttet vi en litt annen inndeling av habitattypene enn i Herfindal et al. 2009 (**Figur 3.10.3**) og fjernet fra analysene habitattyper som i liten grad blir brukt (eks. uproduktive arealer, ferskvann, arealer over tregrensa). Vi satt da igjen med fem ulike habitattyper hvorav to var i lauvskog med feltsjikt av blåbærlyng eller høye stauder (eks. mjørdurt) og tre var åpne habitattyper med feltsjikt dominert av gras, lyng eller lave urter (**Figur 3.10.4**).





*Elgen velger gjerne hjemmeområde basert på hvor den finner best mat og skjulmuligheter. Her ser vi 3 elger som beiter på mjørdurt på Vega i juli 2022. Foto: Videohalsbånd, NINA/SLU.*

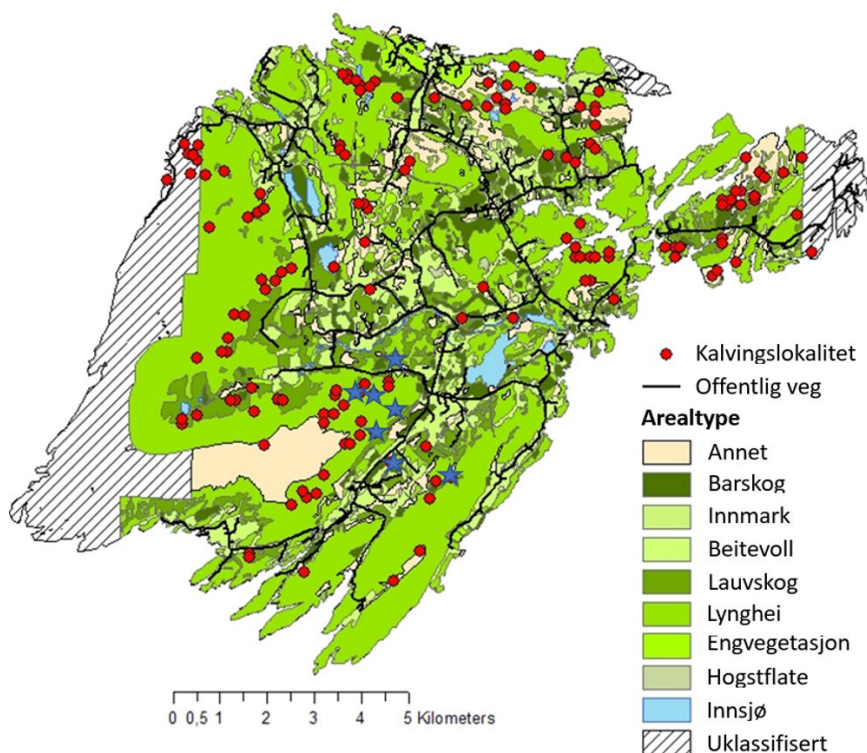
Resultatene fra dette studiet viser at åpen graseng og lynghei er de mest vanlige av de brukte habitattypene på Vega, mens lauvskog med blåbærlyng eller høgstaude er de minst vanlige. Av disse er graseng og lynghei også mest brukt, mens det motsatte var tilfelle for lauvskog (**Figur 3.10.4** og **Figur 3.10.5**). På den annen side var tettheten av elg betydelig høyere i lauvskog enn i de åpne habitattypene. Tettheten synes å være særlig høy i lauvskog med feltsjikt av høgstaude (**Figur 3.10.4**) og vi kan derfor forvente at konkurransen om ressursene er spesielt høy i denne habitattypen. Elgens hjemmeområder hadde også betydelig mer lauvskog med høgstaude enn forventet på landskapsnivå (selekteres for), mens andelen lynghei og lauvskog med blåbærlyng var lavere enn forventet (selekteres mot, **Figur 3.10.5**).

Habitatsammensetning og -bruk innenfor hjemmeområder varierte også mellom kjønn, mellom sommer og vinter, og til en viss grad mellom aldersgrupper (**Figur 3.10.4**, Ofstad et al. 2019). På den annen side var det lite variasjon i habitatseleksjon mellom kjønn og aldersgrupper. Dette var hovedsakelig fordi varierende habitatbruk delvis kompenserte for kjønnsforskjeller i hjemmeområdenes habitatsammensetning. Til tross for relativt like preferanser, var det dermed betydelig variasjon i mekanismene som ligger til grunn for hvilke habitater som selekteres av okser og kyr (Ofstad et al. 2019).

### 3.10.2 Valg av kalvingslokaliteter

En særlig viktig periode i elgkuas liv er kalvings sesongen i slutten av mai og begynnelsen av juni (**Figur 3.9.4**). I den første fasen etter fødsel er kalvene små av vekst og sårbare for ulike forstyrrelser og i enkelte områder også predasjon. På Vega er det ingen villlevende store rovdyr, men bestanden høstes ved bruk av fritidsjakt, og det er gode grunner til å tro at elgen oppfatter mennesket som en mulig predator året rundt. For en elgku vil det derfor svare seg å kalve i områder med lav menneskelig aktivitet. Samtidig må kua produsere tilstrekkelig melk til kalven, noe som krever tilgang til kroppsreserver og fôr av høy kvalitet. Som påpekt over er det på Vega mest og best elgmat i områder nærme folk (**Tabell 2.1.1**), og spørsmålet blir da hvordan elgkua løser et slikt dilemma. Hvor velger den å føde kalven, og er det trygghet eller mat som er den viktigste årsaken til valg av kalvingslokalitet?

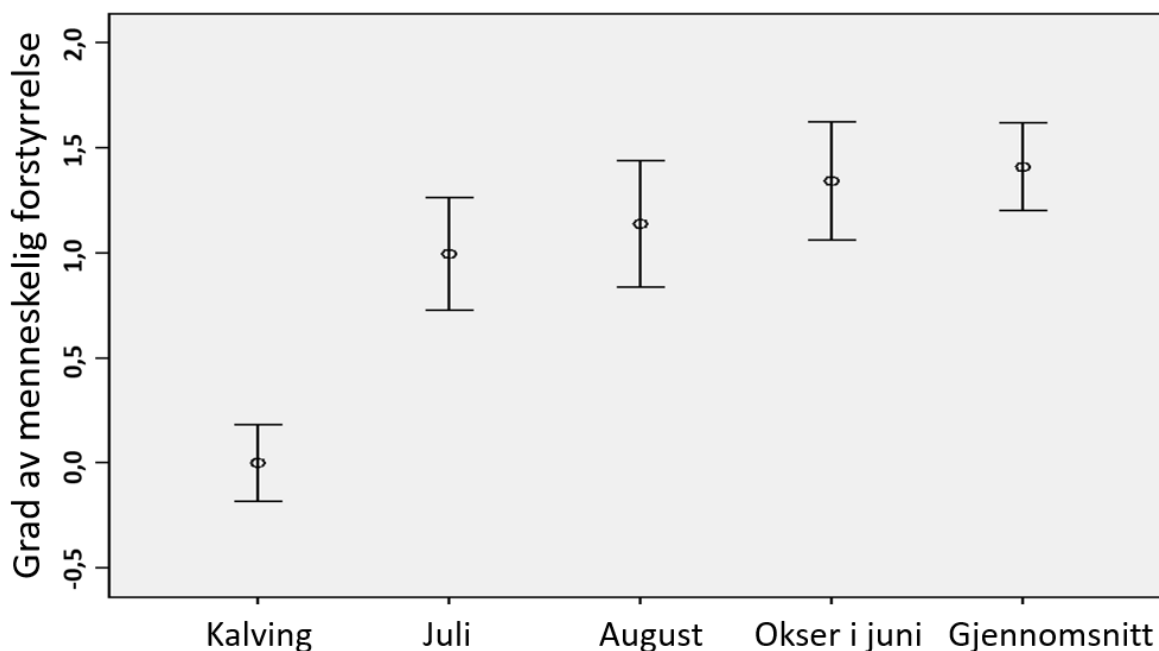
På Vega ser det ut til at trygghet er den viktigste faktoren som styrer hvor elgkua velger å kalve (Ramsrud 2007). Jevnt over befinner kalvingslokalitetene seg med respektfull avstand til hus og veg, og hvis de er nærme folk oppholder de seg gjerne i skog (**Figur 3.10.6**, **Figur 3.10.7**). Flest kalvingslokaliteter finner vi i arealtypen lynghei som er en samlebetegnelse for den mest dominerende habitattypen på øya (habitattype 1, **Tabell 2.1.1**). Dette er en relativt åpen habitattype, som nå er ferd med å gro igjen med bjørk og andre trær og busker. I disse områdene er det derfor mulig å finne skjul samtidig som eventuelle trusler kan oppdages på relativt stor avstand. Denne muligheten forsterkes ved at kalvingslokaliteten ofte ligger høyere i terrenget enn områdene rundt (Ramsrud 2007).



Mattilbudet i nærområdet framstår som mindre viktig ved valg av kalvingslokalitet. Arealene med lynghei produserer få beiteplanter for elg (Sviland 2001, **Tabell 2.1.1**), men er likevel habitattypen som er mest brukt av kalvende elgkyr. Til sammenligning er oksene langt mindre selektive med hensyn til hvor de oppholdt seg i samme periode (juni, **Figur 3.10.7**). Oksene bidrar ikke i omsorgen for kalven og kan derfor prioritere høyt matinntak i sterkere grad enn kalvende kyr. Den samme responsen ser vi også for kyr med kalv i juli og august, når kalven er mer mobil og mindre sårbar. Dette forsterker inntrykket av at mattilbudet er mindre viktig i den første fasen av kalvens liv, men blir stadig mer viktig når kalven går over fra en melkediett til selv å innta planteføde.

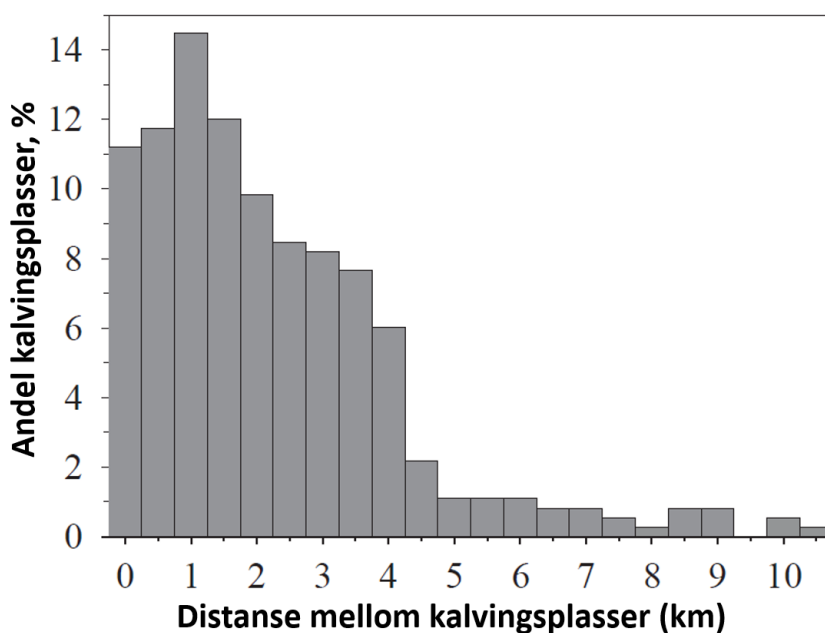
I områder der predasjon fra ulv og bjørn er vanlig, og elgen i varierende grad jaktes på av mennesker, har man funnet mange av de samme resultatene. I nasjonalparker i Alaska, der jakt er forbudt, unngår kua i liten grad områder med høy menneskelig aktivitet (veier, campingplasser) under kalving, men synes å velge kalvingslokaliteten i områder med gode forhold for å unngå predasjon fra bjørn (Bowyer et al. 1999). Tilsvarende er det vanlig at elgkyrne på øya Isle Royal i Lake Superior (USA) velger å kalve på småøyene utenfor hovedøya for å unngå predasjon fra ulv (Stephens & Peterson 1984). Elgen er en svært god til å svømme, selv i ung alder, og interessant nok finner vi da også at elgen på Vega ofte føder kalven nærme innsjøer og bekker, og nes og viker i sjøen. Dette er områder som kan tilby gode fluktmuligheter dersom det blir nødvendig. I hvilken grad slik anti-predasjonsatferd bygger på egne og tillærte erfaringer, eller om

det skyldes evolusjonære tilpasninger gjennom tusenvis av år er i mindre grad kjent, men mest sannsynlig er begge prosessene involvert (jfr. Berger 1999).



**Figur 3.10.7.** Grad av menneskelig forstyrrelser på lokaliteten der elgkyr med kalv var i kalvingsperioden, og i juli og august, og der oksene var i juni. Gjennomsnitt er gjennomsnittlig grad av forstyrrelser i områdene brukt av elg på Vega i sommerhalvåret. Områder med høy grad av forstyrrelser var også preget av høy beiteverdi for elg (Tabell 2.1.1). Figur tilpasset etter Ramsrud (2007).

Når elgkua først har funnet seg et sikkert sted å føde kalven, vil hun vanligvis bruke det samme kalvingsområdet i påfølgende år (Tremblay et al. 2007). På Vega var det i gjennomsnitt 2,1 km mellom lokaliteter der kua ble observert med kalv i påfølgende år (Figur 3.10.7), men vi ser ikke bort fra at selve kalvingen foregikk betydelig nærmere. Til sammenligning var avstanden mellom kalvingslokaliteter til andre elgkyr i overlappende hjemmeområder nesten dobbelt så stor (3,9 km, Tremblay et al. 2007).



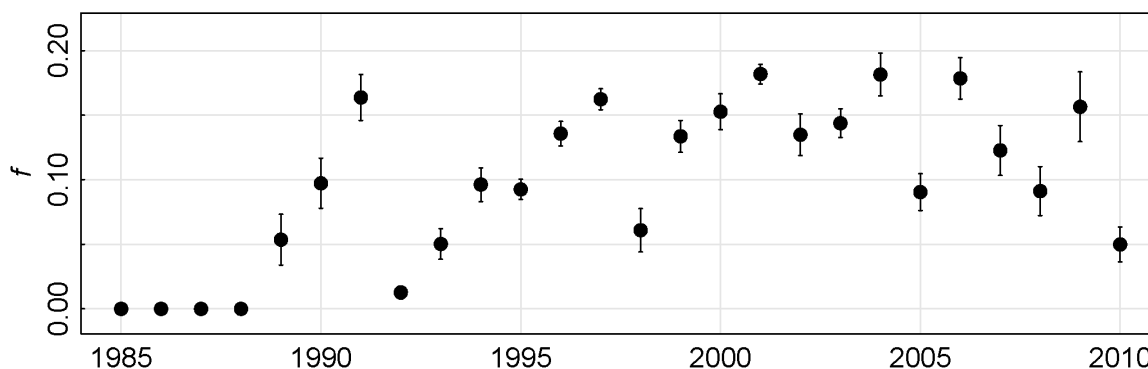
**Figur 3.10.8.** Fordeling av kalvingsplasser i forhold til distansen mellom påfølgende kalvingsplasser for hver av 30 ulike elgkyr på Vega i perioden 1992-2005. Tilpasset etter Tremblay et al. 2007.

### 3.11 Innavl, innavlsdepresjon og innavlsunnngåelse

I små og isolerte bestander kan det ofte forekomme paringer mellom nære slektninger, med mulig negative konsekvenser for individenes overlevelse og reproduktive suksess (dvs. innavlsdepresjon, Keller & Waller 2002). Graden av innavl måles gjerne ved bruk av den såkalte innavlskoeffisienten,  $f$ . Denne kan variere fra 0 hos ikke-innavla dyr, og øker fra 0,06 ved paring mellom fetter og kusine, 0,13 når halvsøsken parer seg, og til 0,25 når helsøsken parer seg med hverandre. Graden av innavl kan også hope seg opp over generasjoner som følge av gjentatte paringer mellom slektninger, og kan dermed bli betydelig høyere enn 0,25 (Haanes et al. 2014).

På Vega var det stor variasjon i graden av innavl mellom individer, og det var også stor variasjon mellom år (**Figur 3.11.1**). Sistnevnte skyldes gjerne at nye elger innvandret til øya og bidro med nye gener til bestanden i påfølgende år (**Figur 3.11.1**). De lavere verdiene i 1992, 1998 og 2005 er eksempler på dette (**Figur 3.11.1**). I perioden 1985-2010 var anslagsvis tre fjerdedeler av elgene i bestanden på Vega innavla, og graden av innavl økte over tid. I gjennomsnitt var den individuelle innavlskoeffisienten i bestanden 0,12 i denne perioden (Haanes et al. 2013), men var nærmere 0,20 i enkelte år (**Figur 3.11.1**). Med andre ord var det gjennomsnittlige slektskapet mellom to reproduserende individer nesten på nivå med to helsøsken i de mest ekstreme årene.

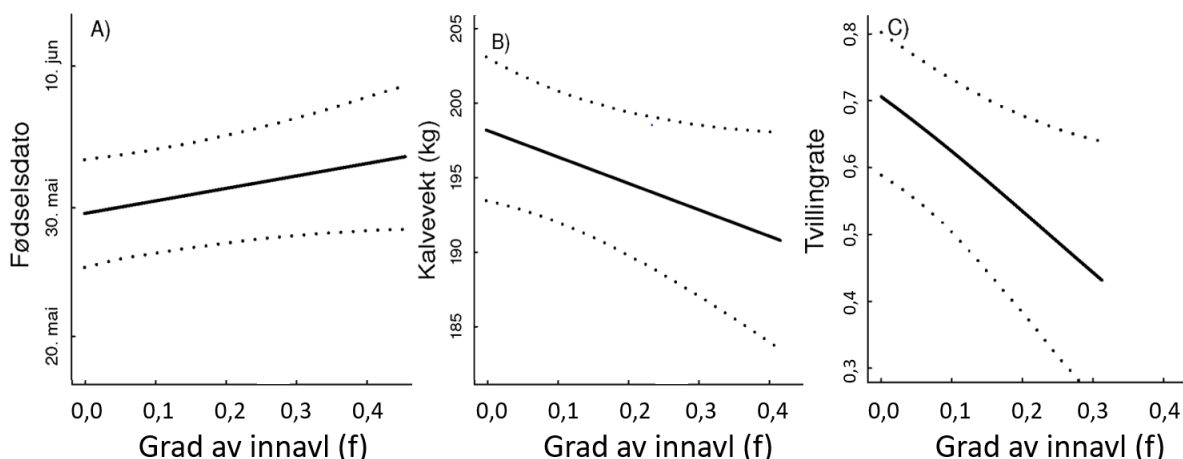
Den høyeste graden av innavl vi kjenner til på Vega var et individ med innavlskoeffisient på 0,47, og i flere tilfeller registrerte vi avkom etter parringer mellom fedre og døtre, og mellom bror og søster. Det var likevel relativt få avkom som skyldes parringer mellom svært nære slektninger. Av totalt 250 parringer registrerte vi 29 parringer mellom søsken eller foreldre og avkom. Tilsvarende grad av innavl er også registrert i andre små og isolerte bestander av pattedyr (se Herfindal et al. 2021).



**Figur 3.11.1.** Graden av innavl ( $f$ ) hos elgen på Vega i studieperioden 1985-2010. Høyere verdier antyder høyere innavlsgrad. Lavere verdier i enkelte av årene etter 1990 viser innflytelsen fra innvandrende individer. Tilpasset etter Haanes et al. 2013.

Graden av innavl på Vega hadde som forventet konsekvenser for elgens overlevelse og reproduktive suksess. Dette så vi først og fremst i form av forsinket kalvingstidspunkt, redusert kalvevekt og redusert tvillingkalvproduksjon hos de mest innavla individene (**Figur 3.11.2**). Kalvevekt var også relatert til fødselstidspunktet, mens tvillingraten var relatert til fødselstidspunkt og kalvevekt. Effekter av innavl forplanter seg dermed fra tidligere til seinere livsstadier innen et individ. Analysene viste dessuten at det var separate effekter av innavl på kalvevekt og tvillingrate, uavhengig av fødselstidspunktet (Haanes et al. 2013).

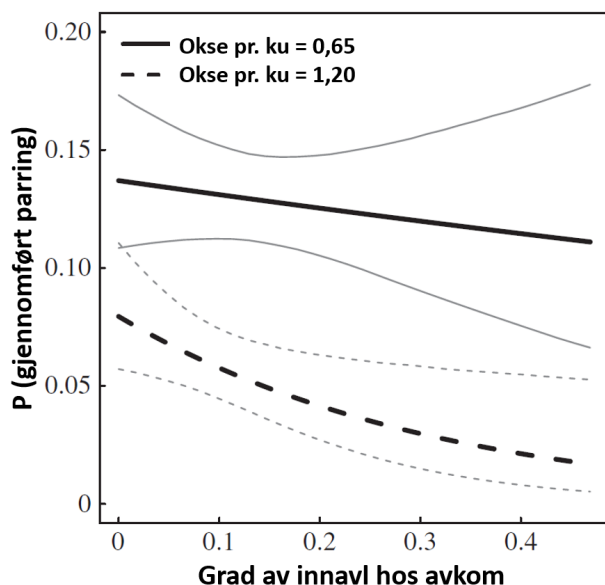
Til tross for innavlseffekter, er elgbestanden på Vega fortsatt i godt hold. Selv blant de mest innavla individene var kalvevekten og tvillingkalvproduksjonen høy (**Figur 3.11.2**), og høyere enn hva vi vanligvis observerer i fastlandsbestander av elg (Solberg et al. 2022). Det heldige for Vega-elgen er at de lever i et miljø som har rikelig med høykvalitetsmat og med en relativt lang vekstsesong og snøfattige vintre. Dette kompenserer i stor grad for den kondisjonsreduksjonen som følger av at mange individer er innavla.



**Figur 3.11.2.** Variasjon i kalvingstidspunkt, kalvevekt og tvillingrate i forhold til graden av innavl hos elg på Vega. Tilpasset etter Haanes et al. 2013.

Graden av innavl i bestanden på Vega var dessuten lavere enn hva vi kunne ha forventet dersom elgkyrne valgte sine partnere tilfeldig (Herfindal et al. 2014). Som følge av de mulige negative konsekvensene, har dyr ofte utviklet strategier for å unngå innavl. Dette kan være i form av kjønns-spesifikk spredning av unge individer (eks. kun hanndyr), eller midlertidig utvandring i paringssesongen. På det viset vil nært beslektede individer av motsatt kjønn sjeldent kunne pare seg med hverandre. En forutsetning er at spredning og utvandring kan gjennomføres uten for store kostnader, hvilket ikke alltid er mulig. I slike tilfeller vil valget ofte stå mellom å pare seg med en nær slektning eller la være å pare seg i det aktuelle året (Herfindal et al. 2014).

Det høye slektskapet kombinert med begrensede muligheter for permanent eller midlertidig utvandring, tilsier at elgkyrne på Vega står i et slikt dilemma. De fleste aktuelle partnere i nærområdet er nære slektninger og følgelig vil det ofte oppstå en viss grad av innavl dersom individene velger å pare seg – hvilket de helt opplagt gjør. Likevel ser vi at elgkyrne foretrekker å pare seg med de oksene de er minst i slekt med, hvis mulig (**Figur 3.11.3**). Dette er særlig tydelig i år med høy bestandstetthet og høy okseandel (mange partnere å velge mellom). I slike år er det lavere sannsynlighet for at elgkyr på Vega parer seg med en nært beslektet okse, som ville ha ført til høy grad av innavl i avkommet (**Figur 3.11.3**).



**Figur 3.11.3.** Sannsynligheten ( $P$ ) for at en okse og en ku har paret seg i forhold til forventet grad av innavl hos avkommet. Sannsynligheten synker desto større grad av innavl som kan forventes i avkommet, og effekten er størst når det er mange partnere å velge mellom. Tilpasset etter Herfindal et al. 2014.

Hvordan elgkyrne er i stand til å gjenkjenne nære slektninger er uklart, men muligens er både lukt, utseende og en viss grad av 'kunnskap' om de reelle slektskapsbåndene medvirkende. Mange aktuelle partnerne kan for eksempel være avkom av en tvillingsøster eller søster (eller datter) født i etterfølgende år. Nært slektskap var imidlertid av mindre betydning når valgmulighetene var få. Dette vitner om at gevinsten av å produsere ett eller to innavla avkom fortsatt er høyere enn den energimessige gevinsten elgkua oppnår ved å avstå fra parring i et gitt år (eks. økt kroppsmasse med muligheter for høyere kalveproduksjon påfølgende år). Dette samstemmer godt med resultatene i **Figur 3.11.2**, som viser at nedgangen i vekst og reproduksjon er relativt beskjedent, selv ved betydelig grad av innavl i avkommet.

### 3.12 Jaktseleksjon og evolusjonære prosesser

Ved oppstart av elgstudiene på Vega var hovedintensjonen å undersøke i hvilken grad ulike forvaltnings- og jaktstrategier kan få uheldige konsekvenser for elgbestanders produktivitet og tilpasningsevne på kort og lang sikt. I dette ligger også muligheten for at vi som jegere utøver en viss grad av selektiv jakt med påfølgende evolusjonære forandringer i elgens fenotypiske (observerte) egenskaper (Allendorf & Hard 2009, Palkovacs et al. 2018). Slik jaktseleksjon (eller høstingseleksjon) er sannsynligvis noe som foregår i alle høsta bestander av ville dyr, men mekanismene er komplekse og de evolusjonære konsekvensene er ofte ukjente. Dette er delvis fordi jaktseleksjon ikke bare innebærer en bevisst søken etter spesielle individer (eks. ønsket om å felle de største oksene, troféjakt), men også kan skyldes et (ikke-bevisst) skjevt uttak av dyr med ulike egenskaper. For eksempel kan det eksistere individuelle forskjeller i atferd som gjør elgene mer eller mindre utsatt for å bli oppdaget og skutt av jegere (eks. sky og dristige atferdstrekk). I elgbestanden på Vega har vi hatt muligheten til å studere disse evolusjonære prosessene fordi vi kjenner individenes morfologiske (eks. vekt, gevir), reproduktive, og atferdsmessige egenskaper, og i hvilken grad disse individene har bidrar til bestandens vekstrate (Kvalnes et al. 2016, Ofstad et al. 2020).

Blant elgkyrne var det seleksjon for tidlig kalving fordi tidligkalvene kyr produserte i gjennomsnitt flere rekrutter. I tillegg fant vi retningsbestemt seleksjon for elgkyr med lav kroppsvekt som kalv (Kvalnes et al. 2016). Dette var fordi store elgkyr fikk fraskutt relativt flere kulkalver enn små elgkyr. Kalvene utgjør en stor andel av jaktuttaket på Vega (**Figur 3.1.3**), og store (eldre) elgkyr produserer både tyngre (**Figur 3.6.3**) og flere kalver (**Figur 3.7.2**). Forskjellen i jaktdødelighet kan dermed oppstå fordi jegerne foretrekker å felle kalver fra tvillingproduserende elgkyr eller fordi de foretrekker store kalver som med større sannsynlighet produseres av store elgkyr. En annen mulighet er at store elgkyr med større sannsynlighet oppdages av jegerne. For eksempel fant vi at store elgkyr bruker åpne områder med større sannsynlighet enn mindre elgkyr, og dermed løper de større risiko for å få fraskutt kalvene under jakta (Ofstad et al. 2020, **kap. 3.12.1**).

Blant oksene var det ingen tilsvarende seleksjon for individer med lav kroppsvekt som kalv (Kvalnes et al. 2016). Med andre ord er det på Vega ingen tendens til at jegerne velger å felle okser som var store som kalv, og okser med høy kalvevekt fikk heller ikke flere avkom enn okser med lav kalvevekt. Dette kan virke overraskende ettersom kalvevekten ofte er nært korrelert med vekten elgen senere oppnår som voksen (**Figur 3.6.2**). Okser kan imidlertid vokse over mange år (til 6-7 års alder, **Figur 3.6.1**), og selv små oksekulver kan derfor bli store og produktive individer hvis de får leve lenge nok (**kap. 3.8**). Dette betyr at alder ofte er den viktigste årsaken til at enkelte okser er større og mer produktive enn andre. Av samme grunn vil heller ikke et selektivt uttak av de største oksene alltid føre til en utvikling mot små okser i elgbestander.

Til forskjell fra kyrne, fant vi også jaktseleksjon for senere kalvingstidspunkt for oksekulver. Dette skyldes i hovedsak at tidligfødte okser hadde større sannsynlighet for å bli felt av jegerne. I gjennomsnitt var det 9 dagers forskjell i fødselsdato mellom felte og overlevende individer. Samtidig hadde tidligfødte okser større reproduktiv suksess og dette motvirket delvis den større overlevelsen av sentfødte individer. Hvorfor tidligfødte okser er mer utsatt for å bli skutt er ikke kjent, men kan være relatert til egenskaper hos tidligfødte individer som gjør oksene mer attraktive fra

jegernes side. Alternativt kan det være at tidligfødte okser utvikler en atferd som gjør at de oftere eksponerer seg for jegere.

Både vekt og fødselsdato hadde en viss grad av additiv genetisk variasjon, som betyr at disse egenskapene er delvis arvelige. Dersom det samme seleksjonsregimet opprettholdes, kan vi forvente å se en evolusjonær utvikling i retning av lavere vekter og senere kalving i bestanden over tid. I løpet av studieperioden (2000-2011, Kvalnes et al. 2016) registrerte vi ingen slike endringer i kalvevekter, men fødselsdatoen økte. Siden disse analysene ble avsluttet har imidlertid kalvevektene sunket (**Figur 3.9.1**), og kalvingssesongen er fortsatt senere enn i starten av studiet (**Figur 3.9.4**). Hvorvidt dette skyldes jaktindusert seleksjon, er likevel usikkert.

I høsta bestander kan både jaktseleksjon og naturlig seleksjon føre til evolusjonære forandringer, og tidvis kan disse kreftene virke i motsatt retning. For eksempel kan vi forvente at klimaendringer og tidligere vårstart gjør det fordelaktig for elgen å starte kalvingen tidligere nå enn før (naturlig seleksjon) slik at kalven kan nyttiggjøre seg beiteplantene når de er mest næringsrike. Dersom jaktindusert seleksjon fører til at kalvingstidspunktet trekkes i motsatt retning, kan det likevel ta lang tid før elgen klarer å tilpasse seg en stadig tidligere start på våren og vekstsesongen (Herfindal 2021). Dette synliggjør en stor utfordring for mange høsta dyrearter. Under de pågående klimaendringene er det derfor viktig at dyrestander får beholde tilstrekkelig genetisk variasjon slik at de raskt kan tilpasse seg endrede leveforhold. Samtidig må jaktindusert seleksjon ikke motvirker effekten av naturlige seleksjon i denne tilpasningsprosessen.

### 3.12.1 Betydningen av elgens atferd

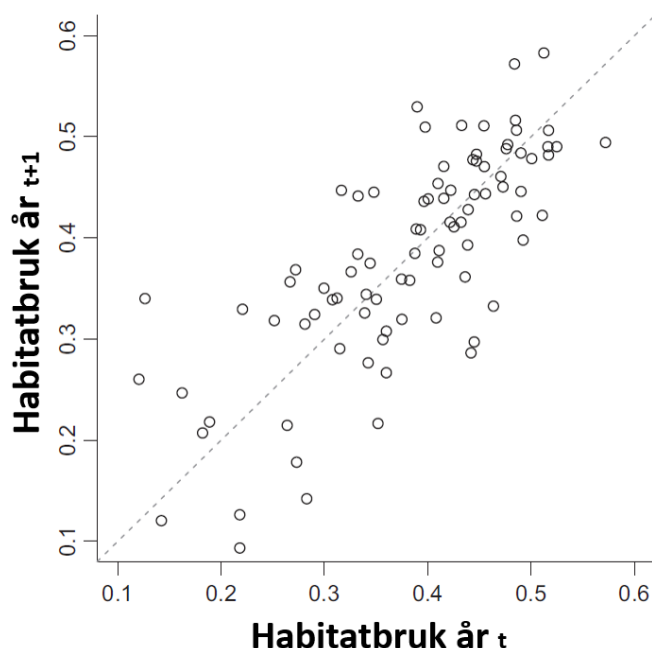
Forskjeller i fruktbarhets- og dødelighetsrater kan avdekke hvilke egenskaper hos elgen som er en fordel og en ulempe i møte med jegerne på Vega, men det er ikke alltid lett å avklare hvorfor det er slik (Ofstad et al. 2020). Når en jeger velger å felle en elg, har vedkommende ingen informasjon om når dette individet ble født i løpet av kalvingssesongen eller hvor tungt individet var som kalv. Likevel er sannsynligheten for at en elg skal bli felt assosiert med slike egenskaper. Hvorfor er det slik?

En mulighet er at dette skyldes individforskjeller i atferd, og da hovedsakelig med hensyn til hva slags typer habitat elgene velger å benytte i løpet av året (Ofstad et al. 2020). I likhet med mennesker er elger utstyrt med individuelle særtrekk, eller personligheter, og ett av disse særtrekkenene er hvor villige (dristige) eller uvillige (sky) individene er for å utsette seg for farer (risikovillighet). For eksempel kan det være at elger, som i utgangspunktet er en skoglevende art, varierer med hensyn til hvor villige de eksponerer seg i åpent terreng. I sin søken etter mat må elgen tidvis bevege seg over eller finne mat i mer åpne vegetasjonstyper, men da øker også risikoen for å bli oppdaget av rovdyr og jegere.

På Vega består utmarka av et lappeteppes av tett skog, lyngheier med åpen skog, myr og innmarksarealer med grasproduksjon. Disse habitatene varierer mye med hensyn til mattilbud og skjulmuligheter. I sommerhalvåret kan særlig grasarealene tilby svært gode beitemuligheter for elgen, men samtidig er de helt uten skjulmuligheter, og i store deler av sommerhalvåret er det nesten ikke mørkt nattetid. Mange elger er likevel villige til å eksponere seg i åpent terreng for å dra nytten av denne maten, men ikke alle. Spørsmålene vi stilte oss var derfor 1) hvorvidt disse forskjellene i eksponeringsvillighet var konsistente over tid, og 2) om det var forskjeller i fruktbarhet og dødelighet mellom dristige og sky individer. Dersom det er konsistente forskjeller i slike atferdstrekk, kan det være at vi som jegere ubevisst feller de mest dristige elgene med større sannsynlighet enn de mer sky individene.

Resultatene antyder at elgene på Vega både er konsekvente i sin bruk av åpne habitattyper og at jegerne feller de mest dristige elgene med større sannsynlighet. Elger som ofte beitet på innmark hadde stor sannsynlighet for å gjøre det samme i påfølgende år (**Figur 3.12.1**), og tilsvarende fant vi et nært positivt forhold mellom bruken av innmarka i sommerhalvåret og bruken av åpne skogarealer under jakt sesongen på høsten. Dette antyder at enkelte elger er mer dristige

enn andre med hensyn til å eksponere seg i åpent landskap, og dette gjelder også i jaktseasonen (Ofstad et al. 2020).



**Figur 3.12.1.** Habitatbruk i år  $t+1$  i forhold til habitatbruk i år  $t$ . Det positive forholdet antyder at elgen er relativt konsistent i bruken av ulike habitat typer mellom år. Tilpasset etter Ofstad et al. 2020.

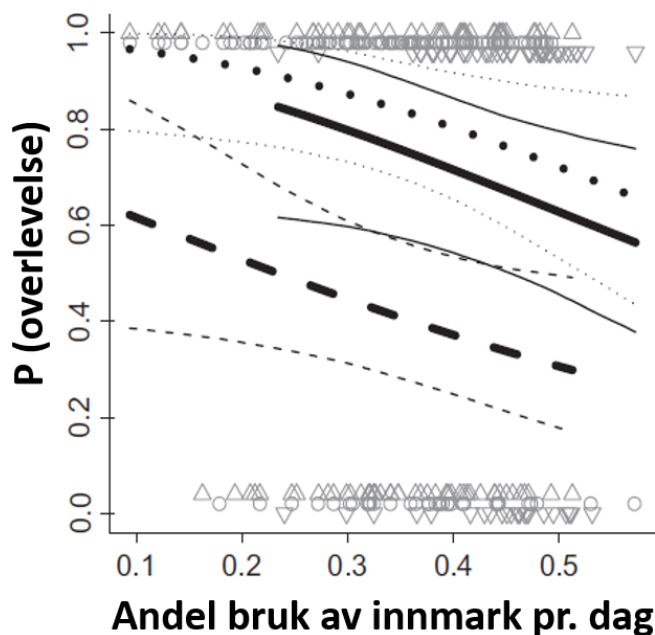
Konsekvensen av disse atferdsforskjellene var at dristige individer med større sannsynlighet ble oppdaget av jegerne under jakta og dermed opplevde høyere risiko for å bli skutt. Dette ser vi illustrert i **Figur 3.12.2**, som viser hvordan sannsynligheten for å overleve jakta synker med økende bruk av innmarksarealer i sommersesongen (**Figur 3.12.2**). Dette gjaldt for okser og kyr uten kalv, samt for kalvene til produktive elgkyr (**Figur 3.12.2**). For produktive elgkyr var det ingen sammenheng mellom overlevelsen og bruken av innmarka, men det skyldes nok mest at kalveproduserende elgkyr sjeldent blir felt av jegerne (**kap. 3.7**). Bruken av innmark og andre åpne habitat typer har derfor en kostnad for elgen i form av redusert overlevelse, og jegerne vil dermed selektere for sky individer i bestanden.

Isolert sett kan denne typen jaktseleksjon føre til at elgene på Vega blir stadig mer sky, men det er ikke hva vi mener å se. På Vega er det svært vanlig å se elger som beiter på innmarka, og ingenting tyder på at innmark og andre åpne arealer benyttes mindre nå enn før. Dette kan være fordi variasjonen i atferd (dristig/sky) er lite arvelig, og følgelig er det ingen økning i frekvensen av sky individer over generasjoner. Dette er imidlertid noe vi finner lite sannsynlig tatt i betraktning hvor konsistente disse atferdsstrategiene synes å være innenfor individ.

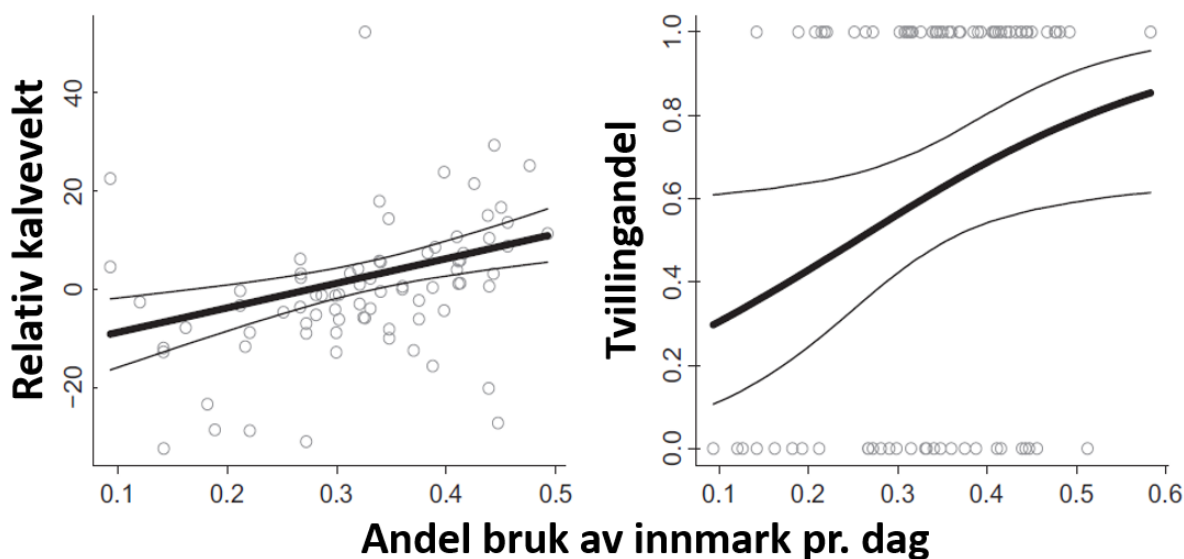
En mer sannsynlig forklaring er at dristige individer også opplever fordeler av sin atferdsstrategi (Ofstad et al. 2020), noe som var tilfelle på Vega. Elgkyr som ofte beitet på innmarka produserte jevnt over flere tvillingkalver og tyngre kalver (**Figur 3.12.3**), og innmarksbeitende okser ble far til flere kalver. Muligens er dette fordi elgen kan konsumere mer næringsrik mat på innmarksarealene enn i utmarka og dristige individer kan dermed vokse seg større og mer produktive enn sky individer.

På Vega ser det ut til at denne effekten kompenserer for den høyere jaktdødeligheten hos dristige individer, med den følge at dristige og sky individer produserer omtrent samme antall kalver i løpet av livet, i gjennomsnitt. Frekvensen av gener som koder for graden av dristighet i bestanden vil derfor forandre seg lite over tid. Dette kan imidlertid endre seg som følge av varierende jakttrykk. For eksempel antyder beregninger at sky individer vil få langt flere avkom enn dristige individer dersom jakttrykket på Vega økes betydelig (Ofstad et al. 2020). Under slike forhold kan vi forvente at elgene på Vega blir stadig mer sky, og fordi de i mindre grad vil bruke innmarksarealene, vil de også bli mindre produktive.





**Figur 3.12.2.** Sannsynligheten for å overleve jakta ( $P$ ) i forhold til bruken av åpne innmarksarealer (for grasproduksjon), for okser (heltrukken linje), kyr uten kalv (prikket linje) og kalver (stiplet linje). Tynne linjer viser 95 % konfidensintervaller. Tilpasset etter Ofstad et al. 2020.



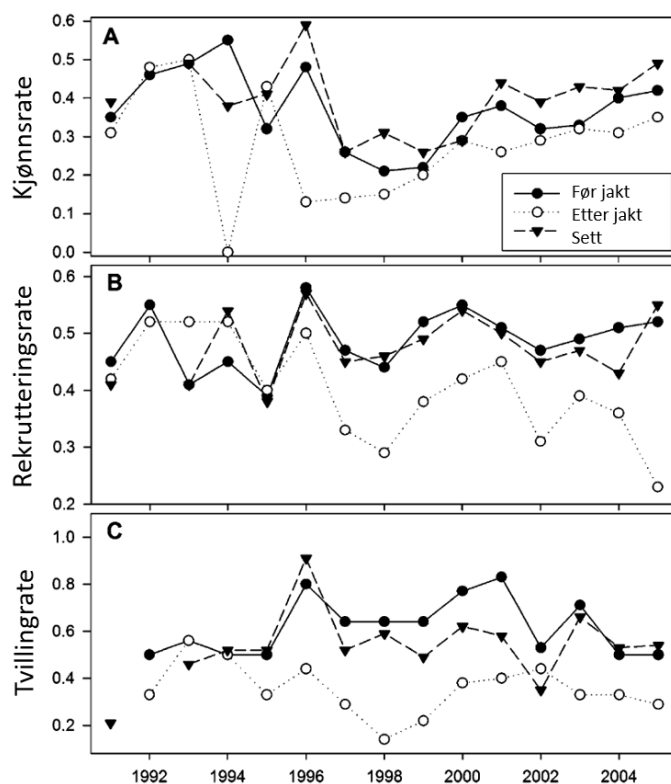
**Figur 3.12.3.** Kalvevekt (justert) og tvillingrate (høyre) i forhold til elgkuas bruk av åpne innmarksarealer (for grasproduksjon). Tynne linjer viser 95 % konfidensintervall. Tilpasset etter Ofstad et al. 2020.

Tilsvarende evolusjonære prosesser kan være til stede i andre områder der elgen kan velge mellom bruken av beiterike, men risikofulle habitater, og beitefattige habitater med lav risiko. Under slike forhold kan den optimale habitatbruken (og fordeling av atferdstrekk) variere med jaktrykket og graden av næringskonkurransen (styrt av bestandsstørrelsen). Kanskje er dette en medvirkende årsak til at vi tidvis observerer synkende slaktevekter og produktivitet i bestander som opplever vedvarende bestandsreduksjon som følge av høyt jaktrykk (eks. Solberg et al. 2022).

### 3.13 Bestandsutvikling basert på Sett elg-data

I 1989 ble det åpnet for elgjakt i Vega kommune og allerede første året registrerte elgjegerne antallet elg som ble sett under jakt og antallet dager det ble jaktet. Disse sett elg-dataene blir innsamlet i regi av den lokale viltforvaltningen og brukes til å overvåke bestandens størrelse og sammensetning basert på flere bestandsindekser. På Vega har vi muligheten til å teste presisjonen av disse indeksene ettersom vi også har gode, uavhengige data på bestandens størrelse og sammensetning basert på merkedata og vintertellinger.

I Solberg et al. (2010) gjennomførte vi en slik undersøkelse basert på data innsamlet i perioden 1991-2005. Denne viste at bestandsindekser basert på sett elg-data for det meste var positivt korrelert med bestandsegenskapene, men med varierende presisjon og nøyaktighet. Presisjonen var høy for kjønnsraten (eks. andel okser, **Figur 3.12.1 A**) og fruktbarhetsindeksene (f.eks. andel kalv og andel ku med tvillingkalv, **Figur 3.12.1 B, C**), mens presisjonen for tetthetsindeksen (sett elg pr. jegerdag) var relativt lav. Sistnevnte kan skyldes synkende oppdagbarhet i løpet av perioden, for eksempel på grunn av generell gjengroing, eller fordi stadig mer marginale områder er tatt i bruk til elgjakt.

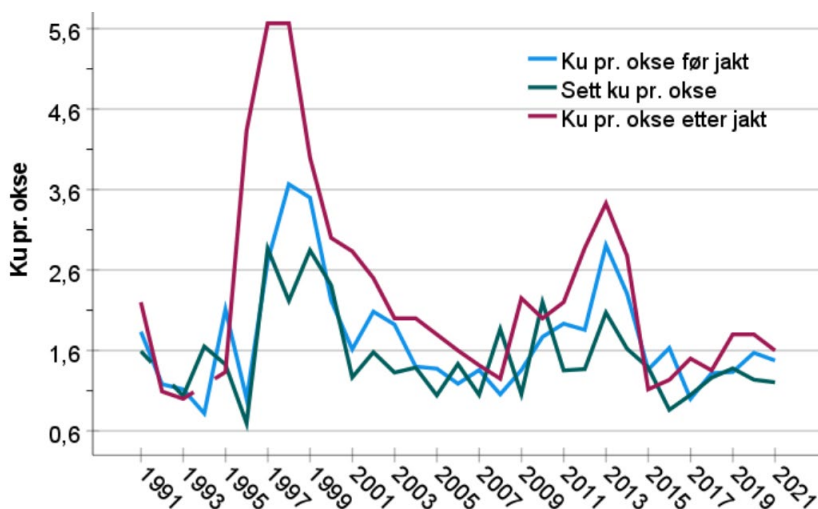


**Figur 3.12.1.** Årlig variasjon i kjønnsrate (andel okser av ett år og eldre elg), rekrutteringsrate (andel kalv av alle ku og kalv) og tvillingrate (andel tvillingprodukerende kyr av alle kyr med kalv eller kalver) på Vega i perioden 1991-2005. Symbolene viser verdiene i bestanden rett før og etter jakt, og i sett elg-materialet innsamlet av jegerne på Vega (sett elg-data mangler i 1992). Tilpasset etter Solberg et al. 2010.

Det faktum at kalver og kyr ble sett med stort sett samme sannsynlighet antyder at fruktbarhetsindeksene også er et rimelig nøyaktig mål på fruktbarhetsratene i bestanden. Sammensetningen av kalv og ku i sett elg-materialet vil likevel aldri stemme helt overens med tilstanden i bestanden ettersom denne endrer seg som følge av varierende uttak i løpet av jakta. På Vega var fruktbarhetsindeksene mest i samsvar med tilstanden i bestanden før jakt (**Figur 3.12.1**), og dette er også hva vi vanligvis finner i andre bestander (men ikke alltid, Solberg et al. 2014).

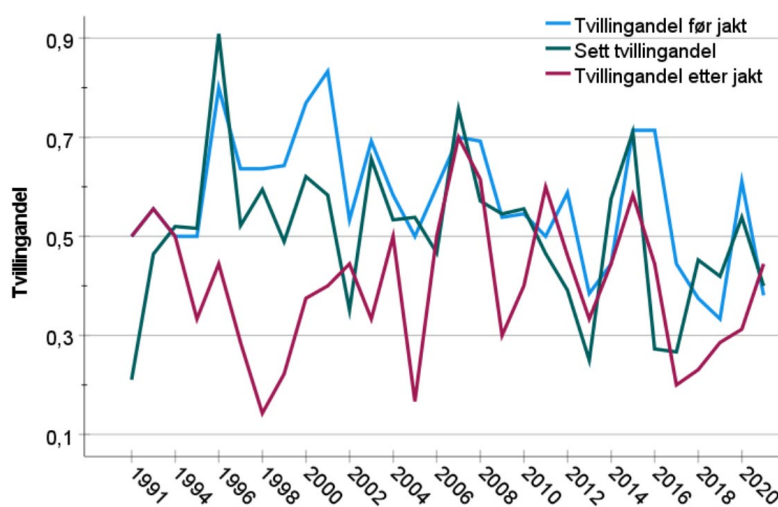
Også kjønnsraten beregnet fra Sett elg-data var mest i samsvar med tilstanden i bestanden før jakt, men andelen okser sett var høyere enn andelen i bestanden (**Figur 3.12.1**). Dette skyldes at oppdagbarheten av okser var hele 1,26 ganger høyere enn for elgkyr. Sett elg-materialet vil dermed overestimere andelen okser i bestanden, og det samme er tilfelle i mange andre elgbestander i Norge (Solberg et al. 2018).

Siden disse analysene ble gjennomført har vi fått ytterligere 16 år med bestandsdata og sett elg-data fra Vega (2006-2021). Når vi inkluderte dette materialet i analysen, fant vi stort sett det samme forholdet som tidligere (**Figur 3.12.2 – Figur 3.12.4**). Kjønnssraten observert av jegerne (sett ku pr. okse) samvarierte positivt ( $p < 0,001$ ) med kjønnssraten i bestanden før jakt ( $r_{sp} = 0,57$ ) og oksene ble oppdaget med høyere sannsynlighet enn elgkyr. Gjennomsnittlig antall ku sett pr. okse var følgelig lavere (1,52) enn gjennomsnittlig antall ku pr. okse i bestanden før jakt (1,74).



**Figur 3.12.2.** Antall ku pr. okse i bestanden på Vega i perioden 1991-2021. Ku pr. okse før og etter jakt er fra den rekonstruerte bestanden, mens sett ku pr. okse er basert på sett elg-data innsamlet av jegerne (sett elg-data mangler i 1992).

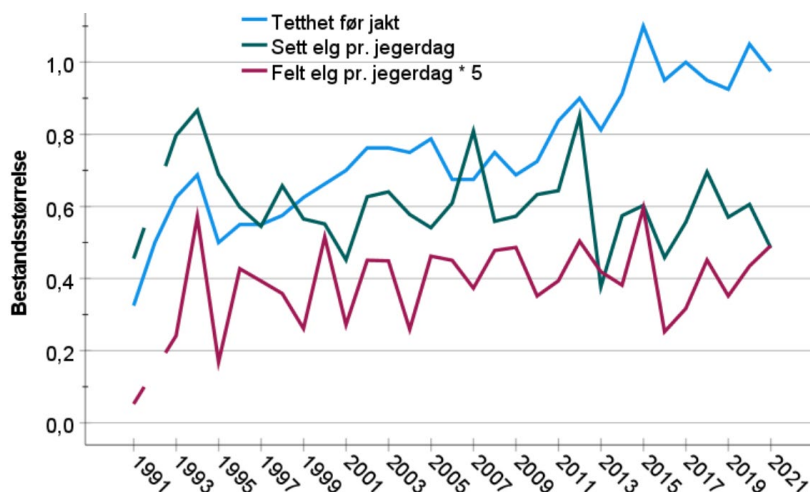
På samme vis samvarierte tvillingandelen observert av jegerne med tvillingandelen i bestanden før jakt (**Figur 3.12.3**,  $r_{sp} = 0,62$ ), også etter at vi inkluderte 16 år med nye data. Det er spesielt interessant å se at den negative trenden i tvillingandelen avspeiles i sett elg-materialet, da elgforvaltningen vanligvis kun har tilgang til sett elg-data når utviklingen i kalveproduksjon skal bedømmes. Samtidig bør man være bevisst på at presisjonen av fruktbarhetsindeksene også kan påvirkes av jaktuttaket. Dette gjelder særlig dersom det er stor variasjon i andelen kalver felt, variasjon i når kalvene felles i løpet av jakta, eller variasjon i andelen tvillingkalver som felles mellom år. Jegerobservasjonene er innhentet fra hele jakt sesongen og følgelig vil kjønns- og alderssammensetningen av sett elg-materialet også være et produkt av hvordan bestanden endrer seg i løpet av jakta.



**Figur 3.12.3.** Andel kyr med tvillingkalv av alle kalveførende kyr (tvillingandel) i bestanden på Vega i perioden 1991-2021. Tvillingandelen før og etter jakt er basert på et utvalg radiomerkede elg, mens sett kalv pr. ku er basert på sett elg-data innsamlet av jegerne (sett elg-data mangler i 1992).

Selv med ytterligere 16 år med data fant vi kun en svak samvariasjon mellom bestandsstørrelse og antall elg sett og felt pr. jegerdag på Vega (**Figur 3.12.4**). I utgangspunktet forventer vi at det

observeres (og felles) flere elg ved samme jaktinnsats (jegerdager) når bestanden øker, og det er også hva vi vanligvis finner i norske bestander (Solberg et al. 2014). Men ikke på Vega. I løpet av hele studieperioden var det stor variasjon i antallet elg sett pr. jegerdag, men ingen signifikant samvariasjon med bestandsstørrelsen før og etter jakt, og ingen trend som avspeiler den faktiske bestandsøkningen (**Figur 3.12.4**). Antallet elg felt pr. jegerdag viste en mer markant økning i perioden, men også for denne indeksen var det i beste fall kun en svak samvariasjon med bestandstettheten før jakt ( $r_{sp} = 0,33$ ,  $p = 0,07$ , **Figur 3.12.4**).



**Figur 3.12.4.** Bestands- tetthet før jakt og antall elg sett og felt pr. jegerdag i perioden 1991-2021. Tetthet før jakt er fra den rekonstruerte bestanden (areal 80 km<sup>2</sup>), mens sett og felt elg pr. jegerdag er basert på sett elg-data innsamlet av jegerne på Vega (sett elg-data mangler i 1992). Felt pr. jegerdag er multiplisert med 5.

Så langt har vi ikke funnet noen opplagt forklaring på hvorfor sett- og felt elg pr. jegerdag ikke i større grad er i stand til å avspeile utviklingen i elgbestandens størrelse på Vega. Som nevnt over kan generell gjengroing og gradvis svakere observasjonsforhold være en årsak, og muligens er det også andre jakttekniske forhold involvert (endring av jaktform). Kortere jaktdager nå enn tidligere (færre jegerdager) kan ha medvirket, men dette støttes ikke av data fra de siste 14 årene, når jegerne også registrerte antallet timer jaktet ([www.hjorteviltregisteret.no](http://www.hjorteviltregisteret.no)). Mest sannsynlig er det her snakk om en kombinasjon av flere medvirkende faktorer. Herunder ligger det en mulighet for at elgen selv kan ha endret atferd over tid. Elgen på Vega har vært gjenstand for jakt i mer enn 30 år, og vi kan ikke utelukke at en del individer har lært av erfaring. Kanskje har de rett og slett blitt flinkere til å gjemme seg for jegerne nå enn tidligere.

### 3.14 Andre studier

Avslutningsvis gjentar vi at rapporten ikke gir en uttømmende oversikt over alle resultatene som har framkommet i elgstudiene på Vega. For en full oversikt viser vi til de originale artiklene og rapportene det refereres til i teksten og i **vedlegg 6.1**. Dette inkluderer også populærvitenskapelige og mer anekdotiske studier publisert i Hjorteviltet og andre norskspråklige magasiner, da flere av disse viser til resultater som ikke er publisert i andre kanaler. Dette gjelder blant annet to studier som viser til henholdsvis betydningen av freemartinisme hos elg (Solberg et al. 2012) og frekvensen av trillingkalvproduksjon hos elgen på Vega og andre steder (Solberg et al. 2023, **Figur 2.2.9**). Freemartinisme er et fenomen som ofte opptrer når storfe produserer tvillingkalver av ulikt kjønn, og kukalven blir ufruktbar på grunn av hormonpåvirkning fra oksekalven. Tidvis har dette dukket opp som et argument for selektiv avskyting av kukalver fra tvillingførende elgkyr. Som vi viser med data fra Vega, er det imidlertid ingen grunn til å mistenke at freemartinisme er et ofte forekommende fenomen hos elgen.

Data fra Vega inngår også i flere metodiske studier. I ett av disse undersøkte vi hvorvidt drektighetsundersøkelser ved rektalpalpasjon kan ha negative effekter på elgkuas kalveproduksjon (Solberg et al. 2011). Rektalpalpasjon utføres ved å undersøke med fingrene (palpere) kuas livmor fra innsiden av dyrets endetarm (rektum), og er en ofte brukt metode for å sjekke om husdyr er drektige. Metoden har vært ansett som relativt harmløs ved bruk på melkekyr, men ved uttesting av metoden på elg fant vi lavere kalveproduksjon hos palperte enn ikke-palperte

kyr. Dette kan også skyldes andre forhold enn selve palperingen (se Solberg et al. 2011), men ut fra en helhetsvurdering valgte vi å avslutte bruken av denne metoden på Vega og i andre prosjekter.

I to andre studier har vi benytter tenner fra elger felt på Vega til å evaluere metoden vi bruker for å aldersbestemme to år og eldre individer (Rolandsen et al. 2008, Veiberg et al. 2020). En vanlig antagelse er at antallet årringer i elgens tenner gir et rimelig mål på dyrets alder, men i mangel av tilstrekkelig antall individer med kjent alder, har det vært vanskelig å avgjøre med hvilken nøyaktighet vi kan bestemme elgens alder. Dette problemet kunne vi løse med data fra Vega, der de fleste elgene har vært radiomerket siden de var kalv. Følgelig kjenner vi også deres eksakte alder.

Resultatene viser at nøyaktigheten i våre aldersestimater er svært høy. Avhengig av observatør ble hele 84 % eller flere av individene riktig aldersbestemt, og i den grad vi feilestimerte var feilen sjeldent mer enn  $\pm 1$  år (Rolandsen et al. 2008, Veiberg et al. 2020). Høy nøyaktighet forutsetter imidlertid at personene som avleser alder har tilstrekkelig kompetanse og erfaring. Fra Vega har vi nå tannsnitt fra >50 voksne elger (2 år+) med kjent alderen (dvs. merket som kalv), og et mindre antall tilsvarende data fra andre områder. Dette materialet blir nå jevnlig benyttet til opplæring, evaluering og kalibrering av forskningspersonell som aldersbestemmer individer av hjortedyr både på NINA og i andre institusjoner.

### 3.14.1 Bruk av videohalsbånd til studier av elgens beiteatferd og diett

Helt til slutt nevner vi en ny studie der vi i samarbeid med Sveriges Lantbruksuniversitet (SLU), benyttet videohalsbånd til å avdekke elgens beiteatferd, diettvalg, og diettens nærings sammensetning på Vega. Prosjektet ble igangsatt i 2021, med merking og feltarbeid i 2022. Av den grunn er materialet ennå ikke ferdig analysert og publisert. Foreløpige resultater antyder at metoden fungerer og at elgens diett relativt enkelt lar seg bestemme fra videosekvensene som er nedlastet fra halsbåndene.

Prosjektet har som hovedmål å undersøke en hypotese om næringsstoffbalanse hos frittlevende elger (Felton et al. 2016). Hypotesen er at elgen har utviklet en næringsstoffspesifikk appetitt som får den til å velge mellom ulike planter ut fra målet om å balansere forholdet mellom noen få viktige makronæringsstoffer i dietten. De vanligste makronæringsstoffene er proteiner, karbohydrater og fett.

Studiet er basert på 3 elgokser som ble påmontert videohalsbånd vinteren 2022, der videokameraet var programmert til å filme 25 sekunders videosekvenser hvert tredje minutt i fem dager i starten av juli. Deretter ble halsbåndene avmontert elgene ved fjernutløsning ('drop-off') og elgenes sporløyper og beiteplantevalg (fra video) ble nedlastet fra henholdsvis halsbåndets GPS-modul og videokamera. Prøver fra samme plantearter ble deretter innsamlet langs elgenes sporløyper i terrenget og videresendt til et laboratorium for analyser av nærings sammensetning (**Figur 3.14.1**). Resultater fra disse analysene er ennå ikke ferdige (Robert Spitzer upubliserte data).

Fra videoklippene har vi også fått et godt bilde på elgens aktivitetsmønster i den aktuelle perioden, kunnskap om hvilke plantearter de spiste, og i hvilken grad fordelingen av beiteplanter i dietten avviker fra sammensetningen av planter i området (Eriksson 2023). I gjennomsnitt hadde de tre oksene 5-6 større beiteperioder i løpet av døgnet, adskilt av inaktive perioder med drøvtygging og hvile. I de aktive periodene beitet de på anslagsvis 35 % av planteartene registrert i hjemmeområdet.

I hovedsak besto dietten av lauv og skudd fra vedplanter som vier (ulike arter), bjørk, rogn og osp, og i tillegg konsumerte de ulike urter, lyng og gras. Av vedplantene konsumerte de særlig vier (> 40 % av dietten) og bjørk (18 %), mens mjødur (11 %) og ulike syrearter (hovedsakelig høymol, 10 %) var de vanligste urtene. Med unntak for bjørk ble disse artene konsumert i større grad enn forventet basert på artssammensetningen i området (dvs. artene ble preferert). Også

rogn og osp ble beitet mer enn forventet, men fordi disse var lite utbredt i hjemmeområdene, utgjorde de kun en liten andel av dietten (< 10 % samlet). Ulike grasarter ble konsumert i liten grad, til tross for at det var mye innmark og myr i elgenes hjemmeområder (Eriksson 2023).

Erfaringene fra pilotstudien er at videohalsbåndene gir et godt innblikk i elgens aktivitetsmønster og diett på Vega, da de fleste videosekvensene var av god kvalitet, og elgens aktivitet og beiteplanter relativt enkelt lot seg identifisere (Eriksson 2023). Dette kan delvis skyldes at studien ble gjennomført i starten av juli, i en periode med dagslys hele døgnet. Bruken av samme typen kamera på elg i Finnmark og i Trøndelag tilsier imidlertid at gode data også kan registreres på vår og høst, men i mindre grad vinterstid på grunn av lite dagslys (Åstrøm 2022). Vinterstid vil det derfor være mer aktuelt å bruke teknikker som snøsporing eller analyser av ekskrementer for å avdekke elgens diett. På Vega ble det også samlet inn ekskrementer fra de samme elgene i samme periode, i den hensikt å undersøke fordelingen av ulike beiteplantearter i avføringen (Robert Spitzer upubliserte data). På det viset kan vi sammenligne to ulike metoder for kvantifisering av elgens diettsammensetning (video-observasjoner vs. planteDNA-analyser fra ekskrementer).



**Figur 3.14.1.** Monica Eriksson samler beiteplanter for å undersøke næringsstoffsammensetningen i elgens diett på Vega. Prosjektet inngår i Erikssons masteroppgave ved institutt for vilt, fisk og miljø ved SLU i Umeå. Foto: Robert Spitzer, SLU.

## 4 Diskusjon og veien videre

Bærekraftig forvaltning av vilt- og fiskeressurser krever en grundig forståelse av hvordan høsting påvirker bestandene og økosystemet de lever i. Dette gjelder også for elgen, som er en svært viktig viltressurs i Norge. Men elgen er også en krevende art å studere. Elgen oppholder seg for det meste skjult i skogen, og i kraft av sin størrelse er den både fysisk og økonomisk krevende å fange og håndtere. Inntil relativt nylig har derfor det meste av kunnskapen vi har om elgens bestandsdynamikk og økologi basert seg på data innsamlet fra individer felt under jakt. Felte dyr er imidlertid sjeldent et representativt utvalg fra bestanden, og døde dyr kan ikke bidra med mye informasjon om kalverekruttering, naturlig dødelighet, migrasjon, spredning, habitatvalg og andre atferdstrekk. Denne typen data kan vi best få tilgang til ved å radiomerke et representativt utvalg elger og siden systematisk følge disse fra vugge til grav. Dette er nettopp hva vi har gjort på Vega, og ikke i noe annet område har vi en så komplett oversikt over livet til alle individene i en elgbestand over så mange år.

Når valget falt på Vega som studieområde var det delvis en følge av tilfeldigheter og delvis fordi Vega har mange av de kvalitetene vi ønsket oss med hensyn til størrelse, beliggenhet, tilgang og infrastruktur. Øya er tilstrekkelig stor til å huse en moderat stor elgbestand, og beliggenheten langt fra fastlandet, gjør det lite sannsynlig at elgen forflyttet seg langt. På det viset kunne vi radiomerke alle elgene på øya uten fare for at forsøksindividene forsvant fra studieområdet. Samtidig er øya bebodd og lett tilgjengelig med ferje og hurtigbåt, og et relativt tett vegnett gjør det enklere å oppsøke og studere individene i felt (eks. under kalving). I mer villmarkspregede områder er dette ofte svært krevende aktiviteter å gjennomføre, og tilsvarende studier blir derfor sjeldent eller aldri igangsatt.

Det nære samarbeide vi har hatt med elgforvaltningen på Vega er et annet aspekt av stor betydning for kunnskapen vi har fremskaffet. Ved oppstart av prosjektet var elgbestanden nylig etablert, og elgjakt og elgforvaltning var nye aktiviteter på øya. God elgforvaltning krever erfaring og spesielt i en tidlig fase var derfor data innhentet av forskningsprosjektet av stor verdi for lokalforvaltningen. I en overgangsfase var det også forskningsprosjektet som definerte flere av forvaltningsmålene (**kap. 3.5**). Samtidig fikk prosjektet tilgang til verdifulle data fra felte individer og sett elg-data innsamlet av jegerne. Samarbeidet inkluderte også en aktiv bruk av lokale medarbeidere under merking og andre feltoppgaver (se Forord), et samarbeid som har vært svært viktig for driften av elgprosjektet. En eventuell fortsettelse av prosjektet vil være avhengig av et tilsvarende godt samarbeid med lokalforvaltningen, og vil, avhengig av utforming, også måtte kreve en aksept fra Vegas befolkning for de aktivitetene vi gjennomfører (se **kap. 4.2**).

I årene som kommer ønsker vi å fortsette elgstudiene på Vega, men i hvilken grad og utforming er fortsatt et åpent spørsmål. Fram til nå har mye av forskningen basert seg på data fra radiomerkede elger, men dette krever en metodikk som både er kostnadskreven og tidvis kontroversiell. De siste årene har vi da også opplevd økende kritikk av hvordan vi gjennomfører deler av studiene på Vega. Kritikken bunner mye i det faktum at elgene ofte befinner seg tett på bebyggelsen, der flere har funnet det ubehagelig å se elgene forfølges og påskytes med bedøvelsespil fra helikopter under merking. Selv om dette er aktiviteter som hovedsakelig har kortvarige negative konsekvenser for elgene (se også Solberg et al. 2010), har vi forståelse for at mange kan oppfatte aktiviteten negativt og tidvis også skremmende når det skjer i nærheten av bebyggelsen. Inntil vi får en bedre avklaring med hensyn til om, hvor og hvordan vi eventuelt kan gjennomføre merking av elg på Vega, vil vi derfor avvente ytterligere bruk av denne metoden.

I de nærmeste årene ønsker vi likevel å følge opp de merkede individene som fortsatt befinner seg på Vega. Dette vil innbefatte kalveregistreringer på vår og høst, og systematisk innhenting av lokasjonsdata fra GPS-senderne så lenge de fungerer. Dette er aktiviteter som delvis gjennomføres av lokale representanter, og som bidrar med relevante data til viltforvaltningen på Vega. I fravær av ytterligere merking vil imidlertid utvalget av merkaindivider synke, og innsamlede data vil bli mindre representative for bestanden som helhet. Dette er uheldig fra et forskningsperspektiv, men er av mindre betydning for forvaltningen. I likhet med andre

elgjaktkommuner i landet har Vega kommune etablert et godt system for sett elg-overvåking, og som vist i **kap. 3.13**, er mye av bestandsutviklingen reflektert i de indeksene som beregnes fra dette materialet.



*Vår lokale medarbeider Bjarne Aleksandersen hjelper masterstudent Monica Eriksson (SLU) med å radiopeile en merket elg på Vega. Bjarne har fulgt opp de radiomerkede individene på øya siden 1994. Foto: Robert Spitzer.*

Vi håper også å kunne fortsette samarbeidet med viltforvaltning og jegere på øya slik at relevante data kan innsamles fra felte elg og fallvilt. Uavhengig av om merkingen opphører, vil det være svært interessant å følge utviklingen av elgbestanden på Vega med et forskerblick. Dette vil samtidig kreve en innsats fra lokalforvaltning og jegere. Jegerne på Vega har allerede en godt innarbeidet praksis med å veie elgene som felles, samt å registrere ulike data fra de felte individene (eks. kjønn, alderskategori, fellingstidspunkt og takkantall). I tillegg samler de inn underkjeven for aldersbestemmelse av felte individer. I prosjektperioden var de fleste av elgene radiomerket som kalv, og alder kunne enkelt beregnes fra merketidspunktet. Det samme vil imidlertid ikke være tilfelle i framtiden dersom elgen ikke lenger merkes. Et økende antall elg vil dermed måtte aldersbestemmes basert på tannmønster (kalver og åringsdyr), eller på snitting og telling av årringer i elgens tenner.

Basert på denne typen data vil vi fortsatt kunne utforske effekter av høsting på elgens bestandsdynamikk, genetik og utviklingsmuligheter, samt hvordan klimaendringer vil gjøre seg gjeldene for elgen. Presise aldersdata fra døde individer gjør det også mulig å rekonstruere elgens bestandsdynamikk på øya, og basert på DNA fra vevsprøver fra felte dyr og fallvilt kan vi bestemme slektskapsforhold og reproduktive rater. Disse metodene vil ikke gi resultater av samme bredde, kvalitet og presisjon som ved bruken av radiomerkede individer, men de er mindre inngripende. I tillegg ser vi ikke bort fra at nyutviklinger etter hvert vil åpne for bedre og billigere måter for bruk av genetiske data til estimering av slektskapsforhold, bestandsstørrelse og bestandsstruktur. Elgens DNA er lett tilgjengelig fra felte individer og kan også trekkes ut fra elgens ekskrementer som innhentes i terrenget.



Forhåpentligvis vil villforvaltning og jegere på Vega også se nytten av et slikt samarbeid. Dersom merkingen opphører kan vi ikke som tidligere bidra med data på kalverekruttering og bestandsforhold, men vi kan bidra med kompetente analyser av jaktrelaterte overvåkingsdata (sett elg, slaktevekter og alder) og rekonstruerte bestandsdata. I dag er forvaltningsbeslutninger (eks. fellingskvoter) i nesten alle elgjaktkommuner basert på analyser av denne typen overvåkingsdata, men som følge av varierende datakvalitet og kompetanse er resultatene tidvis preget av større feil og mangler. Vega er en relativt liten elgjaktkommune, med få ressurser til å utvikle egen spisskompetanse på elgforvaltning. Slik vi ser det, vil et utstrakt samarbeid med NINA kunne bøte på noen av disse manglende, til gjensidig nytte for begge parter.



*Vega sett fra Ylvingen. Foto: Endre G. Ofstad.*

## 5 Referanser

- Allendorf, F. W., England, P. R., Luikart, G., Ritchie, P. A. & Ryman, N. 2008. Genetics effects of harvest on wild animal populations. *Trends in Ecology & Evolution* 23: 327-337.
- Allendorf, F. W. & Hard, J. J. 2009. Human-induced evolution caused by unnatural selection through harvest of wild animals. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 106: 9987-9994.
- Angeloff, M, Bjørklund, P. K., Bryn, A & Hofsten, J. 2004. Vegetasjon og skog på Vega. NIJOS Report 21: 1–79.
- Arnemo, J. M., Kreeger, T. J. & Soveri, T. 2003. Chemical immobilization of free-ranging moose. *Alces* 39: 243-253.
- Arnemo, J. M., Heim, M., Øen, E. O., Berntsen, F., Kvale, B., Os, Ø. & Øverby, H. 2004. Dødelighet ved medikamentell immobilisering av villlevende elg i Norge 1976 - 2004. - Norges Veterinærtidskrift: 531-535.
- Berger, J. 1999. Anthropogenic extinction of top carnivores and interspecific animal behaviour: implications of the rapid decoupling of a web involving wolves, bears, moose and ravens. *Proc. R. Soc. Lond.B*, 266, 2261-2267.
- Bjørneraas, K., Herfindal, I., Solberg, E. J., Sæther, B.-E., van Moorter, B. & Rolandsen, C. M. 2012. Habitat quality influences population distribution, individual space use and functional responses in habitat selection by a large herbivore. *Oecologia* 168(1): 231-243.
- Clutton-Brock, T. H. 1984. Reproductive effort and terminal investment in iteroparous animals. *American Naturalist* 123: 212–229.
- Deinum, B. 1984. Chemical composition and nutritive value of herbage in relation to climate. In H. Riley, & A. O. Skjelvåg (Eds.), *The impact of climate on grass production and quality* (Vol. 10, pp. 338–350). Ås, Norway: The Norwegian State Agricultural Research Stations.
- Engen, S., Sæther, B.-E., Kvalnes, T & Jensen, H. 2012. Estimating fluctuating selection in age-structured populations. *Journal of Evolutionary Biology* 25: 1487-1499.
- Engen, S., Lande, R. & Sæther, B.-E. 2005. Effective size of a fluctuating age-structured population. *Genetics* 170: 941-954.
- Engen, S., Lande, R. Sæther, B.-E. & Dobson, F. S. 2009. Reproductive value and the stochastic demography of age-structured populations. *American Naturalist* 174: 795-804.
- Engen, S., Lande, R. Sæther, B.-E. & Gienapp, P. 2010. Estimating the ratio of effective to actual size of an age-structured population from individual demographic data. *Journal of Evolutionary Biology* 23: 1148-1158.
- Engen, S., Kvalnes, T. & Sæther, B.-E. 2014. Estimating phenotypic selection in age-structured populations by removing transient fluctuations. *Evolution* 68: 2509-2523.
- Ericsson, G. 2001. Reversed cost of reproduction in moose *Alces alces* through human harvest. *Alces* 37: 61–69.
- Eriksson, M. 2023. For the camera: In a wild range of forages, what do you choose to eat, my deer? Use of video collars to study foraging behaviour in wild deer. Master's thesis in Biology, A2E-Wildlife, Fish, and Environmental studies. SLU, Umeå.
- Felton, A. M., Felton, A., Raubenheimer, D., Simpson, S. J., Kritzsa, S. J., Hedwall, P.-O. & Stolter, C. 2016. The nutritional balancing act of a large herbivore: An experiment with captive moose (*Alces alces* L). *PLoS ONE*, 11, e0150870.
- Frankham, R. 1995. Effective population size/adult population size ratios in wildlife: A review. *Genet. Res. Camb.* 66: 95-107.
- Frankham, R., Ballou, J. D. & Briscoe, D. A. 2010. *Introduction to Conservation Genetics*. 2nd Edition. Cambridge University Press, Cambridge.

- Haanes, H., Markussen, S., Herfindal, I., Røed, K. H., Solberg, E. J., Heim, M., Midthjell, L. & Sæther, B.-E. 2013. Effects of inbreeding on fitness-related traits in a small isolated moose population. *Ecology and Evolution*. 3: 4230-4242.
- Haanes, H., Herfindal, I., Røed, K., Heim, M., Sæther, B.-E., Markussen, S. S. & Solberg, E. J. 2014. Genetisk variasjon og innavl hos norsk elg. *Hjorteviltet*: 90-93.
- Herfindal, I., Haanes, H., Røed, K. H., Solberg, E. J., Markussen, S. S., Heim, M. & Sæther, B.-E. 2014. Population properties affect inbreeding avoidance in moose. *Biology Letters*. 10: 20140786.
- Herfindal, I., Lee, A. M., Hamel, S., Solberg, E. J. & Sæther, B.-E. 2021. Demographic consequences of harvesting: a case study from a small and isolated moose population. *Climate Research*: <https://doi.org/10.3354/cr01650>
- Herfindal, I., Tremblay, J.-P., Hansen, B. B., Solberg, E. J., Heim, M., & Sæther, B.-E. 2009. Scale dependency and functional response in moose habitat selection. *Ecography*, 32: 849–859.
- Horne, J. S., Garton, E. O., Krone, S. M. & Lewis, J. S. 2007. Analyzing animal movements using Brownian bridges. *Ecology*, 88: 2354-2363.
- Keller, L. F., & Waller, D. M. 2002. Inbreeding effects in wild populations. *Trends in Ecology & Evolution* 17: 230-241.
- Kvalnes, T., Sæther, B.-E., Haanes, H., Røed, K. H. & Engen, S. 2016. Harvest-induced phenotypic selection in an island moose *Alces alces* population. *Evolution* 70: 1486-1500.
- Lande, R. 1979. Quantitative genetic analysis of multivariate evolution, applied to brain - body size allometry. *Evolution* 33: 402-416.
- Lande, R., & Arnold, S. J. 1983. The measurement of selection on correlated characters. *Evolution* 37: 1210-1226.
- Langvatn R. 1977. Criteria for physical condition, growth and development in Cervidae: suitable for routine studies. Nordic Council for Wildlife Research, Stockholm.
- Lee, A. M., Sæther, B.-E., Markussen, S. S. & Engen, S. 2017. Modelling time to population extinction when individual reproduction is autocorrelated. *Ecology Letters*, 20: 1385–1394.
- Lee, A. M., Myhre, A. M., Markussen, S. S., Engen, S., Solberg, E. J., Haanes, H., Røed, K. H., Herfindal, I., Heim, M. & Sæther, B.-E. 2020. Decomposing demographic contributions to the effective population size with moose as a case study. *Molecular Ecology* 29: 56-70.
- Lussana, C., Tveito, O. E., Dobler, A. & Tunheim, K. 2019 seNorge\_2018, faily precipitation, and temperature datasets over Norway. *Earth Systematic Science Data* 11, 1531-1551.
- Markussen, S. S., Loison, A., Herfindal, I., Solberg, E. J., Haanes, H., Røed, K. H., Heim, M. & Sæther, B.-E. 2018. Fitness correlates of age at primiparity in a hunted moose population. *Oecologia* 186: 447-458.
- Markussen S.S., Herfindal I., Loison A., Solberg E. J., Haanes H., Røed K. H., Heim M. & Sæther B.-E. 2019. Determinants of age at first reproduction and lifetime breeding success revealed by full paternity assignment in a male ungulate. *Oikos* 128: 328-337.
- Markussen, S. S., Solberg, E. J., Herfindal I., Loison, A., Haanes, H., Røed, K., Heim, M., Rolandsen, C. M., Ofstad, E. G. & Sæther, B.-E. 2020. Elgokser med suksess — bare flaks? *Hjorteviltet* 2020: 74-78.
- Nilsen, E. B. & Solberg, E. J. 2006. Patterns of hunting mortality in Norwegian moose populations. *European Journal of Wildlife Research* 52: 153-163.
- Nunney, L. 1995. Measuring the ratio of effective population size to adult numbers using genetic and ecological data. *Evolution* 49: 389-392.
- Ofstad, E. G., Herfindal, I., Solberg, E. J., Heim, M., Rolandsen, C. M. & Sæther, B.-E. 2019. Use, selection, and home range properties: complex patterns of individual habitat utilization. *Ecosphere* 10: e02695. <https://doi.org/10.1002/ecs2.2695>

- Ofstad, E. G., Markussen, S. S., Sæther, B.-E., Solberg, E. J., Haanes, H. Røed, K. H., Heim, M. & Herfindal, I. 2020. Opposing fitness consequences of habitat use in a harvested moose population. *Journal of Animal Ecology* 89: 1701–1710.
- Olstad, R. 2000. Betydningen av maternale effekter på kalvens vektutvikling i en norsk elgbe-stand. Cand. Scient. Thesis, Department of Biology, Norwegian University of Science and Technology.
- Putman, A. I. & Carbone, I. 2014. Challenges in analysis and interpretation of microsatellite data for population genetic studies. *Ecology and Evolution*, 4: 4399–4428.
- Palkovacs, E. P., Moritsch, M. M., Contolini, G. M. & Pelletier, F. 2018. Ecology of harvest-driven trait changes and implications for ecosystem management. *Frontiers in Ecology and the Environment* 16: 20-28.
- Ramsrud, J. K. 2007. Calving site selection by moose: Anti-predation versus feeding condition. Cand. Scient. Thesis. Department of Biology, Norwegian University of Science and Technology.
- Renecker, L. A., & Hudson, R. J. 1986. Seasonal energy expenditures and thermoregulatory responses of moose. *Canadian Journal of Zoology* 64: 322–327.
- Rolandsen, C. M., Solberg, E. J., Heim, M., Holmstrøm, F., Solem, M. I. & Sæther, B.-E. 2008. Accuracy and repeatability of moose (*Alces alces*) age as estimated from dental cement layers. *European Journal of Wildlife Research*. 54: 6-14.
- Ross, C. T., Weise, J. A., Bonnar, S., Nolin, D., Trask, J. S., Smith, D. G., Ferguson, B., Ha, J., Kubisch, H. M., Vinson, A. & Kanthaswamy, S. 2014. An empirical comparison of short tandem repeats (STRs) and single nucleotide polymorphisms (SNPs) for relatedness estimation in Chinese rhesus macaques (*Macaca mulatta*). *American Journal of Primatology* 76(4): 313-324.
- Saloranta, T. M. 2016 Operational snow mapping with simplified data assimilation using the seNorge snow model. *Journal of Hydrology* 538: 314-325.
- Silvy, N. J. 2012. The wildlife techniques manual. 7th. ed. Johns Hopkins University Press, Baltimore, Md.
- Solberg, E. J., Heim, M., Arnemo, J. M., Sæther, B.-E. & Os, Ø. 2003. Does rectal palpation of pregnant moose cows affect pre- and neo-natal mortality of their calves? *Alces* 39: 65-77.
- Solberg, E. J., Heim, M., Grøtan, V., Sæther, B.-E. & Garel, M. 2007. Annual variation in maternal age and calving date generate cohort effects in moose (*Alces alces*) body mass. *Oecologia* 154: 259-271.
- Solberg, E. J., Garel, M., Heim, M., Grøtan, V. & Sæther, B.-E. 2008. Lack of compensatory body growth in a high performance moose *Alces alces* population. *Oecologia*. 158: 485–498.
- Solberg, E. J., Røed, K. H., Flagstad, Ø., Sæther, B.-E., Heim, M., Andersen, R., & Rolandsen, C. M. 2009. Elgens genetiske struktur i Norge. NINA Rapport 467. 35 s.
- Solberg, E. J., Rolandsen, C. M., Heim, M., Linnell, J. D. C., Herfindal, I. & Sæther, B.-E. 2010. Age and sex-specific variation in detectability of moose (*Alces alces*) during the hunting season: implications for population monitoring. *European Journal of Wildlife Research*. 56: 871-881.
- Solberg, E. J., Heim, M., Rolandsen, C. M., Sæther, B.-E. & Arnemo, J. M. 2011. Immobilisering og merking av elg på Vega, 1992-2010 – Konsekvenser for dyrevelferd, kondisjon, reproduksjon og overlevelse. - NINA Rapport 658. 30s.
- Solberg, E. J., Ytrefhus, B. & Heim, M. 2012. Freemartinisme – et fenomen hos elg? *Hjorteviltet*: 37.
- Solberg, E. J., Veiberg, V., Rolandsen, C. M., Ueno, M., Nilsen, E. B., Gangsei, L. E., Stenbrenden, M. & Libjå, L. E. 2014. Sett elg- og sett hjort-overvåkingen: Styrker og forbedringspotensial. NINA Rapport 1043.
- Solberg, E. J., Rolandsen, C. M. & Heim, M. 2018. Merkeprosjekt elg i Valdres og Hallingdal elgregion (ValHal) og øvre Hallingdal. Sluttrapport. NINA Rapport 1395.
- Solberg, E. J., Nilsen, E. B., Rolandsen, C. M. & Veiberg, V. 2021. Avskytingsstrategier for elg og hjort: Hva skal vi velge, og hva blir konsekvensene? NINA Rapport 1701. Norsk institutt for naturforskning.

- Solberg, E.J., Veiberg, V., Strand, O., Hansen, B. B., Rolandsen, C. M. Andersen, R., Heim, M., Solem, M. I., Holmstrøm, F., Granhus, A., Eriksen, R. & Bøthun, S. W. 2022. Hjortevilt 1991–2021: Oppsummeringsrapport fra Overvåkingsprogrammet for hjortevilt. NINA Rapport 2141. Norsk institutt for naturforskning.
- Solberg, E. J., Heim, M., Aleksandersen, B., Davidsen, O. A., Rolandsen, C. M., Herfindal, I. & Sæther, B. E. 2023. Elgku på Vega fødte trillinger to år på rad. Hjorteviltet 2023.
- Stephens P.W. & Peterson R. O. 1984. Wolf-avoidance strategies of moose. *Holarctic Ecology* 7: 239-244.
- Stubsjøen, T, Sæther, B-E. Solberg, E. J., Heim, M. & C. Rolandsen. 2000. Moose (*Alces alces*) survival in three populations in northern Norway. *Canadian Journal of Zoology* 78: 1822-1830.
- Sviland, M. 2001. Individuelle variasjoner i vekt i forhold til leveområdeegenskaper i en isolert elgbestand. Cand. Scient. Thesis, Department of Biology, Norwegian University of Science and Technology.
- Sæther, B.-E. & Haagenrud, H. 1985. Life history of the moose *Alces alces*: relationship between growth and reproduction: *Holarctic Ecology* 8: 100-106.
- Sæther, B-E. Heim, M., Solberg, E. J., Jacobsen, K. S., Olstad, R., Stacy, J. & Sviland, M. 2001a. Effekter av rettet avskyting på elgbestanden på Vega. NINA-Fagrapport 049.
- Sæther, B-E., Engen, S. & Solberg, E. J. 2001b. Optimal harvest of age structured populations of moose *Alces alces* in a fluctuating environment. *Wildlife Biology* 7: 171-179.
- Sæther, B-E., Solberg, E. J. & Heim, M. 2003. Effects of altering adult sex ratio and male age structure on the demography of an isolated moose population. *Journal of Wildlife Management* 67: 455-466.
- Sæther, B-E. Solberg, E. J., Heim, M., Stacy, J., Jacobsen, K. S. & Olstad, R. 2004. Offspring sex ratio in moose *Alces alces* in relation to paternal age: an experiment. *Wildlife Biology* 10: 51-57.
- Sæther, B-E., Engen, S., Solberg, E. J. & Heim, M. 2007. Estimating the growth of a newly established moose population using reproductive value. *Ecography* 30: 417–421.
- Sæther, B.-E., Engen, S. & Solberg, E. J. 2009. Effective size of harvested ungulate populations. *Animal Conservation* 12: 488-495.
- Tremblay, J.-P., Solberg, E. J., Sæther, B.-E., & Heim, M. 2007. Fidelity to calving areas in moose (*Alces alces*) in the absence of natural predators. *Can. J. Zool.* 85 (8): 902-908. <https://doi.org/10.1139/Z07-077>
- Veiberg, V., Nilsen, E. B., Rolandsen, C. M., Solberg, E. J., Heim, M., Andersen, R., Holmstrøm, F. & Meisingset, E. 2020. The accuracy and precision of age determination by dental cementum annuli in four northern cervids. *European Journal of Wildlife Research* 66: 91.
- Wallin, K., Cederlund, G. & Pehrson, Å. 1996. Predicting body mass from chest circumference in moose *Alces alces*. *Wildlife Biology* 2: 53-58.
- Åstrøm, C. 2022. The secret life of moose - Patterns of foraging and behaviour based on video collars. Master's thesis in Biology, A2E- Wildlife, Fish, and Environmental studies. SLU, Umeå.

## 6 Vedlegg

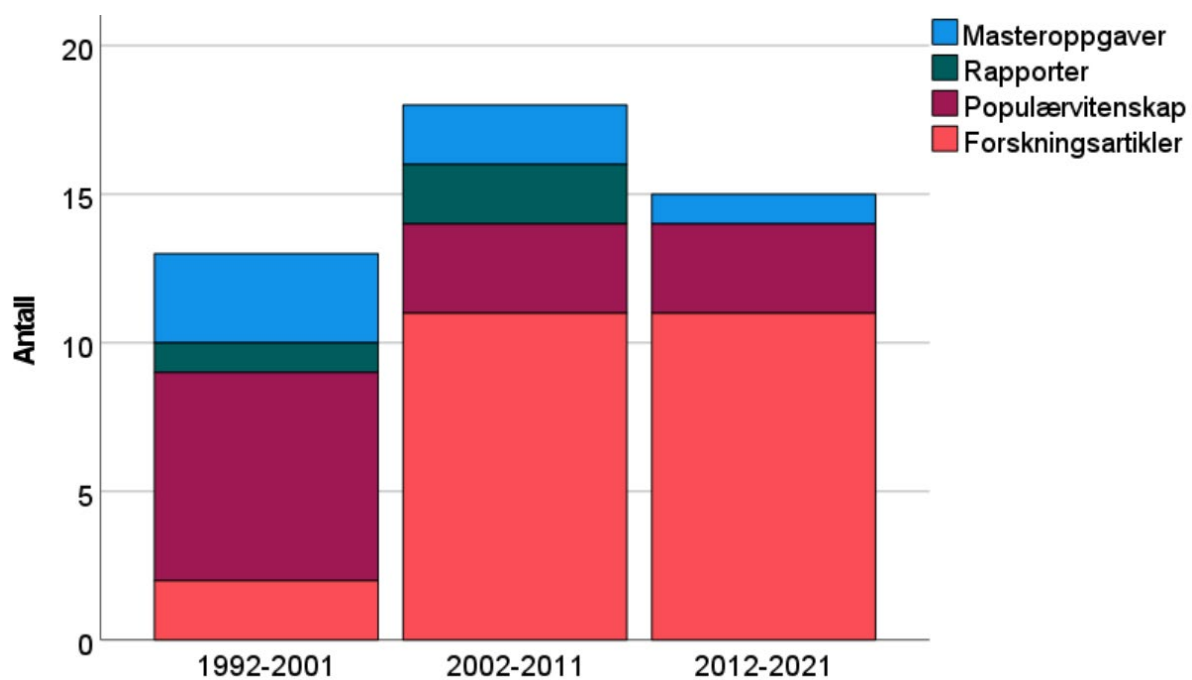
### 6.1 Artikler og rapporter basert på data fra Elgstudiene på Vega

1. Heim, M. & Sæther, B. - E. (1993). Elgprosjektet på Vega - en kontroll av norsk elgforvaltning. Elgen 1993
2. Sæther, B. - E., Heim, M. & Buvik, T. (1994). Vega prosjektet. Elgokser har ulike strategier for makesøk. Elgen 1994.
3. Buvik, T., Heim, M. & Sæther, B.-E. (1995). Alle voksne okser på Vega er skutt. Elgen 1995.
4. Buvik, T., Heim, M. & Sæther, B.-E. (1996). Ungt blod på Vega. Elgen 1996.
5. Heim, M. & Sæther, B. - E. (1997). Elgprosjektet på Vega - Årsrapport 1996. Elgen 1997.
6. Stubbsjøen, T. 1999. Variation in survival rates in three populations of moose (*Alces alces*) in northern Norway. Cand. Scient. thesis, Department of Biology, Norwegian University of Science and Technology.
7. Heim, M. & Sæther, B. - E. (2000). Resultater fra elgprosjektet på Vega. Hjorteviltet 2000.
8. Stubbsjøen, T, B-E. Sæther, E. J. Solberg, M. Heim & C. Rolandsen. 2000. Moose (*Alces alces*) survival in three populations in northern Norway. Canadian Journal of Zoology 78: 1822-1830.
9. Olstad, R. 2000. Betydningen av maternale effekter på kalvens vektutvikling i en norsk elgbestand. Cand. Scient. Thesis, Department of Biology, Norwegian University of Science and Technology.
10. Sæther, B-E. S. Engen & E. J. Solberg. 2001. Optimal harvest of age structured populations of moose *Alces alces* in a fluctuating environment. Wildlife Biology 7: 171-179.
11. Solberg, E. J, V. Grøtan, B-E. Sæther & M. Heim (2001). Elgens fremtidige bestandsstruktur: Velger vi skogens konge eller skogens hellige kyr. Hjorteviltet, 11: 44-48 (in Norwegian)
12. Sæther, B-E. M. Heim, E. J. Solberg, K. S. Jacobsen, R. Olstad, J. Stacy & M. Sviland. 2001. Effekter av rettet avskyting på elgbestanden på Vega. NINA-Fagrapport 049. <http://www.nina.no/archive/nina/PppBasePdf/fagrapport/2001/49.pdf>
13. Sviland, M. 2001. Individuelle variasjoner i vekt i forhold til leveområdeegenskaper i en isolert elgbestand. Cand. Scient. Thesis, Department of Biology, Norwegian University of Science and Technology.
14. Solberg, E. J, B-E. Sæther, M. Heim, K. Jacobsen & R. Olstad. (2002). Demography of an island population of moose following sex and age-specific harvesting: Experience from an 8 year study. Moose and deer (engelsk utgave av Hjorteviltet).
15. Solberg, E. J., M. Heim, J. M. Arnemo, B.-E. Sæther & Ø. Os. 2003. Does rectal palpation of pregnant moose cows affect pre- and neo-natal mortality of their calves? *Alces* 39: 65-77.
16. Sæther, B-E., E. J. Solberg & M. Heim. 2003. Effects of altering adult sex ratio and male age structure on the demography of an isolated moose population. *Journal of Wildlife Management* 67: 455-466.
17. Solberg, E. J., Heim, M. 2003. Elgku på Vega – Oldemor som 12-åring. Hjorteviltet 2003, 90.
18. Veisetaune, T. 2003. Sommerdødelighet hos elg (*Alces alces*) og påfølgende endringer i elgkuas fruktbarhet langs en nord-sørgradient i Norge. Cand. Agric. oppgave, NLH.
19. Solberg, E. J., Heim, M & Sæther, B.-E. 2004. Oppfølging av radiomerket elg på Vega i Nordland i 2004. NINA Minirapport 84.
20. Arnemo, J. M., Heim, M., Øen, E. O., Berntsen, F., Kvale, B., Os, Ø. og Øverby, H. (2004). Dødelighet ved medikamentell immobilisering av viltlevende elg i Norge. Norsk Veterinærtidsskrift 2004.

21. Sæther, B-E. E. J. Solberg, M. Heim, J. Stacy, K. S. Jacobsen & R. Olstad. 2004. Offspring sex ratio in moose *Alces alces* in relation to paternal age: an experiment. *Wildlife Biology* 10:51-57.
22. Solberg, E. J., M. Heim, V. Grøtan, B.-E. Sæther & M. Garel 2007. Annual variation in maternal age and calving date generate cohort effects in moose (*Alces alces*) body mass. *Oecologia*. 154: 259-271. <https://doi.org/10.1007/s00442-007-0833-9>
23. Sæther, B-E., S. Engen, E. J. Solberg & M. Heim 2007. Estimating the growth of a newly established moose population using reproductive value. *Ecography* 30: 417–421.
24. Tremblay, J.-P., Solberg, E.J., Sæther, B.-E., and Heim, M. 2007. Fidelity to calving areas in moose (*Alces alces*) in the absence of natural predators. *Can. J. Zool.* 85 (8): 902-908. <https://doi.org/10.1139/Z07-077>
25. Ramsrud, J. K. 2007. Calving site selection by moose: Anti-predation versus feeding condition. Cand Scient Thesis. Department of Biology, Norwegian University of Science and Technology.
26. Solberg, E. J., M. Garel, M. Heim, V. Grøtan & B.-E. Sæther 2008. Lack of compensatory body growth in a high performance moose *Alces alces* population. *Oecologia*. 158:485–498. <https://doi.org/10.1007/s00442-008-1158-z>
27. Rolandsen, C. M., E. J. Solberg, M. Heim, F. Holmstrøm, M. I. Solem & B.-E. Sæther 2008. Accuracy and repeatability of moose (*Alces alces*) age as estimated from dental cement layers. *European Journal of Wildlife Research*. 54: 6-14. <https://doi.org/10.1007/s10344-007-0100-8>
28. Sæther, B-E., S. Engen & E. J. Solberg. 2009. Effective size of harvested ungulate populations. *Animal Conservation*. 12: 488–495. <https://doi.org/10.1111/j.1469-1795.2009.00278.x>
29. Herfindal, I., Tremblay, J.-P., Hansen, B. B., Solberg, E. J., Heim, M., & Sæther, B.-E. (2009). Scale dependency and functional response in moose habitat selection. *Ecography*, 32(5), 849–859.
30. Solberg, E. J., Rolandsen, C. M., Heim, M., Linnell, J. D. C., Herfindal, I. & Sæther, B.-E. (2010) Age and sex-specific variation in detectability of moose (*Alces alces*) during the hunting season: implications for population monitoring. *Eur. J. Wildl Res.* 56: 871-881. <https://doi.org/10.1007/s10344-010-0385-x>
31. Solberg, E. J., Heim, M. Rolandsen, C. M., Sæther, B-E. & J. M. Arnemo 2011. Immobilisering og merking av elg på Vega, 1992-2010 – Konsekvenser for dyrevelferd, kondisjon, reproduksjon og overlevelse. - NINA Rapport 658. 30s. <http://www.nina.no/archive/nina/Ppp-BasePdf/rapport/2011/658.pdf>
32. Solberg, E. J., Ytrehus, B. & Heim, M. (2012) Freemartinisme – et fenomen hos elg? *Hjorteviltet*: 37.
33. Klaussen, Ada. J. (2012) Fitness consequences of home range selection in moose (*Alces alces*). Master of Science thesis. Department of Biology, Norwegian University of Science and Technology.
34. Haanes, H, Markussen, S., Herfindal, I, Røed, K.H., Solberg, E.J., Heim, M., Midthjell, L and B-E Sæther (2013) Effects of inbreeding on fitness-related traits in a small isolated moose population. *Ecology and Evolution*. 3(12): 4230-4242. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ece3.819/pdf>
35. Haanes, H., I Herfindal, K. Røed, M. Heim, B-E. Sæther, S. S. Markussen & E. J. Solberg. 2014. Genetisk variasjon og innavl hos norsk elg. *Hjorteviltet*: 90-93.
36. Herfindal, I, H. Haanes, K. H. Røed, E. J. Solberg, S. S. Markussen, M. Heim, B-E. Sæther (2014) Population properties affect inbreeding avoidance in moose. *Biology Letters*. 10: 20140786. <http://dx.doi.org/10.1098/rsbl.2014.0786>
37. Kvalnes, T., B.-E. Sæther, H. Haanes, K. H. Røed, S. Engen & E. J. Solberg (2016) Harvest-induced phenotypic selection in an island moose *Alces alces* population. *Evolution*: 70: 1486-1500. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/evo.12952/abstract>

38. Lee, A. M., Sæther, B.-E., Markussen, S. S., & Engen, S. (2017). Modelling time to population extinction when individual reproduction is autocorrelated. *Ecology Letters*, 20(11), 1385–1394.
39. Markussen S.S., Loison A., Herfindal I., Solberg E. J., Haanes H., Røed K. H., Heim M. & Sæther B.E. (2018) Fitness correlates of age at primiparity in a hunted moose population. *Oecologia*. 186: 447–458. <https://doi.org/10.1007/s00442-017-4021-2>
40. Lee, A., Myhre, A., Markussen, S., Engen, S., Solberg, E. J., Haanes, H., Røed, K. H., Herfindal, I., Heim, M., Sæther, B.-E. (2020) Decomposing demographic contributions to the effective population size with moose as a case study. *Molecular Ecology*.
41. Markussen S.S., Herfindal I., Loison A., Solberg E. J., Haanes H., Røed K. H., Heim M. & Sæther B.E. (2019) Determinants of age at first reproduction and lifetime breeding success revealed by full paternity assignment in a male ungulate. *Oikos*. 128: 328-337.
42. Ofstad, E. G., I. Herfindal, E. J. Solberg, M. Heim, C. M. Rolandsen & B.-E. Sæther (2019) Use, selection, and home range properties: complex patterns of individual habitat utilization. *Ecosphere*10(4): e02695. <https://doi.org/10.1002/ecs2.2695>
43. Markussen, S. S., E. J. Solberg, I. Herfindal, A. Loison, H. Haanes, K. Røed, M. Heim, C. M. Rolandsen, E. G. Ofstad & B.-E. Sæther (2020) Elgokser med suksess — bare flaks? *Hjorteviltet 2020*: 74-78.
44. Veiberg, V., Nilsen, E. B., Rolandsen, C. M., Solberg, E. J., Heim, M., Andersen, R., Holmstrøm, F. & E. Meisingset (2020) The accuracy and precision of age determination by dental cementum annuli in four northern cervids. *European Journal of Wildlife Research*.
45. Ofstad, E. G., S. S. Markussen, B.-E. Sæther, E. J. Solberg, H. Haanes, K. H. Røed, M. Heim, I. Herfindal (2020) Opposing fitness consequences of habitat use in a harvested moose population. *Journal of Animal Ecology* 89:1701–1710
46. Herfindal, I., A. Magdalena Lee, S. Hamel, E. J. Solberg, B.-E. Sæther (2021) Demographic consequences of harvesting: a case study from a small and isolated moose population. *Climate Research*. DOI: <https://doi.org/10.3354/cr01650>
47. Solberg, E. J., M. Heim, B. Aleksandersen, O. A. Davidsen, C. M. Rolandsen, I. Herfindal & B. E. Sæther (2023) Elgku på Vega fødte trillinger to år på rad. *Hjorteviltet 2023*.





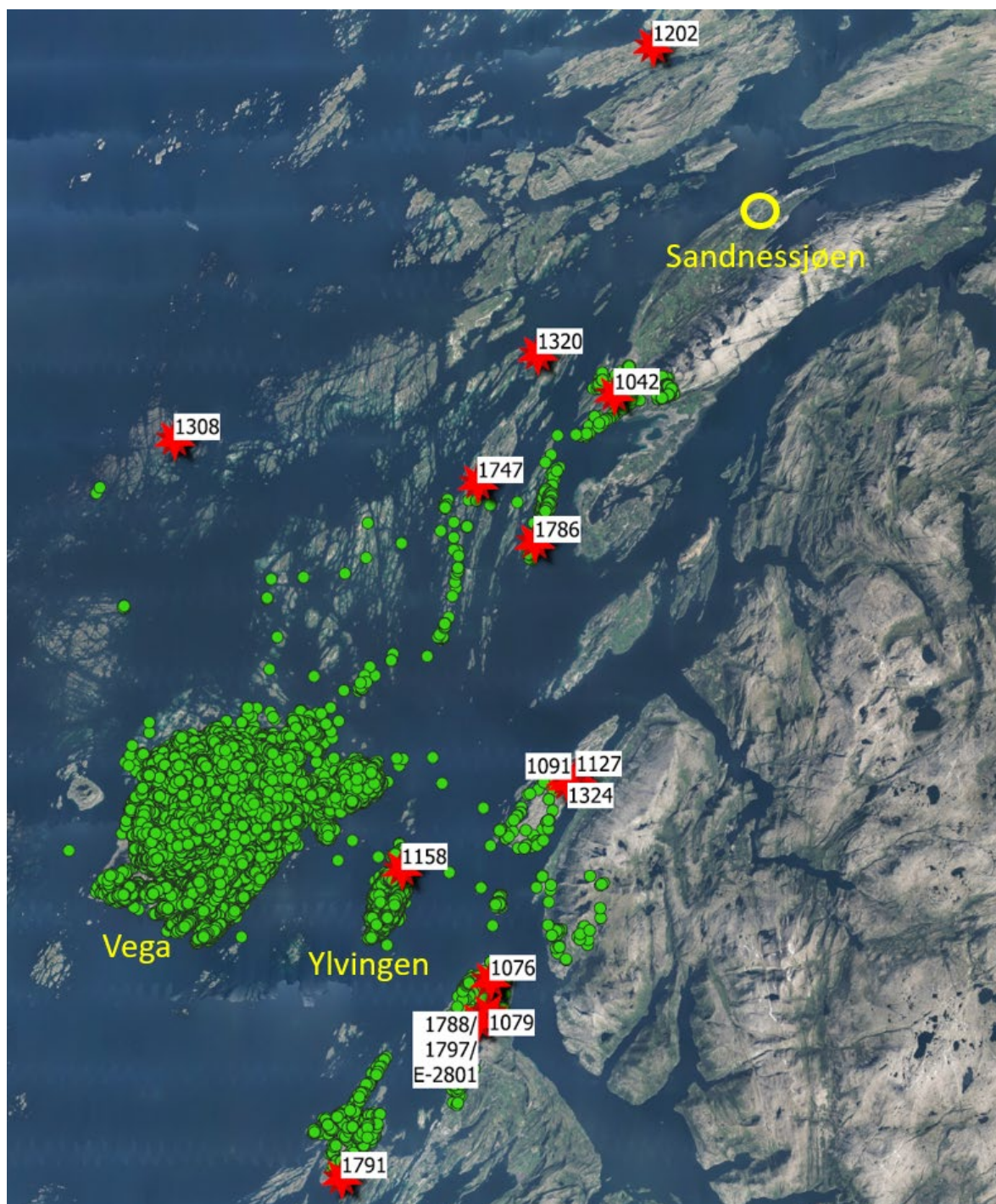
**Figur 6.1.1.** Antallet publikasjoner basert på data fra Elgstudiene på Vega, fordelt på type og periode.

## 6.2 Elg med halsband over geviret



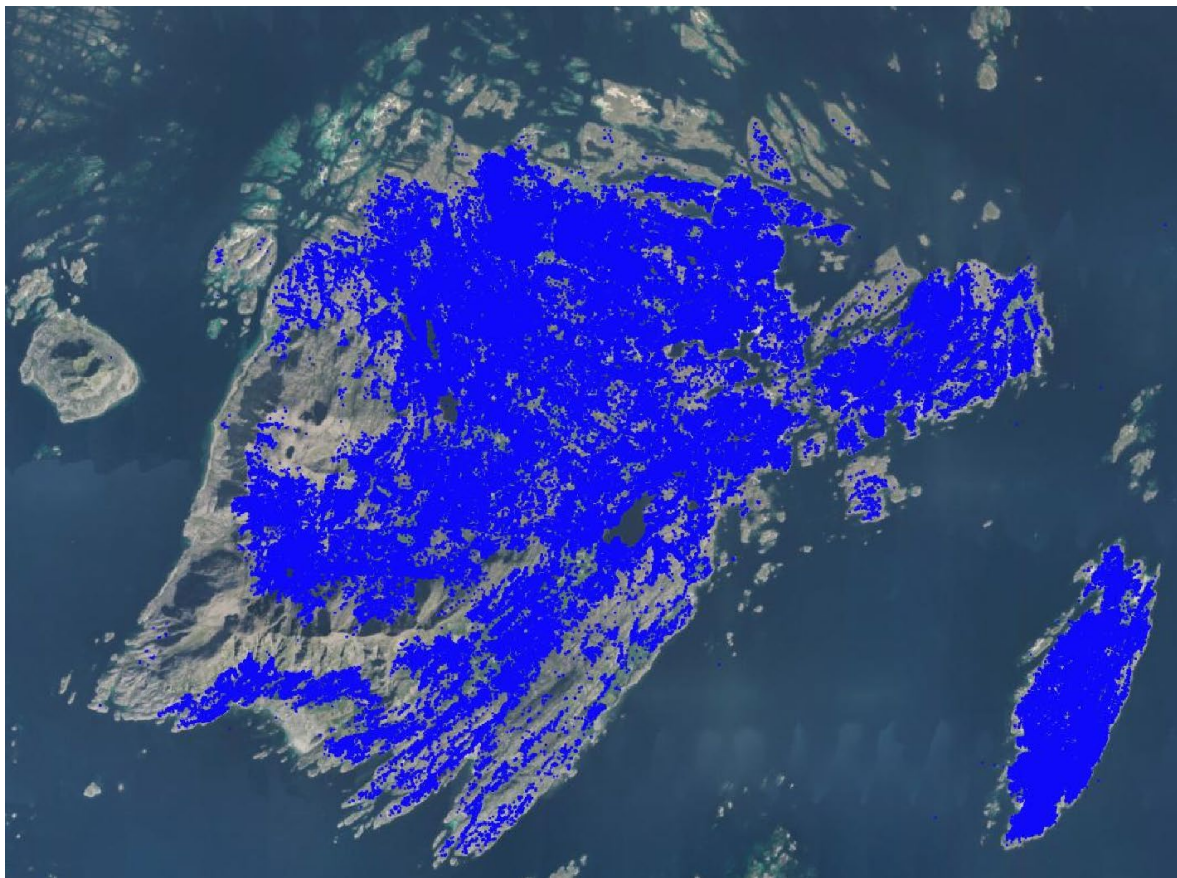
**Figur 6.2.1.** I september 2018 ble en okse oppdaget med halsbåndet heftet over den ene gevirstangen. Sannsynligvis hadde dette skjedd tidligere på sommeren, før geviret var utvokst. Oksen framsto lite hemmet av halsbåndet og ble felt i jakta noen uker senere. Foto: Endre G. Ofstad.

### 6.3 Utvandrende elg fra Vega og Ylvingen

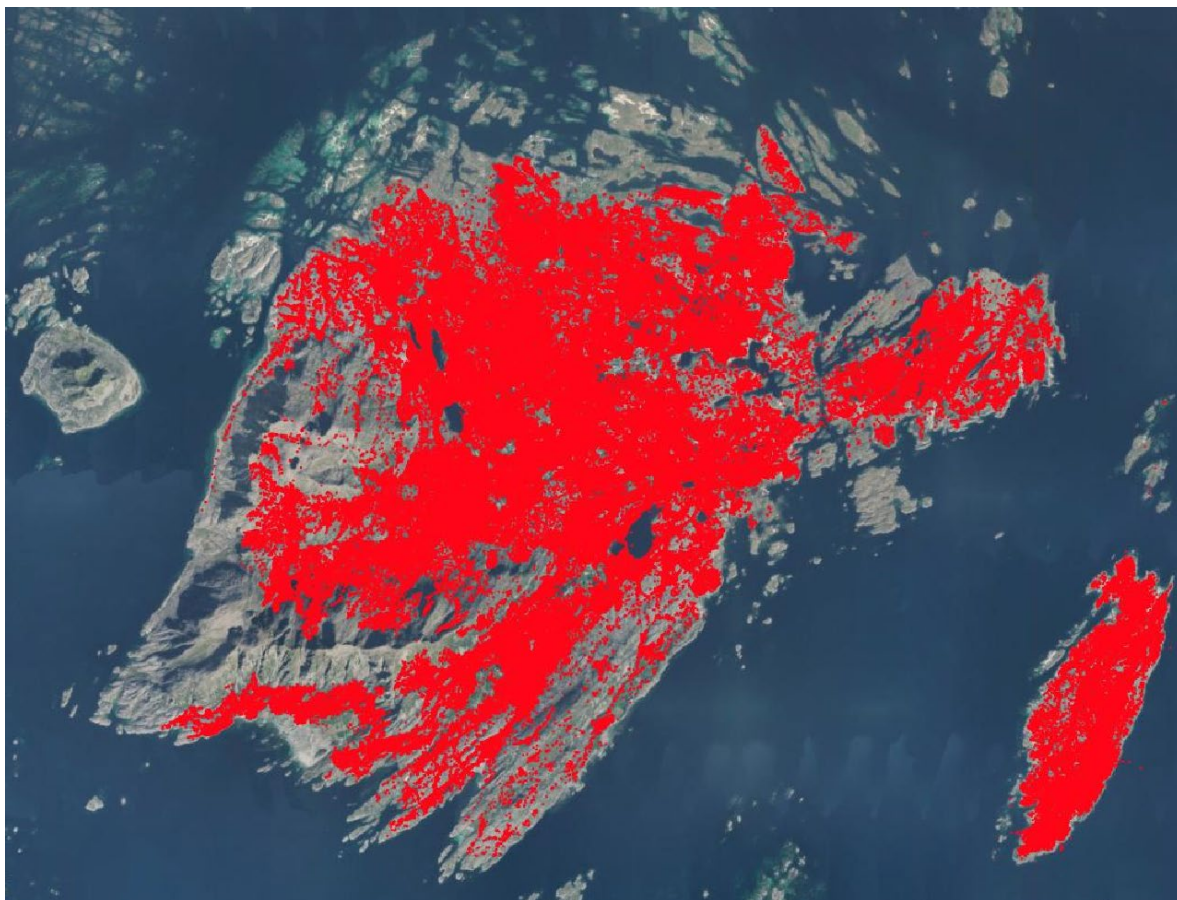


**Figur 6.3.1.** Satellittbilde over Vega med omkringliggende øyer og fastland. Grønne punkter er posisjoner fra radiomerkede elger i perioden mai-september 1996-2023. Punkter i sjøen er posisjoner fra individer som svømmer. Røde stjerner er siste registrerte posisjon for elger som har utvandret fra Vega eller Ylvingen. Dette er individer som fortsatt er i live eller individer som er skutt eller funnet døde etter at senderen sluttet å fungere. Nummer angir dyrets id. Også individer som utvandret etter 2021 er vist. En ku (1302) som utvandret fra Ylvingen til Vega er ikke vist. Ytterligere to merka elgkyr har forvunnet uten at skjebnen er kjent (ikke fungerende sender). Disse kan ha utvandret, forulykket undervegs, eller forulykket på Vega uten å være funnet. Brønnøysund ligger rett sør for nedre bildekant. Den store øya lengst i nord er Dønna. Se **kap. 3.2** for ytterligere informasjon.

## 6.4 Elgens geografiske fordeling på Vega og Ylvingen



**Figur 6.4.1.** Alle registrerte posisjoner fra radiomerkede elger på Vega og Ylvingen i perioden desember-april siden oppstart av studiene i 1992 (blå prikker). I **Figur 3.10.1** vises den geografiske fordelingen i sommerhalvåret (mai-august).



**Figur 6.4.2.** Alle registrerte posisjoner fra radiomerkede elger på Vega og Ylvingen i perioden september-november siden oppstart av studiene i 1992 (røde prikker). I **Figur 3.10.1** vises den geografiske fordelingen i sommerhalvåret (mai-august).





*Norsk institutt for naturforskning, NINA, er en uavhengig stiftelse som forsker på natur og samspillet natur–samfunn.*

*NINA ble etablert i 1988. Hovedkontoret er i Trondheim, med avdelingskontorer i Tromsø, Lillehammer, Bergen og Oslo. I tillegg driver NINA Sæterfjellet avlsstasjon for fjellrev på Oppdal, og forskningsstasjonen for vill laksefisk på lms i Rogaland.*

*NINAs virksomhet omfatter både forskning og utredning, miljøovervåking, rådgivning og evaluering. NINA har stor bredde i kompetanse og erfaring med både naturvitere og samfunnsvitere i staben. Vi har kunnskap om artene, naturtypene, samfunnets bruk av naturen og sammenhenger med de store drivkreftene i naturen.*

ISSN:1504-3312  
ISBN: 978-82-426-5055-9

## Norsk institutt for naturforskning

NINA Hovedkontor

Postadresse: Postboks 5685 Torgarden, 7485 Trondheim

Besøks-/leveringsadresse: Høgskoleringen 9, 7034 Trondheim

Telefon: 73 80 14 00, Telefaks: 73 80 14 01

E-post: [firmapost@nina.no](mailto:firmapost@nina.no)

Organisasjonsnummer 9500 37 687

<http://www.nina.no>



Samarbeid og kunnskap for framtidens miljøløsninger