Alexandra Thiel [1], Cecilia Miltz [1], Boris Fuchs [1], Signe Helene Lund[2], Ole Mattis Lien[2] Karen Marie Mathisen [1], Anne Randi Græsli [1], Barbara Zimmermann [1], Giorgia Ausilio [1], Ane Eriksen [1], Ada Bredalen[2], Marius Hassve[2], Alina L Evans [1]

Hvorfor er elgkalvene mindre enn før?

Universitetet i Innlandet

Norges Jeger- og Fiskerforbund

Bilde: Nyfødt elgkalv, filmet fra kamerahalsbåndet som bæres av kalvens mor (Elg i Endring).

Utgivelsessted: Elverum

© Forfatteren/Universitet i Innlandet/NJFF Hedmark, 2024

Forfatteren er selv ansvarlig for sine konklusjoner. Innholdet gir derfor ikke nødvendigvis uttrykk for høgskolens syn.

I Høgskolen i Innlandets oppdragsrapportserie publiseres FoU-arbeid som er eksternt finansiert, enten eksternt fullfinansiert som oppdragsprosjekt eller eksternt delfinansiert som bidragsprosjekt

[1]Universitet i Innlandet, Institutt for Skog- og Utmarksfag, Campus Evenstad, 2480 Koppang
[2]NJFF Hedmark, Solørvegen 151, 2407 Elverum

Sammendrag

Bakgrunn: Det er blitt rapportert nedgang i kalvevekter hos elg i mange fylker. Hvor tung en hjorteviltkalv er før den første vinteren, har stor betydning for dens overlevelse og fremtidige reproduksjon. Flere studier har rapportert nedadgående trender i slaktevekter på elgkalver i Sørøst-Norge og Trøndelag, påvirket av faktorer som høye sommertemperaturer og snøforhold om vinteren. Elgjakt har blitt intensivert for å minske elgtettheten og beitetrykket, men en bekymringsfull reduksjon i slaktevekter er fortsatt observert. Denne rapporten analyserer data fra 1986 til 2023 i flere fylker og evaluerer drivere som breddegrad, temperatur, nedbør, elgtetthet, flåttforekomst og landskapskarakteristikker for å forstå endringene og grunnlaget for fremtidige forvaltningstiltak.

Mål: I dette prosjektet har vi først kartlagt kalvevektene fra 1985-2023 i 7 fylker og sett på sammenhenger mellom vekter på kalver, smådyr og elgkyr, samt sett kalv per ku, elgtetthett, klima, flåttmengde, breddegrad og andel fjellskog. I tillegg har vi sett på plantefenologi i relasjon til kalvingstidspunkt ut fra bilder fra kamerahalsbånd brukt på elg i tidligere studier.

Metodikk: Data for slaktevekter, kjønn, elgtetthetsindikatorer og andre relevante variabler ble samlet inn fra Hjorteviltregisteret og Viltrapporten. Vi brukte en Bayesiansk generalisert additiv modellmetode for å undersøke slaktevekter, og hovedkomponentanalyse (PCA) ble brukt for å identifisere dominerende mønstre og korrelasjoner mellom variablene.

Resultater: I del 1 analyserte vi totalt 338 525 slaktevekter fra elg over en periode på 37 år (1985-2023) fra sju fylker i Norge. Slaktevekten av elg har vært synkende i alle disse fylkene og i alle alderskategorier, men reduksjonene var mer ekstreme i mer sørlige fylker, som Agder, og for kalver. Det totale antallet små kalver (≤ 55 kg) som ble skutt og antall registrerte elgobservasjoner økte utover perioden. Vi fant en klar nord-sør gradient, der de tyngste elgene er skutt i de nordligste fylkene av vår studie, som Innlandet og Trøndelag. Disse nord-sør mønstrene ser ut til å være tett koblet til geografiske forskjeller som tilgang til fjellskog, flåttforekomst, vår- og sommertemperaturer, og starten for vekstsesongen. I del 2 analyserte vi data fra viltkamera-halsbånd fra seks elgkyr i Finnskogen-området i Innlandet fylke og undersøkte tidspunktet for kalving i forhold til plantefenologi. Gjennomsnittlig fant kalving sted 6–14 dager før knoppbrist. Elgene beitet hovedsakelig på blåbærbusker, grasvekster og bjørk, men reduserte beitingen på blåbær etter kalving og etter at løvet var fullt utsprunget.

Konklusjoner: Den negative trenden på slaktevekter hos elg har pågått over en lang tidsperiode og over et stort geografisk areal. Mange mulig drivende faktorer er korrelert med hverandre og vi klarte ikke å definere den effektive årsaken til nedgående slaktevekter. Når våre resultater settes i perspektiv med tidligere forskning, er det klimatiske endringer som peker seg ut som hovedårsaken. Framtidig elgforvaltning bør bli mer bevaringsfokusert.

Oppdragsgiver: Agder fylkeskommune, Akershus fylkeskommune, Buskerud fylkeskommune, Innlandet fylkeskommune, Oslo fylkeskommune, Trøndelag fylkeskommune, Østfold fylkeskommune

Abstract

Background: A decrease in moose calf weights has been reported in many counties. The weight of a moose calf before its first winter is crucial for its survival and future reproduction. Several studies have reported decreasing trends in slaughter weights of moose calves in Southeast Norway and Trøndelag, influenced by factors such as high summer temperatures and winter snow conditions. Moose hunting has been used to decrease moose density and browsing pressure, but a concerning reduction in slaughter weights is still observed. This report analyzes data from 1986 to 2023 in several counties and evaluates drivers such as latitude, temperature, precipitation, moose density, tick prevalence, and landscape characteristics to understand the changes and inform future management measures.

Objectives: In this project, we began with a descriptive analysis of calf weights from 1985 to 2024 in seven counties and examined the relationships between calf weights, yearling moose weights, cow weights, calf-per-cow ratios, moose density, climate, tick prevalence, latitude, and the proportion of mountain birch forest. Additionally, we looked at plant phenology in relation to calving time using camera images from previous studies on GPS-collared moose.

Methods: Data were collected from the Hjorteviltregisteret and missing data and older data Viltrapporten for slaughter weights, sex, moose density indicators, and other relevant variables. The analysis used a Bayesian generalized additive model framework to investigate slaughter weights, and principal component analysis (PCA) was used to identify dominant patterns and correlations among the variables.

Results: In part 1 we analyzed a total of 338,525 moose slaughter weights over a period of 378 years (1985-2023) from seven counties in Norway. Moose slaughter weights have been decreasing in all counties and in all age categories, but the reductions were more extreme in more southern counties, such as Agder, and for calves. The total amount of small calves (≤ 55 kg) shot and the number of recorded moose observations increased over the period. We found a clear north-south gradient in moose slaughter weights; the heaviest moose were shot in the northernmost counties of our study, such as Innlandet and Trøndleag. These north-south patterns appear to be closely linked to geographical differences such as access to mountain forest, tick prevalence, spring and summer temperatures, and the start of the growing season. In part 2 we analyzed data from camera collars deployed on 6 moose in Finnskogen area in Innlandet county and investigated the timing of calving with plant phenology. On average, calving happened 6 - 14 days before the bud burst. Moose foraged primarily on blue berry bushes, graminoids and birch but reduced foraging on blue berries after calving and once all the leaves had come out.

Conclusions: The negative trend in moose slaughter weights has persisted over a long period and across a large geographical area. Many potential driving factors correlate, and we could not identify the definitive cause of the declining carcass weights. In the context of previous research, our results suggest climatic changes as the likely cause. Moose managers should consider discussing a more conservation-focused management approach for moose in the future.

Financed by: Agder fylkeskommune, Akershus fylkeskommune, Buskerud fylkeskommune, Innlandet fylkeskommune, Oslo fylkeskommune, Trøndelag fylkeskommune, Østfold fylkeskommune

Innholdsfortegnelse

Sammendrag 3
Abstract 5
Innholdsfortegnelse 7
Del 1: Situasjonskartlegging: Hvordan har kalvevektene utviklet seg? 9
Introduksjon 9
Metoder 15
Datainnsamling 15
Databehandling 15
Slaktevekter og populasjonsindikatorer 16
Landskapsegenskaper 16
Andel fjellskog 16
Miljøvariabler 16
Tetthet av flått 16
Statistiske analyser 17
Datafordeling av slaktevekter for kalv 17
Analyse på fylkesnivå 17
Korrelasjon av mulige drivere for slaktevekt hos elg 17
Analyse på breddegradsnivå 18
Resultater 19
Analyse på fylkesnivå 25
Agder 31
Akershus 35
Buskerud 40
Innlandet 44
Oslo 49
Trøndelag 53
Østfold 57

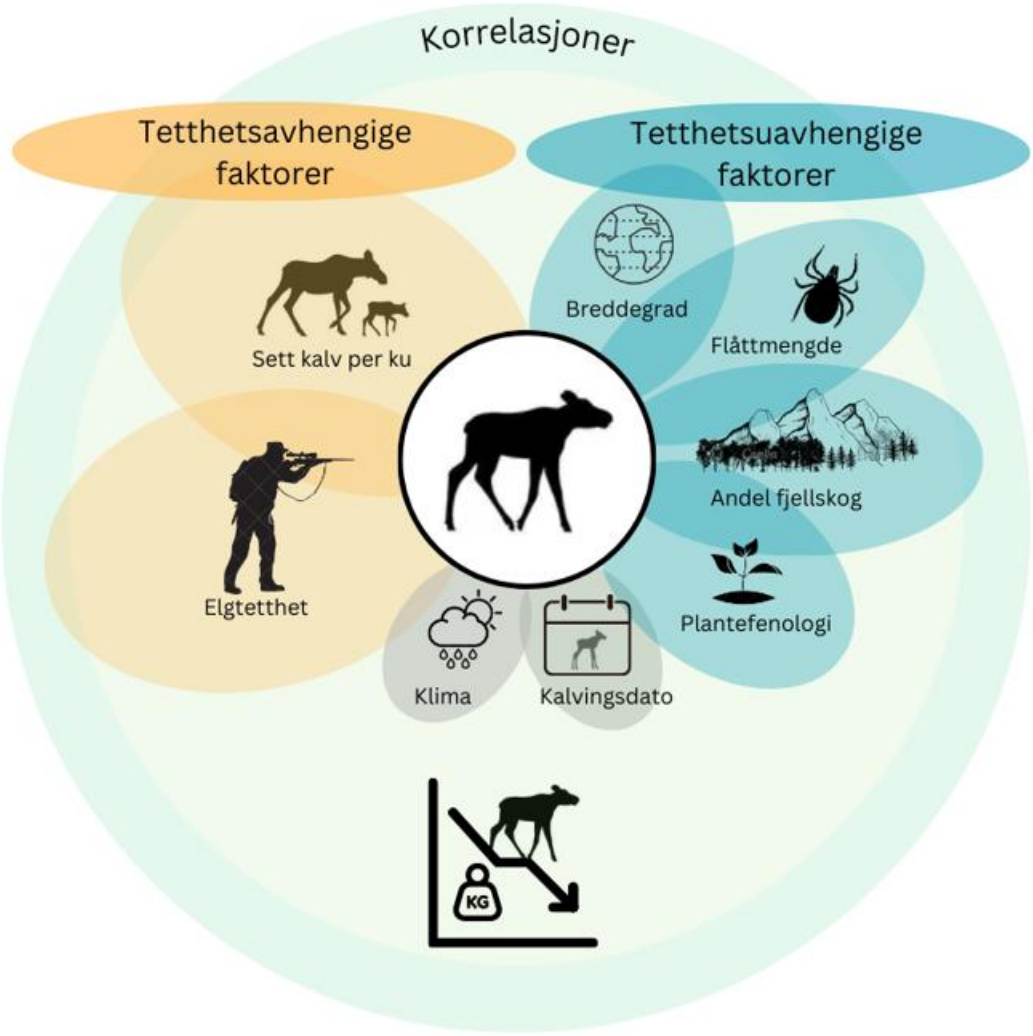
Analyse på breddegradsnivå 61
Diskusjon 64
Diskusjon på fylkesbasis 70
Agder 70
Akershus 71
Buskerud 71
Innlandet 72
Oslo 72
Trøndelag 73
Østfold 73
Konklusjon 73
Del 2: Hvordan henger sommerbeite før, under og etter kalvingsperioden sammen med plantenes utvikling? 76
Bakgrunn 76
Metode 76
Resultater 78
Diskusjon 85
Literaturliste 112

Del 1: Situasjonskartlegging: Hvordan har kalvevektene utviklet seg?

Introduksjon

Hvor tung en hjorteviltkalv er før den møter sin første vinter har stor betydning for dens livshistorie. En dårlig start på livet kan forsinke den videre utviklingen, og reproduksjonen når den når voksen alder (Markussen et al., 2019; Solberg et al., 2023). Når et helt årskull med kalver har lav kroppsvekt, kan det påvirke elgbestanden i flere år framover i tid (Gaillard et al., 2003). Det har blitt rapportert nedadgående trender for slaktevekter på elg, spesielt hos kalv, i store deler av Sørøst-Norge og i Trøndelag i perioden 1991-2021 (Hjeljord, 2024; Solberg et al., 2021). I tillegg er det rapportert lavere fruktbarhets- og tvillingkalvrater (Hjeljord, 2024; Solberg et al., 2022). Sommeren 2018 var spesielt varm og tørr for Trøndelag og Sørøst-Norge, og dette har gitt spesielt store utslag på slaktevekter og produksjonen av kalver (Solberg et al., 2022).

På populasjonsnivå er slaktevekt en indikasjon på kondisjon, og det er mange faktorer som påvirker kondisjonen. Oftest fører høyere populasjonstetthet til dårligere kondisjon fordi dyrene må dele ressurser med flere andre. Noen faktorer som påvirker kondisjonen, er derimot uavhengig av tettheten i en populasjon. Tilgang til mat og jaktuttak er de to viktigste faktorene som påvirker tettheten av elg i Norge. Elgjakt er en viktig del av den rurale kulturen og gir inntekter til grunneierne. På nasjonalt nivå nådde jaktuttaket sitt høyeste punkt på 1990-tallet, med i underkant av 40 000 felte elger i 1993 og 1999 (SSB, 2024). Etter en jevn nedgang resulterte jaktsesongen 2022/2023 i 24 % færre felte elger enn på toppnivået på 90-tallet. Nedgangen skyldes delvis vellykket forvaltning for å redusere elgtettheten, med mål om å redusere beitetrykket i produksjonsskogen og sikre sunnere bestander. Selv om beitetrykket på økonomisk interessante treslag har avtatt, observeres en reduksjon i slaktevektene på felte elger – en utvikling som i økende grad bekymrer forvaltere, jegere og politikere.



Figur 1: Visualisering av ulike tetthetsavhengige og -uavhengige faktorer som ble i utgangspunktet identifisert som viktige for analysen og som muligens kan påvirke elgvekter. Mange av disse faktorene var forvententet å være korrelerte.

Den årlige rekrutteringen i de fleste populasjoner er tetthetsavhengig og gir størst økning ved tettheter som ligger langt under habitatets bæreevne (Storaas and Brainerd, 2024). Boreal skog, som er det viktigste naturlige habitatet for elg, er et miljø som er sterkt påvirket av forstyrrelser. Naturlige skogbranner, barkbiller og kraftig vind er elementer som kan forstyrre gammel skog over store områder, og muliggjøre ny vekst. I Skandinavia er naturlige forstyrrelser sjeldne på grunn av intensiv skogsdrift, men de dominerende flatehogstmetodene gir en lignende effekt på ny vekst. En økende andel ungskog i elgens habitat øker bæreevnen, noe som resulterer i en relativt lavere elgtetthet og økt reproduksjon (Milner et al., 2013). Forvaltning av hjortevilt i Norge forsterker disse effektene ved å redusere tettheten før vinteren, noe som gir en økt ressurstilgjengelighet per individ.

Gjenværende dyr trenger ikke å dele næring eller optimale leveområder med de som ble skutt under jakten, og kan gå inn i vårsesongen i bedre kondisjon. Dette resulterer i høyere rekruttering, ettersom flere kyr har én eller to kalver (Bowyer et al., 2020). Kondisjon hos elgkyr om våren har en direkte innvirkning på kalvens tidlige livsbetingelser, og dermed på kroppsvekten deres i den påfølgende jaktsesongen (Solberg et al., 2023). Når tettheten øker, påvirker planteetere i økende grad vegetasjonen, og tilstandsindikatorer som kalvevekt reduseres ved tettheter langt under bæreevnen (Mysterud, 2006). Analyser fra tidlig på 2000-tallet som relaterte slaktevekter hos elg i Norge med tetthetsindekser og klimavariasjon, viste at været hadde en større effekt i områder med høyere tetthet (Herfindal et al., 2006), mens rekruteringen var bedre forklart med værdata enn med variasjon i tetthet (Grøtan et al., 2009). Kalver som går inn i sin første vinter som små dyr, kan ha problemer med å "ta igjen" veksten og forblir derfor små, noe som muligens resulterer i at de igjen føder mindre kalver (Solberg et al., 2023).

Elg parer seg vanligvis fra slutten av september til begynnelsen av november (Malmsten et al., 2014). Alder, kroppsmasse og tidspunktet for paringssesongen påvirker tidspunktet for den første brunsten (første eggløsning etter at de har nådd kjønnsmodenhet) hos hunndyrene i Skandinavia (Malmsten et al., 2014). Den første brunsten kan forekomme når de er ettåringer, men dette varierer mellom kohorter og avhenger av kroppsmasse (Garel et al., 2009; Malmsten et al., 2014; Sand and Cederlund, 1996; Schwartz et al., 1995). Tidspunkt for første brunst varierer også mellom år innenfor det samme området (Garel et al., 2009), noe som tyder på at det finnes flere faktorer som påvirker syklusen. I utgangspunktet er den gjennomsnittlige kalvingsdatoen i Skandinavia avhengig av breddegrad, og i Sørøst Norge er denne omtrent i andre halvdel av mai (Neumann et al., 2020). Nyfødte kalver møter en kort første vekstsesong som i de fleste områder er over innen begynnelsen av oktober (Herfindal et al., 2006; Neumann et al., 2020). Kalver som blir født sent, mister ikke bare deler av vekstsesongen, men kan også komme i utakt med perioden med høyest proteinkonsentrasjon tidlig i plantenes vekstsesong. Denne perioden er svært viktig for melkeproduksjonen hos moren. Kalvingsdato er direkte knyttet til paringstidspunktet om høsten, og kyr i godt hold (tyngre dyr) starter brunstsesongen tidligere (Garel et al., 2009). Drektighetsperioden hos elg blir gjerne angitt til rundt 230 dager, men litteraturen viser at det er ganske stor variasjon (116 -246 dager) (for eks. Græsli et al., 2022). Brunstsyklusen hos elg er omtrent 24 dager, og kan opptre flere ganger i løpet av sesongen, til og med når kua har paret seg på den første brunsten (Schwartz et al., 1995). Dersom første brunst skjer i slutten av september, kan elgkyrne som ikke blir paret fortsette syklusen langt inn i vinteren. Hvis paring skjer i tredje syklusen, vil kalvene bli født om lag sju uker senere. Slike sent fødte kalver kan være spesielt små når de observeres under jaktsesongen.

Flere studier har vist at værforhold er en viktig faktor for kalvevekt og reproduksjon hos hjortevilt. Høye sommertemperaturer har vist seg å gi negativt utslag på kalvevekter hos elg (Herfindal et al., 2020). En nyere svensk studie fant at i tillegg til høye temperaturer kan påvirke viktige beiteplanter

som for eksempel geitrams negativt, kan temperaturen om sommeren, spesielt når den er over 20°C gjennom vekstsesongen påvirket kalvevekter negativt (Holmes et al., 2023). Derimot kan en varm senvinter før kalvefødselen slå ut positiv for kalvens framtidige vekt, trolig fordi moren får tilgang til mer energirik føde når snøen smelter tidligere, og fordi energiinnholdet er høyest i vårens nye planteskudd (Neumann et al., 2020). Ikke bare varigheten av perioden med snødekke, men også snødybden og dermed den totale nedbørsmengden om vinteren, kan ha en stor effekt på morens kondisjon og dermed på kalvens vekt den påfølgende sommeren (Herfindal et al., 2020). I en tidligere studie viste Herfindal et al. (2006), at de tyngste kalvene kommer fra områder med kalde somre og lange snørike vintre. Mens lange snørike vintre fører til lavere tetthet ved å sortere ut svake dyr, tilbyr en kjølig sommer en langt bedre kvalitet på beitet (Herfindal et al., 2006; Holmes et al., 2023). En kjølig sommer har også fordeler når det gjelder melkeproduksjon. Laktasjon er en energikrevende prosess som er forbundet med en økning i stoffskiftet (metabolismen). Økt metabolsk rate krever på sin side høyere fôropptak, som ved laktasjon vanligvis kombineres med bruk av kroppens reserver. Denne økte omsetningen produserer varme, en varme som dyret må kvitte seg med for å opprettholde en stabil kroppstemperatur. Evnen til å kvitte seg med varme er en begrensende faktor for melkeproduksjonen (Król et al., 2007). For å opprettholde varmetapet når temperaturen øker, kan elgen tilbringe mer tid i våtmarker og skyggefulle områder, og da potensielt på bekostning av tid brukt på beiting i mer ideelle beiteområder. Dette kan føre til dårligere kondisjon spesielt hos elgkyr og mindre kalver. Vilt i dårlig kondisjon er mer utsatt for parasitter og sykdom. Med et mildere klima og en lengre vegetasjonsperiode øker utbredelse og tetthet av flått i Norge (Jung Kjær et al., 2019). Skogsflåtten (*Ixodes ricinus*) sprer blant annet sykdommen anaplasmose, en bakteriell infeksjon som kalles sjodogg hos sau. Lam som blir smittet har en lavere tilvekst gjennom sommeren, og sykdommen kan være dødelig (Grøva et al., 2013). Noen studier peker på lignende effekter hos elgkalver (Ražanskė et al., 2021).

Mange av faktorene nevnt her har endret seg over tid, og når det sammenlignes tidsserier er det vanlig med forklaringsvariabler som peker i samme retning, noe som kalles for multikollinearitet. Det kan ha to former, enten er det en direkte sammenheng, for eksempel kan vi forvente høyere tetthet av flått når det blir et mildere klima, fordi flåttens livssyklus trenger en viss periode med mildt vær (Jung Kjær et al., 2019). En annen form av multikollinearitet er når to faktorer utvikler seg i samme retning uten en direkte sammenheng, for eksempel er ikke et mildere klima årsaken til arealendringer i elgens habitat knyttet til utbygging av infrastruktur. For en vanlig statistisk modell, er det ikke mulig for å skille mellom variabler som peker i samme retning, uavhengig om de er direkte relatert eller ikke. En mulighet er å kun inkludere variabler som ikke er korrelert med hverandre. Det betyr samtidig at andre variabler ikke blir tatt hensyn til i en analyse, noe som krever kunnskap, men også vurderingsevne, og det er viktig at prosessen ved valg av variabler er transparent.

I denne rapporten inkluderte vi slaktevekter for elg skutt mellom 1985 og 2023 i fylkene Agder, Akershus, Buskerud, Innlandet, Østfold, Oslo og Trøndelag, og kvantifiserte nedgangen i slaktevekt

på ulike geografiske nivåer. Å kvantifisere trenden på en detaljert måte var viktig for å oppnå en dypere forståelse av endringene. Før noen forvaltningstiltak kan vurderes, må vi avdekke de underliggende årsakene til denne langvarige og utbredte nedgangen i vekter. De potensielle driverne og viktige variabler vi identifiserte inkluderer breddegrad, temperatur, nedbør, elgtetthet, flåttforekomst, landskapskarakteristikker (som tilgjengelighet av høytliggende fjellskog som letter tilpasningen for elgen under dårlige forhold) og plantefenologi.

Målet var å:

a) kvantifisere nedgangen i slaktevekter over tid hos elgkalver, ungdyr og voksne elgkyr, mens vi kontrollerer for når på høsten elgen ble felt (kalver), kjønn, antall sett kalv per ku som en populasjonsindikator, og breddegraden som en forenklet klimafaktor.

b) kartlegge variabler som kan være mulig årsak for endringer i slaktevekt, og undersøke korrelasjoner til kalvevekt og korrelasjoner mellom dem.

c) undersøke hvordan kalvingstidspunkt på våren sammenfaller med plantefenologi hos viktige beiteplanter

Vi forventer en reduksjon i slaktevekter hos elgkalver:

i.: Uavhengig av fylke.

ii.: Til tross for en observert nedgang i elgtetthet, basert på jaktobservasjonsdata.

iii.: En mindre uttalt nedgang i områder med kaldere somre (høyere over havet og lengre mot nord).

iiii.: En reduksjon i kalvevekter over tid er forbundet med en økende andel kalvinger som ikke samsvarer med vegetasjonsperioden.

Iiiii: Nedgang i kalvevekt gjenspeiles i slaktevekt hos ungdyr

Metoder

Datainnsamling

Figur 2: Oversikt over fylkene vi har samlet og analysert data fra i denne rapporten, markert i blått.

Dette prosjektet startet i 2023 som et samarbeidsprosjekt mellom Høgskolen i Innlandet (INN, nå Universitetet i Innlandet) og Norges Jeger- og Fiskerforbund (NJFF). Hovedfokus var å analysere slaktevekter fra elgkalv i Hedmark. I 2024 ble prosjektet utvidet til å inkludere Agder, Akershus, Buskerud, Innlandet, Oslo, Trøndelag og Østfold fylker (Figur 2), og til å inkludere alle aldersgrupper av elg. Vi samlet data fra Hjorteviltregisteret og Viltrapporten (fra de kommunene som hadde registrert jaktstatistikk der) for å få en fullstendig oversikt. Innsamlede data inkluderte slaktevekter for kalver, ungdyr og voksne, kjønn, flere elgtetthetsindikatorer (sett elg, antall jegerdager, om kyr ble observert sammen med kalver, fellingsprosent, etc.), samt hvilken dato og i hvilken kommune elgen ble skutt.

Databehandling

Siden 2002 er det kommunens ansvar å sørge for at det registreres felte elger i det nasjonale hjorteviltetregisteret. I denne registreringen føres fellingsdato, kjønn, en aldersklassifisering og slaktevekt (veid). Før 2002 er rapporteringen ufullstendig, men det er gjort registreringer tilbake til 1985, avhengig av fylke. Norges Jeger- og Fiskerforbund Hedmark har i prosjektet hatt ansvar for innsamling av datamaterialet. Dette omfatter innsamling av slaktevekter fra primært elgkalver, men også voksne elger, samt tilleggsinformasjon, så langt tilbake i tid det finnes tilgjengelige data. Via hjorteviltregisteret og viltrapporten hentet vi ut data om felt elg helt ned på individnivå så langt tilbake i tid det finnes tilgjengelig data. Data fra viltrapporten innhentes fra de områdene som bruker viltrapporten der eldre data ikke er overført til hjorteviltregisteret enda. Organisering av data, dataanalyser, og innsamling av andre variabler ble utført av prosjektdeltakere fra INN. All håndtering og analyse av data ble utført i R (versjon 4.4.2, R Core Team, 2024). Geografiske data ble hentet fra Geonorge og Høydedata (Geonorge, 2024). Kommunegrensene er klippet til kystlinje.

Slaktevekter og populasjonsindikatorer

Slaktevektene for elg ble koblet til kommune, fylke, og kommunens sentroidbredde- og lengdegrad (bredde- og lengdegrad for det geografiske midtpunktet i kommunen) gitt ved koordinater. Slaktevekter for kalver < 10 kg og > 110 kg, og for ungdyr < 75 kg og > 179 kg er ikke med i analysene.

Vi beregnet andel sett kalv per ku (kalv per ku ratio) for hver kommune ved å dele summen av alle kalver sett i et gitt år med summen av antallet kyr sett det samme året.

Landskapsegenskaper

Ettersom koordinat for hver felling ikke var tilgjengelig brukte vi lengde- og breddegrad for det geografiske midtpunktet i hver kommune som geografisk referanse for slaktevektene.

Andel fjellskog

Som et estimat for tilgang til kjølig sommerhabitat beregnet vi andelen areal (av alle arealtyper) mellom 700 og 1000 m.o.h. i forhold til totalarealet for hver kommune. Vi kaller denne variabelen fjellskog. Dette gjorde vi ved å bruke den digitale terrengmodellen fra Høydedata med 50 m oppløsning.

Miljøvariabler

Vi lastet ned data fra hver værstasjon i Agder, Akershus, Buskerud, Innlandet, Oslo, Trøndelag og Østfold fra 1986 til 2023 (Forst API, 2024). Følgende parametere ble samlet inn: daglig gjennomsnittstemperatur, daglig maksimumstemperatur, daglig nedbørsmengde og dato for lauvsprett (bjørk). På grunn av uregelmessigheter i værdataregistreringene for noen værstasjoner i enkelte kommuner og/eller tidsperioder interpolerte vi manglende informasjon om daglig gjennomsnittstemperatur, maksimumstemperatur og nedbørsmengde. Interpolasjonen ble utført gjennom "inverse distance weighting" med R-pakken *gstat* (Pebesma et al., 2015) basert på data fra de fem nærmeste værstasjonene fra det geografiske midtpunktet i kommunen, med størst vekt på de nærmeste værstasjonene. Vi brukte definisjonen fra Meteorologisk institutt for start av vekstsesongen, det vil si den første av fire påfølgende dager hvor gjennomsnittstemperaturen var > 5°C (Frost API). I tråd med Holmes et al. (2023) oppsummerte vi alle værvariablene for tidsperioden mellom starten av vekstsesongen og 17. Juli hvert år. Vi oppsummerte følgende variabler: gjennomsnittlig temperatur, andel dager hvor maksimumstemperaturen var > 20°C (Holmes et al., 2023) og gjennomsnittlig nedbørsmengde for hver kommune og år.

Tetthet av flått

Vi brukte estimerte tetthet av skogsflåttnymfer fra (Jung Kjær et al., 2019). Deres modell estimerte ikke for områder over 450 m, fordi der er det ingen eller veldig lite flått, så vi tildelte områder over 450 m en nullverdi. For hver kommune beregnet vi en gjennomsnittsverdi ved bruk av funksjonen "extract" fra terra pakken i R.

Statistiske analyser

Vi analyserte slaktevekter for elg separat for hver aldersklasse på to forskjellige måter. Den første måten inkluderte de ulike fylkene for å få et estimat for hver av dem, og den andre inkluderte breddegrad for hver enkelt kommune for å få en høyere romlig oppløsning (mer detaljert i forhold til beliggenhet for hver kommune). Vi analyserte utviklingen av slaktevekter hos elg i en Bayesiansk generalisert additiv modellmetode med R-pakken *brms* (Bürkner, 2017). Slaktevekter ble brukt som responsvariabel og modellert med en normalfordelt distribusjon. Alle modellene inkluderte «dag i året» og kjønn som forklaringsvariabler for å ta høyde for en endring i slaktevekter i løpet av året samt forskjeller mellom de ulike kjønnene. Vi brukte data fra dyr som ble skutt fra første dag i elgjakta (268. dag i året) til 31. desember hvert år. Vi presenterte resultatene som et gjennomsnitt av den posteriore fordelingen i tillegg til 50 % og 95 % troverdighetsintervall. 50 % troverdighetsintervaller representerer den mest sannsynlige variasjonen av slaktevekter, og 95 % troverdighetsintervaller representerer intervallet der det er 95 % sannsynlighet at slaktevektene vil ligge.

Datafordeling av slaktevekter for kalv

Kalver som er født senere i kalvings sesongen er forventet å ha lavere vekt i jaktsesongen. Hvis en signifikant andel av kalvene fødes sent, for eksempel på grunn av at elgkyrne ble bedekket senere i brunstsesongen, vil vi forvente en to-toppet (bimodal) fordeling av vektdataene. På den andre siden, hvis andelen sene kalvinger er lav og ikke endres systematisk over tid, vil vi forvente at dataene er normalfordelte. For hver jaktsesong og hvert fylke beregnet vi forskjellen mellom gjennomsnitt og median for kalvene og undersøkte fordelingen av vektdataene i histogrammer. Basert på manglende utslag fra denne deskriptive analysen besluttet vi å ikke bruke kvantitative metoder for å undersøke tidsmessige forskjeller i fordelingen av slaktevekter.

Analyse på fylkesnivå

I denne analysen undersøkte vi utviklingen for slaktevekter for elg i hvert fylke over en tidsperiode fra 1986 til 2023. Vi ønsket å ta høyde for variasjon mellom årene, så vel som for tid på året (fellingsdato), og i tillegg at denne variasjonen kunne variere mellom fylker. Vi inkluderte derfor to interaksjoner i vår modell. Den første interaksjonen (tid på året * fylke) tillot ulike trender for slaktevekter innad i året for hvert fylke. Den andre interaksjonen (s(År, by = fylke)) tillot en variasjon i slaktevekter mellom år for hvert fylke. Den fullstendige modellen for å undersøke slaktevekter hos elg, besto av «dag i året», kjønn, år, andel kalv per ku (sett kalv per ku) og fylke. Interaksjonen mellom år og fylke ble modellert som et ikke-lineært ledd med basisfunksjonen «ts» for å tillate avvik fra linearitet.

Korrelasjon av mulige drivere for slaktevekt hos elg

I løpet av den innledende databehandlingen ble høye korrelasjoner mellom enkelte forklaringsvariabler åpenbare. Imidlertid bør man ikke inkludere korrelerte variabler i en tradisjonell

regresjonsmodell. Vi definerte signifikante korrelasjoner når Pearson-korrelasjonsverdien var ≥ 0,5 og lave korrelasjoner/assosiasjoner når korrelasjonskoeffisienten var ≥ 0,3 (Asuero et al., 2006).

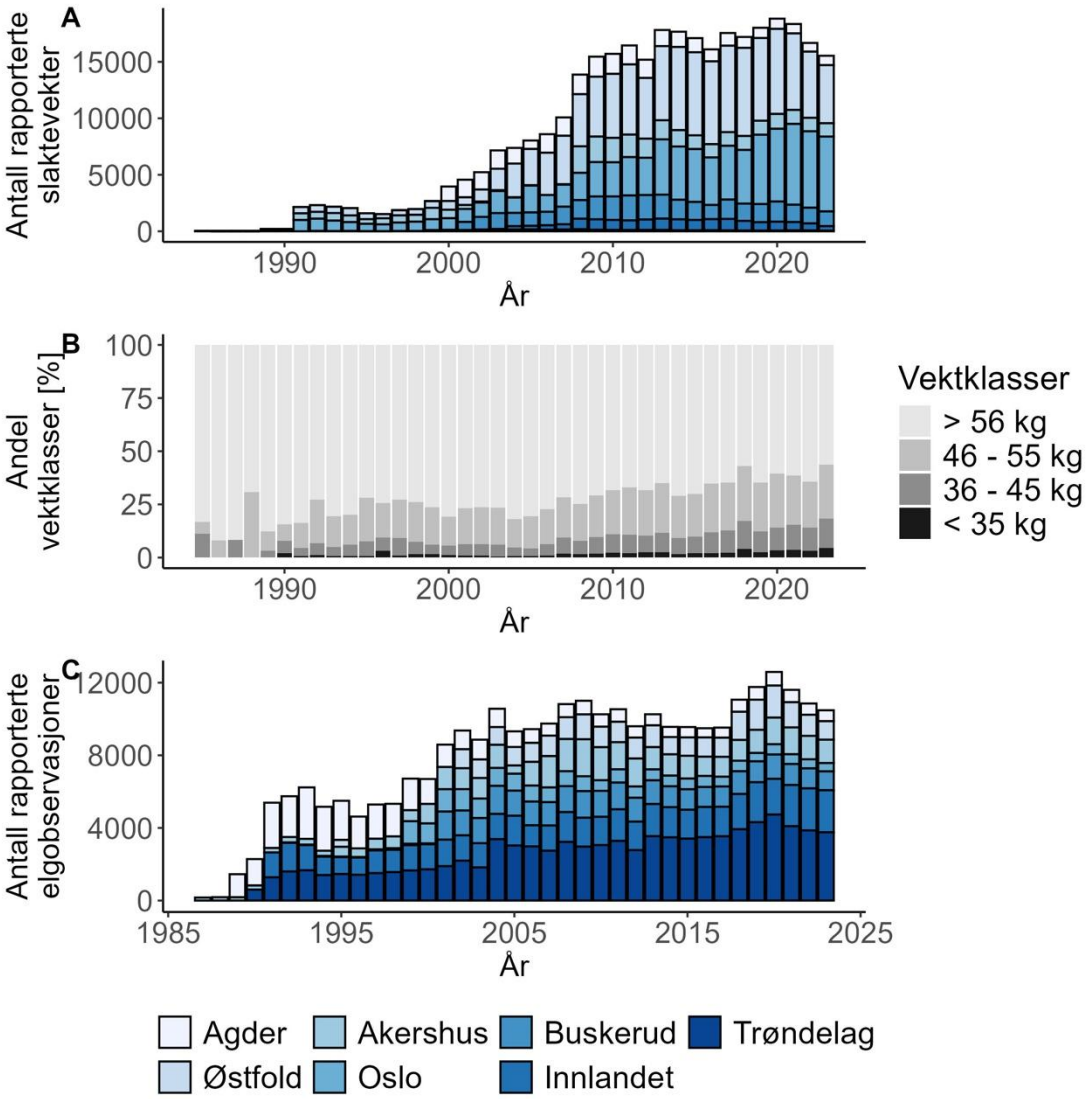
For å utforske dataene, lagde vi en hovedkomponentanalyse (PCA) med tanke på å identifisere dominerende mønstre i dataene våre og avdekke hovedretninger/gradienter. Vi inkluderte følgende variabler: Slaktevekt, år, breddegrad, antall sett elg i et gitt år, antall skutt elg i et gitt år, andel kalv per ku, start på vekstsesongen, gjennomsnittstemperatur i vekstsesongen, andel varme dager i vekstsesongen, gjennomsnittlig daglig nedbørsmengde, andel fjellskog, og flåttforekomst. Med denne tilnærmingen er det mulig å identifisere mønstre og oppsummere de komplekse forholdene mellom de korrelerte variablene og hvordan de henger sammen med slaktevektene hos elg. Vi beregnet Kaiser-Meyer-Olkin (KMO)-verdien for å vurdere hvor hensiktsmessig en hovedkomponentanalyse var for det gitte datasettet og den generelle korrelasjonen av hver variabel med resten. Vi valgte de to første hovedkomponentene (PC), som til sammen forklarte den høyeste andelen av variasjoner i dataene. Vi valgte variablene med høyest "loading" per hovedkomponent for å beskrive hovedretningen for hovedkomponenten.

Analyse på breddegradsnivå

Denne analysen ble satt opp på samme måte som analysen på fylkesnivå, men vi erstattet variabelen «fylke» med sentroidbreddegraden (breddegraden for det geografiske midtpunktet) til kommunen elgen var skutt i. Basert på korrelasjonsanalysen og hovedkomponentanalysen (PCA) ble breddegrad brukt som Proxy for andre miljøfaktorer som temperatur, flåttforekomst og andel fjellskog. Hvis vi hadde inkludert alle disse parameterne i en mer tradisjonell regresjonsmodell kunne vi fått kollinearitet i modellen vår. Vi valgte derfor breddegrad som en overordnet representant for endringer i de miljørelaterte parameterne langs en nord-sør gradient. Den fullstendige modellen for å undersøke slaktevekt hos elg inneholdt dagen i året, kjønn, år, andel kalv per ku og breddegrad. Interaksjonen mellom år og breddegrad ble modellert som et ikke-lineært ledd med basisfunksjonen «ts» for å tillate avvik fra linearitet.

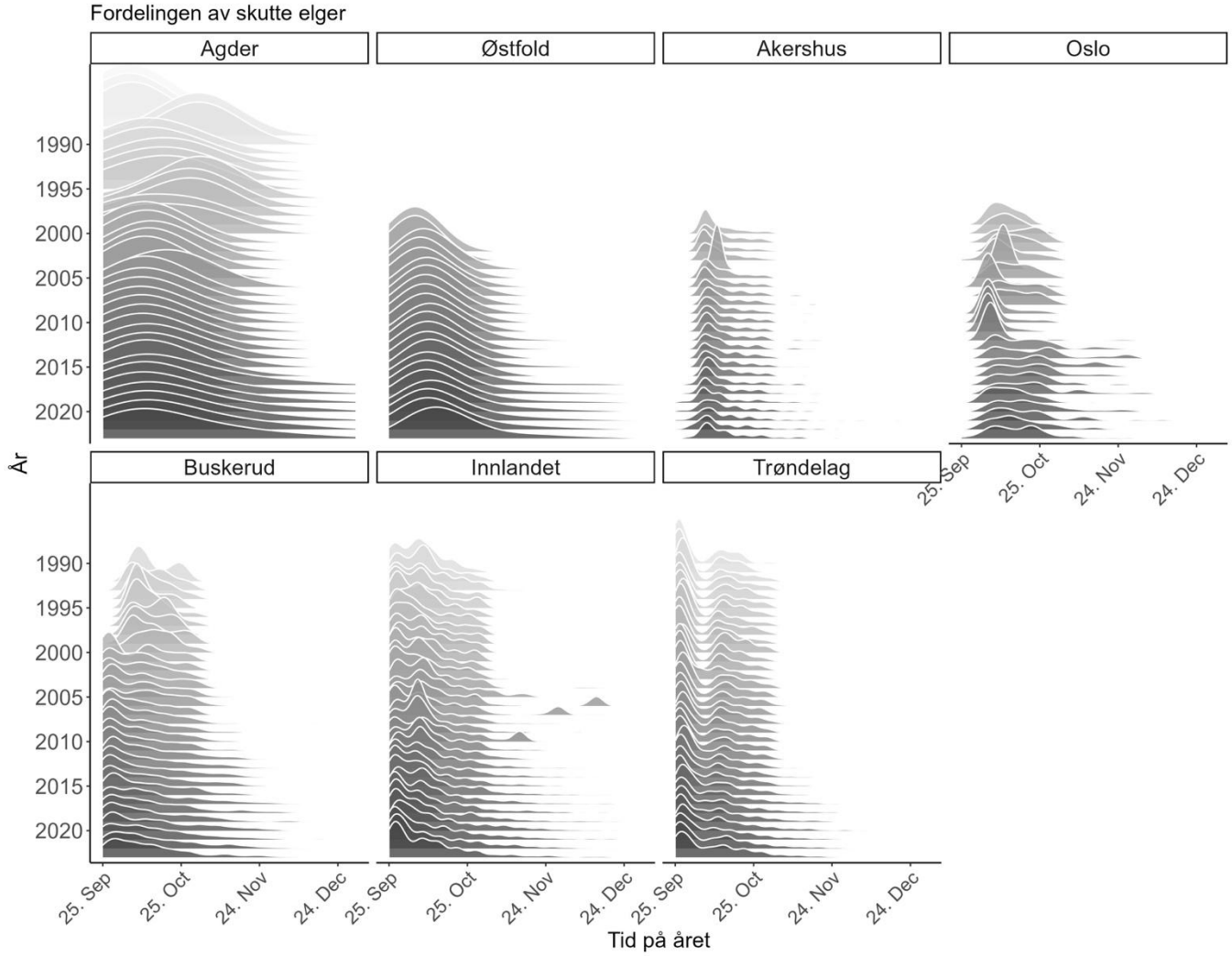
Resultater

Totalt analyserte vi 338 525 slaktevekter fra elg (hvorav 116 874 kalver, 97 432 ungdyr og 124 219 voksne) over en periode på 38 år (1986 - 2023) fra sju fylker i Norge (Tabell 1). Gjennomsnittsvekten for kalver var høyest i Innlandet, og lavest i Agder. Antallet rapporterte slaktevekter varierte mellom årene, med de høyeste mot slutten av perioden sammenlignet med de første årene på 80-tallet (Figur 3A, Tabell 1). Andelen små kalver (≤ 55 kg) som ble skutt, og i tillegg antallet registrerte elgobservasjoner (sett elg) økte utover i perioden (Figur 3 B og C).



Figur 3: Oversikt over antallet rapporterte slaktevekter (A), andel ulike vektklasser på kalver i kg (B) og antallet sett elg (elgobservasjoner) i hvert fylke.

I løpet av de siste tre tiårene har elgjaktsesongene i Agder, Østfold, Akershus, Oslo, Buskerud, Innlandet og Trøndelag blitt forlenget, ofte med en tidligere start og noen steder også en senere avslutning (Figur 4). I mange områder har den tradisjonelle intensive jakten i midten av oktober gradvis endret seg til en lengre periode fra slutten av september til begynnelsen av november. Samtidig har enkelte lokale tilpasninger ført til mer varierende praksis mellom fylkene. Samlet peker denne utviklingen mot en mer fleksibel og utvidet jaktsesong enn det man så på 1990-tallet.



Figur 4: Fordeling av skutte elger i løpet av jaktsesongen, fordelt på fylke og år. Fargen gjenspeiler en utvikling over tid, med lysere grå for de første årene av studieperioden, og mørkere grå for de senere årene.

Tabell 1: Oversikt over antall kalver, ungdyr og voksne elg skutt og rapportert med slaktevekt, samt antallet sett elg per jegerdag og felte elg per km² (fordelt på fylker) i perioden fra 1986 til 2023 (summert i perioder på 4-10 år).

Fylke	Årsperiode	Kalv	Ungdyr	Voksne dyr	Sett elg pr. jegerdag	Felte elg pr. km²
Agder	1986 - 1989	43	28	109	1,33	NA
Agder	1990 - 1999	1 001	2 294	2 555	1	0,077
Agder	2000 - 2009	1 107	2 320	2 615	0,46	0,046
Agder	2010 - 2019	3 258	5 411	6 437	0,39	0,100
Agder	2020 - 2023	1 245	1 569	2 137	0,47	0,086
Akershus	1986 - 1989	3	4	8	0,40	0,004
Akershus	1990 - 1999	12	10	19	0,64	0,012
Akershus	2000 - 2009	4 651	4 206	6 055	0,46	0,349
Akershus	2010 - 2019	3 923	4 101	5 127	0,42	0,274
Akershus	2020 - 2023	1 420	776	1139	0,54	0,186
Buskerud	1990 - 1999	137	59	87	0,77	0,001
Buskerud	2000 - 2009	3 128	3 725	5 302	0,52	0,095
Buskerud	2010 - 2019	4 103	5 880	8 090	0,46	0,140
Buskerud	2020 - 2023	1 760	1 741	2 547	0,43	0,123
Innlandet	1990 - 1999	2 538	2 179	2 793	0,64	0,019
Innlandet	2000 - 2009	6 653	4 680	6 621	0,58	0,028
Innlandet	2010 - 2019	15 034	11 909	16 851	0,49	NA
Innlandet	2020 - 2023	9 715	6 631	10 597	0,58	0,143
Oslo	1990 - 1999	14	5	14	1,12	0,465
Oslo	2000 - 2009	492	277	523	0,81	0,447
Oslo	2010 - 2019	408	171	427	0,63	0,203
Oslo	2020 - 2023	123	31	154	0,72	0,183
Østfold	1990 - 1999	1	3	3	0,34	0,017
Østfold	2000 - 2009	785	1 400	1 318	0,39	0,163
Østfold	2010 - 2019	2 229	3 717	3 133	0,42	0,255
Østfold	2020 - 2023	766	959	787	0,54	0,168
Trøndelag	1986 - 1989	114	56	NA	NA	NA
Trøndelag	1990 - 1999	2 482	1 446	866	0,50	0,019
Trøndelag	2000 - 2009	12 466	7 933	8 078	0,68	0,065
Trøndelag	2010 - 2019	27 895	18 300	22 392	0,71	0,178
Trøndelag	2020 - 2023	10 578	6 311	8 391	0,85	0,160

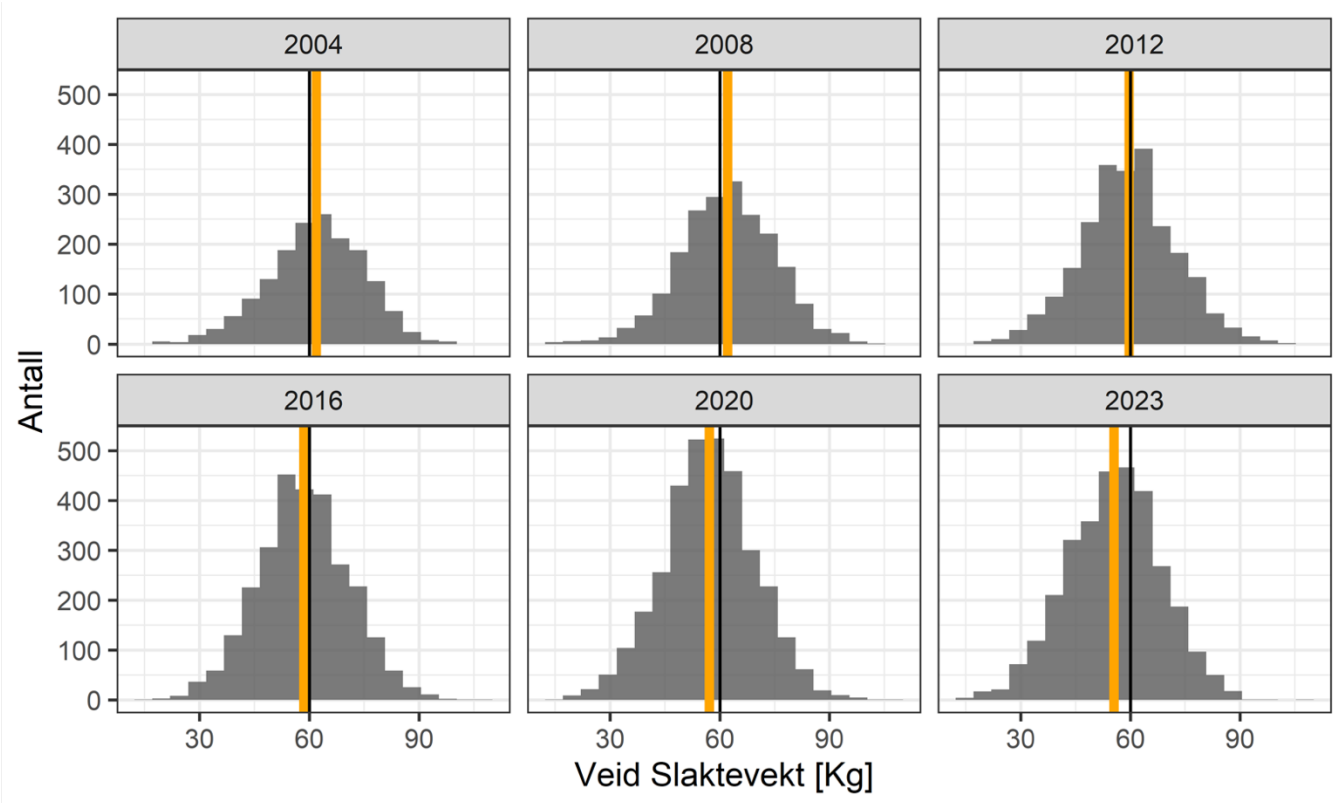
De høyeste gjennomsnittlige sommertemperaturene og den høyeste andelen varme dager (>20°C) ble målt i Akershus med en gjennomsnittstemperatur på 11,7°C og 28 % varme dager. De laveste gjennomsnittlige sommertemperaturene ble målt i Trøndelag med en gjennomsnittstemperatur på 9,8°C. Trøndelag hadde også den laveste andelen varme dager med 16 %. Agder hadde høyest gjennomsnittlig nedbørsmengde per døgn, mens Østfold hadde den laveste. Østfold var det fylket

med den gjennomsnittlig tidligste starten av vekstsesongen (90. dagen i året), mens Innlandet hadde den seneste (115. dagen i året). Østfold og Oslo har ingen fjellskog, og har derfor den laveste tilgjengeligheten blant fylkene. Innlandet hadde den høyeste gjennomsnittlige andelen med fjellskog på 20 %. Høyeste flåttforekomst var i Østfold med et gjennomsnitt på 83 %, og lavest i Innlandet med 12 %.

Tabell 2: Oversikt over gjennomsnitt, laveste og høyeste verdi av variabler som kan påvirke elgens slaktevekter brukt i denne studien, oppsummert over alle kommuner og fylker. Miljøvariabler ble beregnet som gjennomsnitt fra starten av vekstsesongen i hver kommune til 17. juli. Gjennomsnittet er beregnet fra alle kommunene, mens laveste og høyeste verdier representerer en kommune hvor parameteren var lavest eller høyest for enkelte kommuner og år.

	Gjennomsnitt	**Minimum**	**Maximum**
Slaktevekt [kg]	60	24	98
Bredegrad	61	58	64,9
År		1986	2023
Kalv per ku ratio	1	0	1,4
Gjennomsnittstemperatur [°C]	11	2,2	16,3
Nedbør [mm/dag]	2	0	7,2
Vekstsesong start	103	60	171
Andel varme dager [0-100 %]	0	0	60
Flåttmengde [0-100 %]	0	0	90
Andel fjellskog [0-100 %]	0	0	80

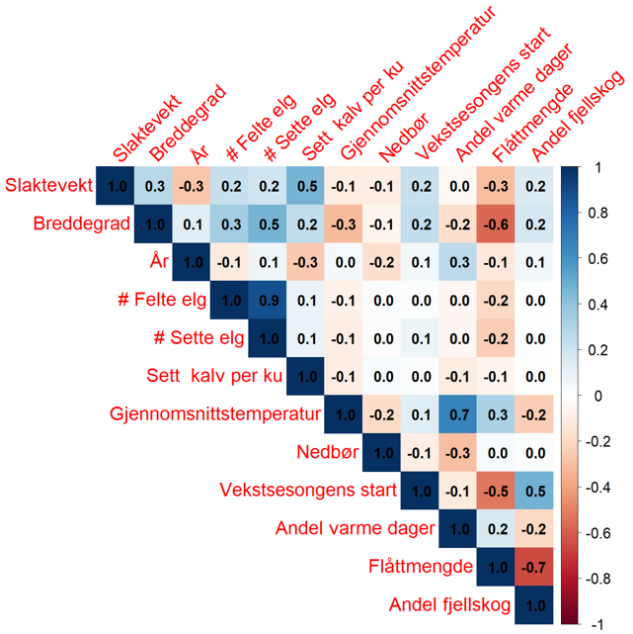
Kalvevektene var normalfordelt, og fra den deskriptive analysen ser vi at det ikke er andel småkalver som øker, men at hele vektfordelingen flytter seg nedover over tid (Figur 5). For alle fylker og år er forskjellen mellom gjennomsnittlig og median slaktevekt for kukalver mindre en 2 kg, bortsett fra 2018 i Østfold og Akershus (2,1 kg, 3,2 kg).



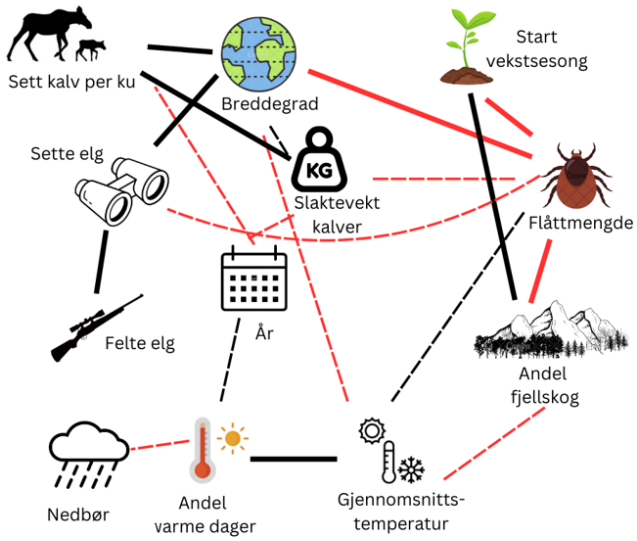
Figur 5: Utvalg av histogrammer med slaktevekter fra kukalver fra Akershus, Agder, Buskerud, Innlandet, Oslo, Trøndelag og Østfold. Grå søyler viser antall kalver per vektklasse med intervall på 4 kg. Den oransje linjen indikerer medianen, den svarte linjen er til sammenligning med en slaktevekt på 60 kg.

Vi fant stor variasjon mellom spesifikke variabler som breddegrad, temperatur, andel fjellskog og flåttforekomst i de kommunene som var inkludert i studien (Figur 6 A). Korrelasjoner ≥ 0,3 er vist i Figur 6 B. Ved hjelp av hovedkomponentanalysen (PCA) identifiserte vi to hovedgradienter i dataene våre, som til sammen forklarte 42 % av den totale variasjonen (Figur 6 C). Kaiser-Meyer-Olkin (KMO)-verdien var 0,56. Den første hovedkomponenten (PC1), som forklarte 26 % av variasjonen, delte dataene i en nord-sør gradient. De nordligste fylkene (Trøndelag og Innlandet) hadde tyngre kalver sammenlignet med fylker lengre sør (eksempelvis Agder og Østfold). De nordligste fylkene hadde også en høyere andel fjellskog, en senere start på vekstsesongen og en lavere forekomst av flått sammenlignet med de sørligste fylkene (Figur 6 C). Den andre hovedkomponenten (PC2) forklarte 15,4 % av variasjonen i dataene og var primært drevet av en temperatur-nedbørs gradient. Varmere vår og sommer var også stort sett tørrere. Agder og Østfold var de sørligste fylkene i vår studie, de hadde høyest flåttforekomst og lavest andel fjellskog, i tillegg til de laveste kalvevektene. Innlandet og Trøndelag var de nordligste fylkene i vår studie, de hadde lavest flåttforekomst, høyest andel fjellskog og den seneste starten av vekstsesongen (Figur 3 C). Fylkene overlapper i stor grad i analysen, noe som tyder på at det er stor variasjon innad i fylkene og en overlapp i miljøforhold.

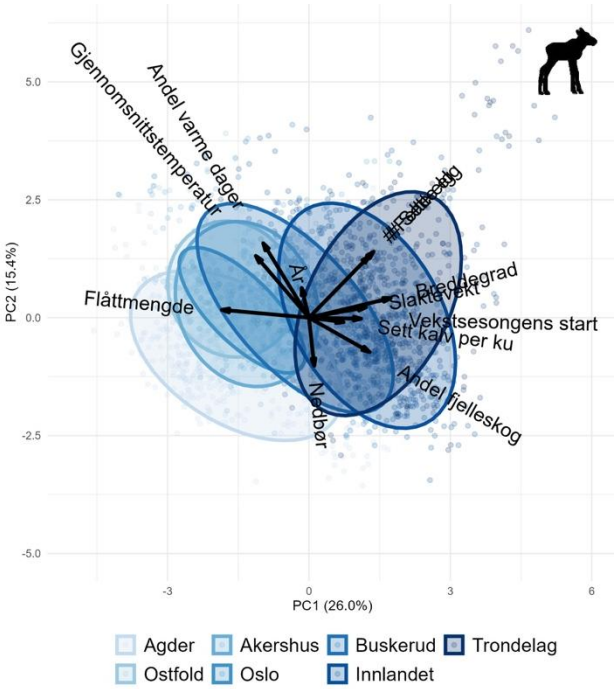
A



B



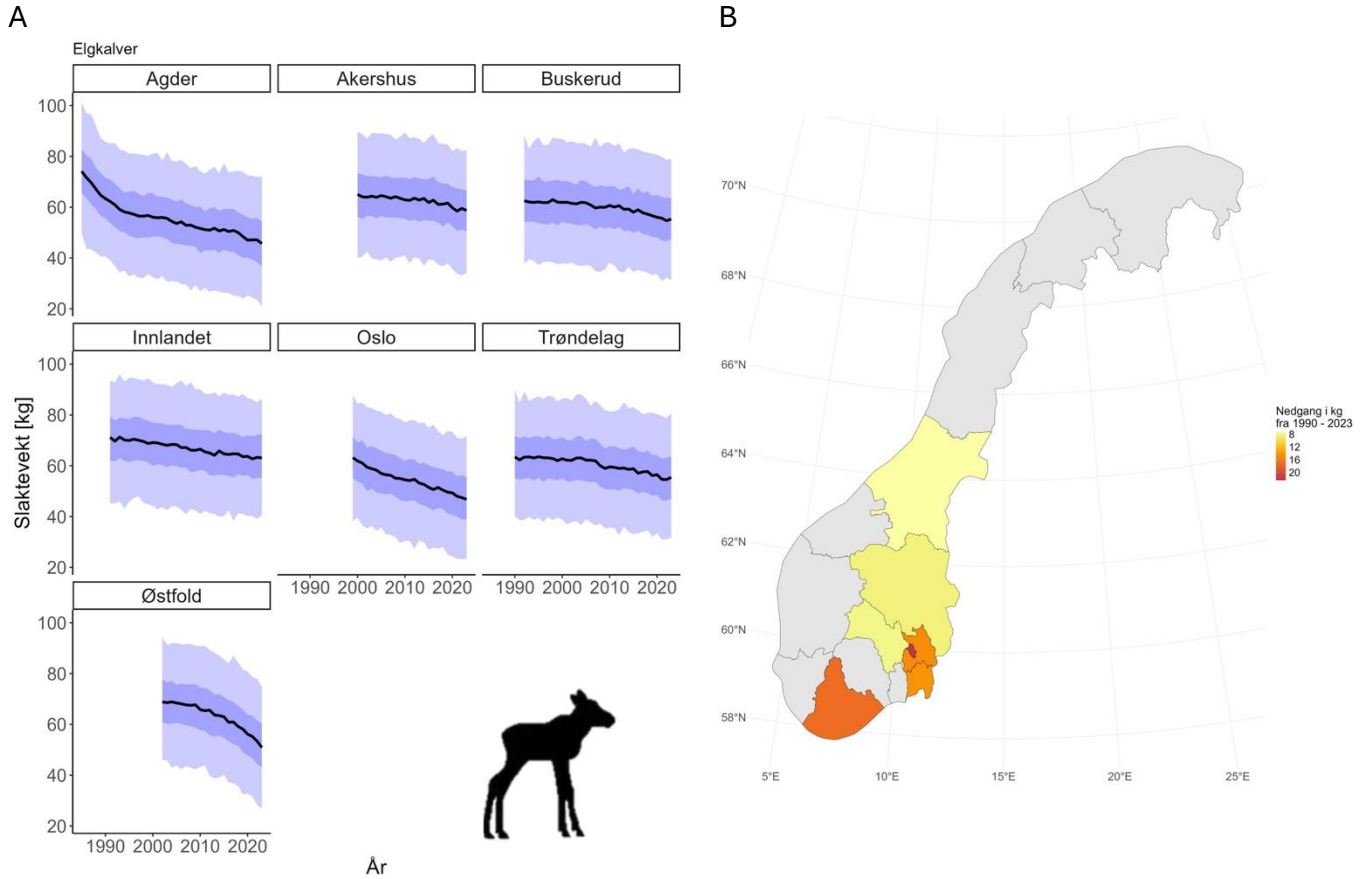
C



Figur 6: Korrelasjonsplott av slaktevekt hos elgkalv, breddegrad, år, elgtetthetsestimater (antall sett og skutt elg), miljørelaterte variabler (gjennomsnittstemperatur, daglig nedbørsmengde, andel varme dager og start på vekstsesongen), i tillegg til flåttforekomst og andel fjellskog (A). Visualisering av signifikante korrelasjoner (tykke linjer: korrelasjon ≥ 0,5) og lave korrelasjoner/sammenhenger (stiplede tynne linjer, korrelasjon ≥ 0,3 men < 0,5) (B). Røde linjer representerer en negativ sammenheng og svarte linjer en positiv sammenheng. Del C viser resultatene fra hovedkomponentanalysen (PCA) med den første hovedkomponenten (PC1) på x-aksen og den andre hovedkomponenten (PC2) på y-aksen. PC1 representerer en nord-sør gradient med tilhørende høyere elgkalvvekter, høyere andel fjellskog og færre flått i nord sammenlignet med sør. Retningen av pilene representerer positive og negative sammenhenger og lengden av pilene indikerer viktigheten av hver variabel for hovedkomponenten (PC). Variabler som er gruppert sammen er korrelert og de har lignende underliggende dynamikk. Ellipsene og de fargede datapunktene er gruppert etter fylke, noe som indikerer hvor på gradientene fylket er plassert (lysere blå = sørligere fylker, mørkere blå = nordlige fylker).

Analyse på fylkesnivå

Slaktevektene hos elgkalv sank gjennom den 37 år lange perioden i alle fylkene, men i ulik grad (Figur 7 A og B). Den største nedgangen i slaktevekter fant vi i Agder med en 35,5 % reduksjon, mens Trøndelag og Innlandet hadde den minste nedgangen med en reduksjon på 11 %.

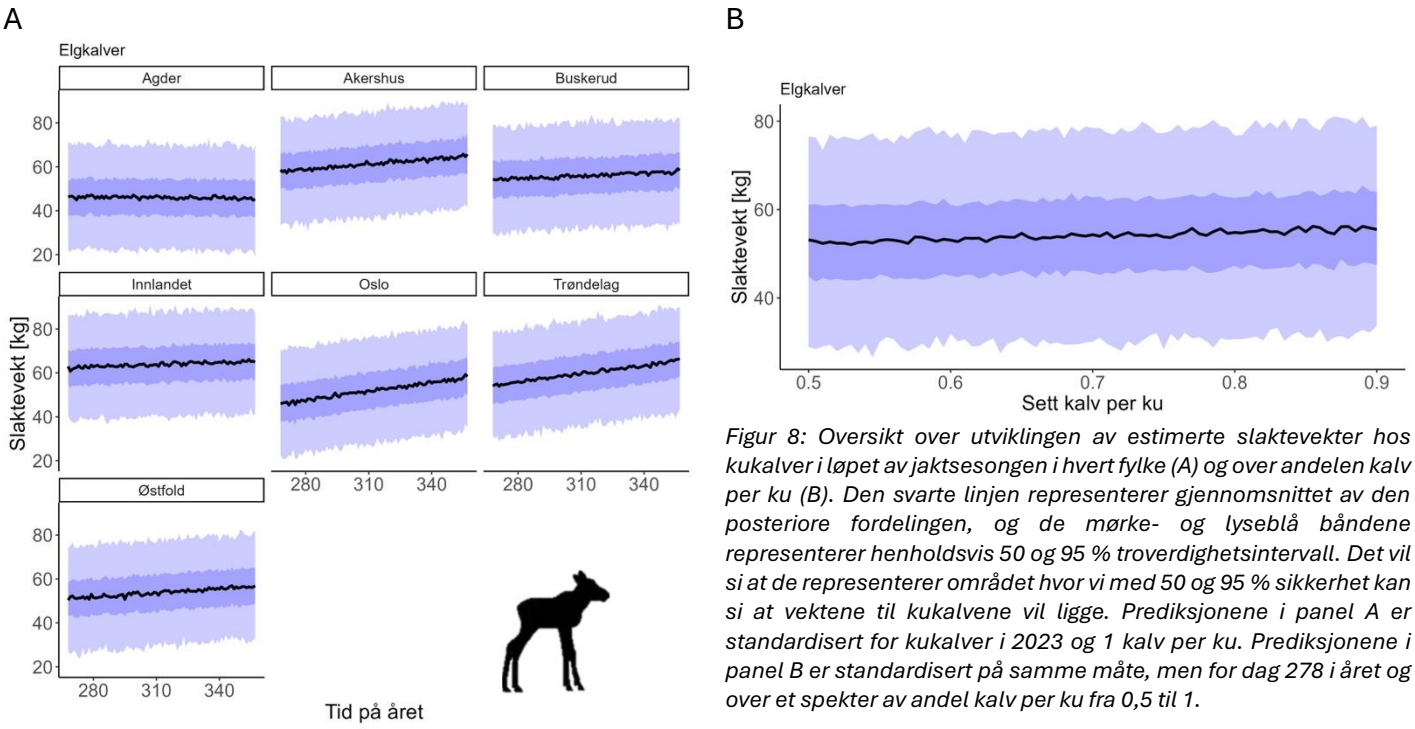


Figur 7: Oversikt over utviklingen av estimerte slaktevekter hos elgkalv fordelt på fylke, fra begynnelsen av datainnsamlingen i hvert fylke frem til 2023. Panel A viser de estimerte slaktevektene for elgkalver med gjennomsnittet av den posteriore fordelingen som en svart linje og 50 og 95 % troverdighetsintervall som blå bånd. Det vil si at de representerer området hvor man med 50 og 95 % sikkerhet kan si at vektene til kalvene vil ligge. Panel B viser nedgangen i slaktevekter (i kg) fra begynnelsen av datainnsamlingen til 2023 i hvert fylke som en fargegradient på et kart med fylkesgrenser. Gradienten går fra gul (moderat nedgang) til rød (høy nedgang i slaktevekter).

Tabell 3: Oversikt over den estimerte nedgangen i slaktevekter i prosent for kalver, ungdyr og elgkuer per fylke.

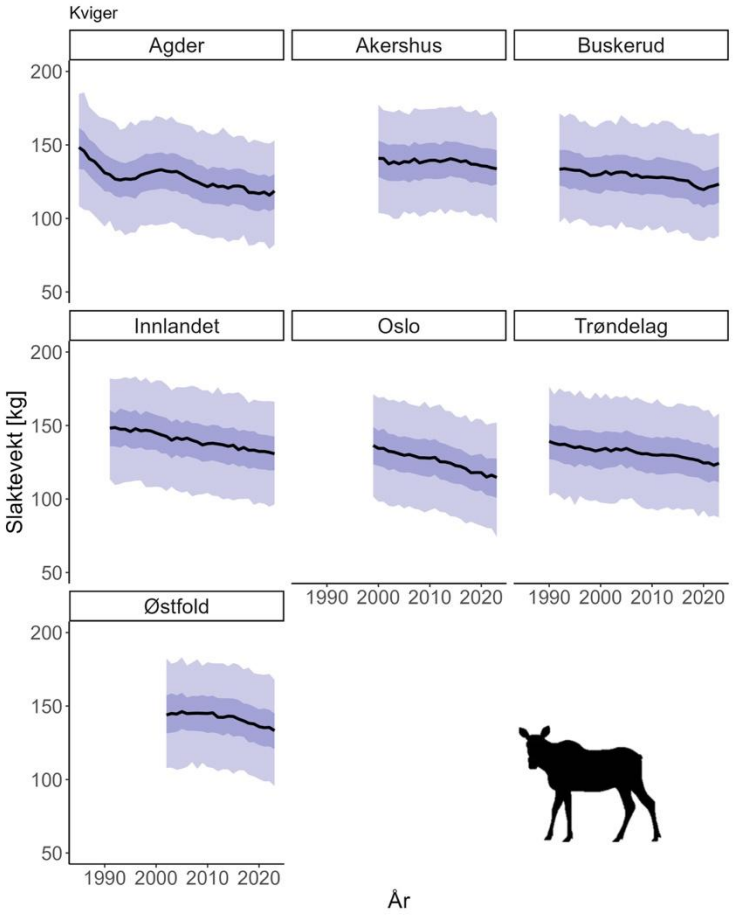
	Kalver	Ungdyr	Elgku	Tidsperiode	Antall
Agder	-35,5 %	-18,6 %	-13,0 %	1986 – 2023 (**37 år**)	32129
Østfold	-25,3 %	-8,2 %	-6,0 %	2002 – 2023 (**21 år**)	13757
Akershus	-8,8 %	-6 %	-0,2 %	2000 – 2023 (**23 år**)	27810
Oslo	-25,7 %	-16,8 %	-14 %	1999 – 2023 (**24 år**)	2639
Buskerud	-13 %	-7 %	-11 %	1992 – 2023 (**31 år**)	34012
Innlandet	-11,6 %	-11,5 %	-6 %	1991 – 2023 (**32 år**)	92531
Trøndelag	-11,3 %	-11 %	-9 %	1990 – 2023 (**33 år**)	116122

Slaktevektene for kalver endret seg gjennom jaktsesongen, men i forskjellig grad i de ulike fylkene (Figur 8 A). Mens kalvevektene forble stabile gjennom jaktsesongen i Agder, økte de for eksempel i Trøndelag. Andel kalv per ku hadde en positiv sammenheng med slaktevektene hos kalvene (Figur 8 B).



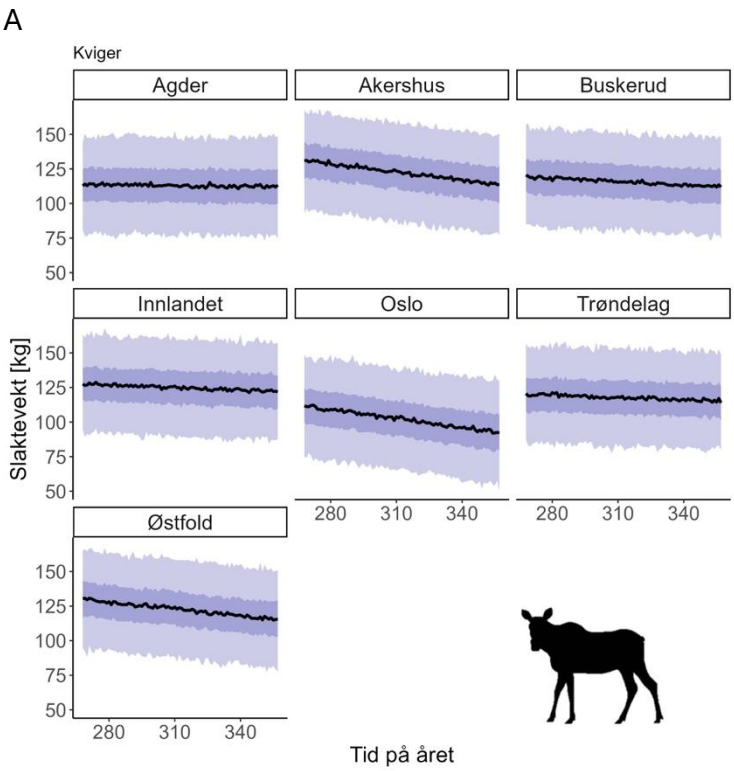
Figur 8: Oversikt over utviklingen av estimerte slaktevekter hos kukalver i løpet av jaktsesongen i hvert fylke (A) og over andelen kalv per ku (B). Den svarte linjen representerer gjennomsnittet av den posteriore fordelingen, og de mørke- og lyseblå båndene representerer henholdsvis 50 og 95 % troverdighetsintervall. Det vil si at de representerer området hvor vi med 50 og 95 % sikkerhet kan si at vektene til kukalvene vil ligge. Prediksjonene i panel A er standardisert for kukalver i 2023 og 1 kalv per ku. Prediksjonene i panel B er standardisert på samme måte, men for dag 278 i året og over et spekter av andel kalv per ku fra 0,5 til 1.

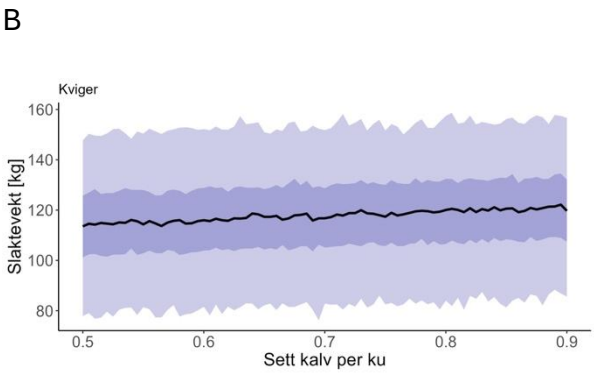
Slaktevekter for ungdyr sank gjennom den 37 år lange perioden i alle fylkene, men mindre enn for kalver (Figur 9 A og B). Den største nedgangen i slaktevekt hos ungdyr fant vi i Agder med en reduksjon på 22 %, mens Akershus og Buskerud hadde den minste nedgangen på 6 - 8 %.



Figur 9: Oversikt over utviklingen i estimerte slaktevekter hos ungdyr (kviger) fordelt på fylke, fra begynnelsen av datainnsamlingen i hvert fylke frem til 2023. Panelet viser de estimerte slaktevektene for kviger med gjennomsnittet av den posteriore fordelingen som en svart linje og 50 og 95 % troverdighetsintervall som blå bånd. Det vil si at de representerer området hvor med 50 og 95 % sikkerhet vektene til kvigene vil ligge.

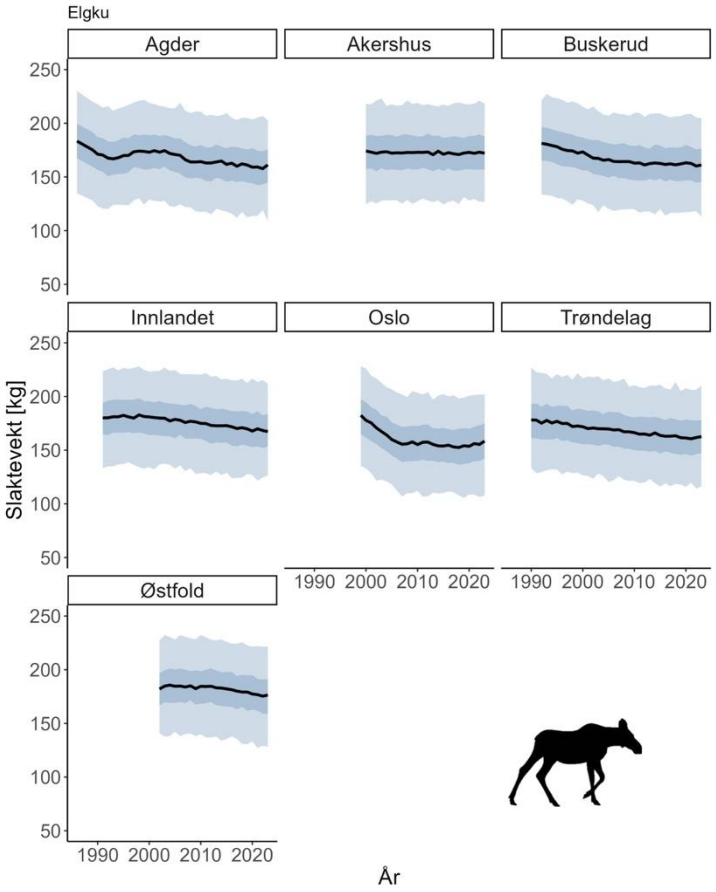
Slaktevektene for ungdyr endret seg i løpet av jaktsesongen, men i forskjellig grad i de ulike fylkene. Slaktevektene holdt seg i hovedsak stabile gjennom jaktsesongen i Agder, Innlandet og Trøndelag, mens de sank i Buskerud, Oslo, Østfold og Akershus (Figur 10 A). Andel kalv per ku hadde en svak positiv sammenheng med slaktevektene for kviger (Figur 10 B).





Figur 10: Oversikt over utviklingen av estimerte slaktevekter hos ungdyr (kviger) i løpet av jaktsesongen i hvert fylke (A) og over andelen kalv per ku (B). Den svarte linjen representerer gjennomsnittet av den posteriore fordelingen, og de mørke- og lyseblå båndene representerer henholdsvis 50 og 95 % troverdighetsintervall. Det vil si at de representerer området hvor vi med 50 og 95 % sikkerhet kan si at vektene til kvigene vil ligge. Prediksjonene i panel A er standardisert for kviger i 2023 og 0,75 kalv per ku. Prediksjonene i panel B er standardisert på samme måte, men for dag 278 i året og over et spekter av andel kalv per ku fra 0,5 til 0,9.

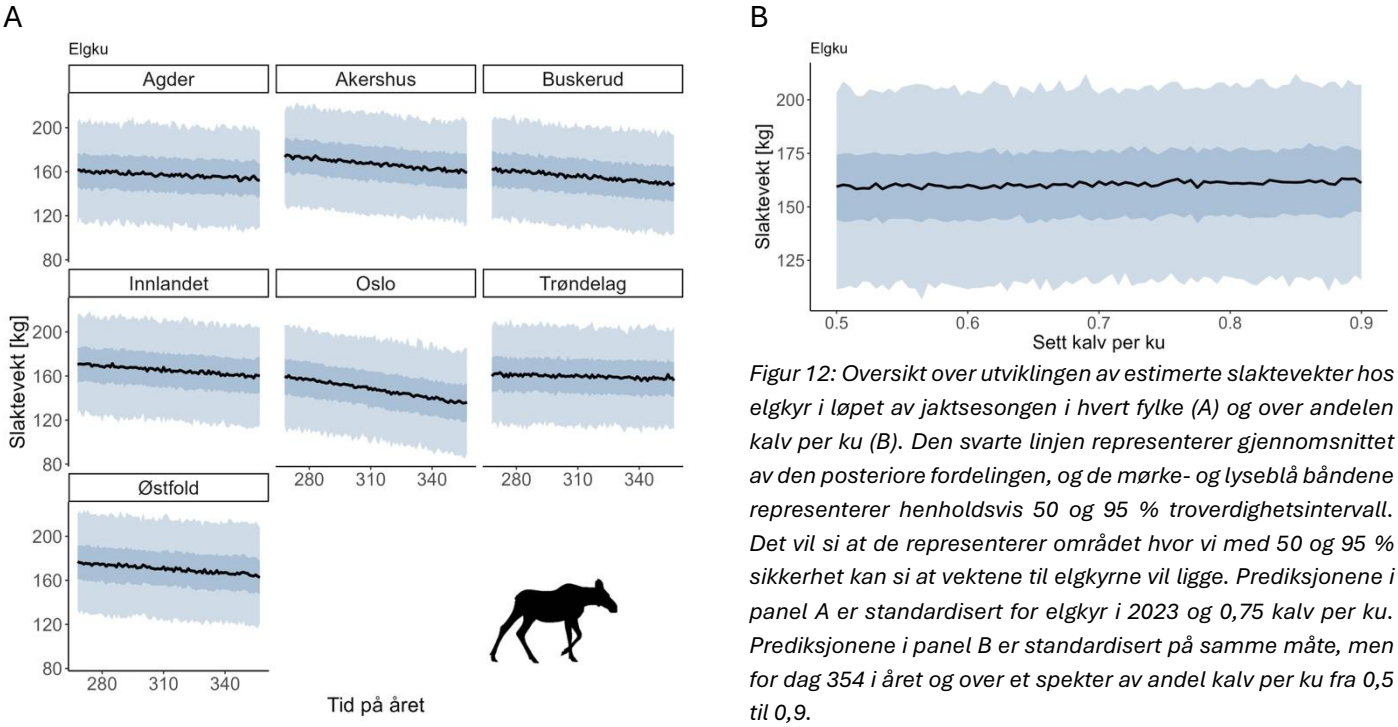
Slaktevektene for voksne kyr sank gjennom den 37 år lange perioden i alle fylkene, men mindre enn for kalver og ungdyr (Figur 11 A og B). Den største nedgangen i slaktevekter hos kyr fant vi i Agder med en 14 % nedgang, mens slaktevektene hos elgkyr i Akershus hadde en nedgang på bare 0,1 %.



Figur 11: Oversikt over utviklingen i estimerte slaktevekter hos elgkyr fordelt på fylke, fra begynnelsen av datainnsamlingen i hvert fylke frem til 2023. Panelet viser de estimerte slaktevektene for elgkyr med gjennomsnittet av den posteriore fordelingen som en svart linje og 50 og 95 % troverdighetsintervall som blå bånd. Det vil si at de representerer området hvor vi med 50 og 95 % sikkerhet kan si at vektene til elgkyrne vil ligge.

.

I motsetning til hos kalvene, sank slaktevektene hos elgkyr i løpet av jaktsesongen. Denne reduksjonen var av ulik størrelse i de forskjellige fylkene (Figur 12 A). Andel kalv per ku hadde en positiv sammenheng med slaktevektene hos elgkyrne (Figur 12 B).

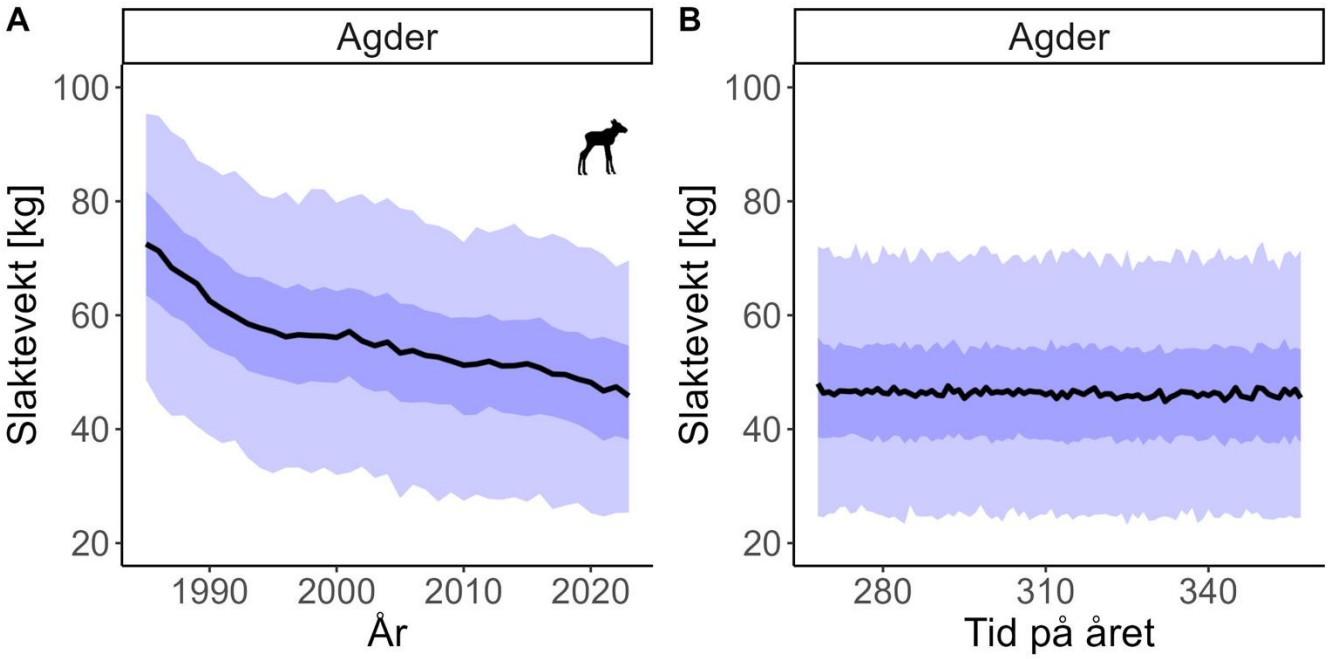


Figur 12: Oversikt over utviklingen av estimerte slaktevekter hos elgkyr i løpet av jaktsesongen i hvert fylke (A) og over andelen kalv per ku (B). Den svarte linjen representerer gjennomsnittet av den posteriore fordelingen, og de mørke- og lyseblå båndene representerer henholdsvis 50 og 95 % troverdighetsintervall. Det vil si at de representerer området hvor vi med 50 og 95 % sikkerhet kan si at vektene til elgkyrne vil ligge. Prediksjonene i panel A er standardisert for elgkyr i 2023 og 0,75 kalv per ku. Prediksjonene i panel B er standardisert på samme måte, men for dag 354 i året og over et spekter av andel kalv per ku fra 0,5 til 0,9.

Agder

Kalver

I Agder hadde vi totalt 32 129 registeringer av skutte elger fra 1986 til 2023. Av fylkene inkludert i denne studien, fant vi den største nedgangen i slaktevekter hos elgkalv i Agder. Fra 1986 til 2023 (en periode på 37 år), fant vi en estimert reduksjon i slaktevekter på 25 kg (Figur 13 A). Noe som tilsvarer en 35,5 % reduksjon fra estimert slaktevekt hos kukalv på 71 kg i 1986 til 46 kg i 2023. Slaktevektene var stabile gjennom jaktsesongen (Figur 13 B).

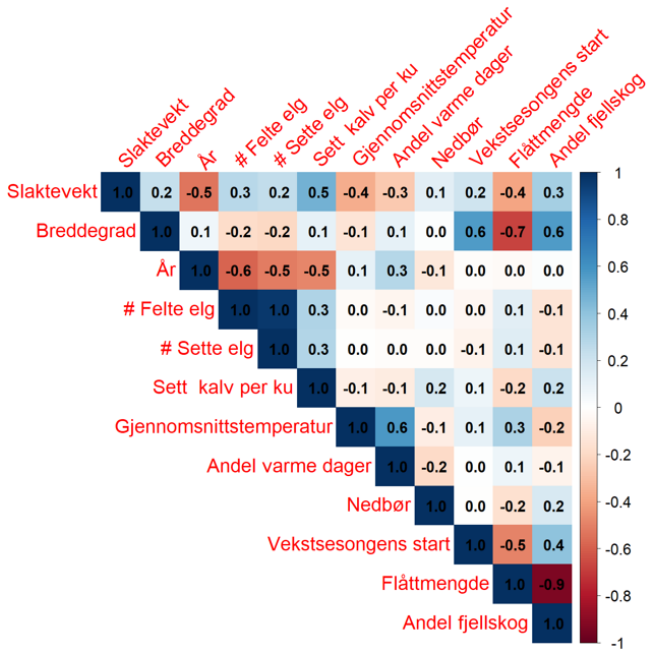


Figur 13: Estimerte slaktevekter for kukalver [kg] fra 1986 til 2023 (A) og i løpet av jaktsesongen fra 25. september (268. dagen i året) til 31. desember (365. dagen i året) (B) i Agder. Den svarte linjen representerer gjennomsnittet av den posteriore fordelingen, og de mørke- og lyseblå båndene representerer henholdsvis 50 og 95 % troverdighetsintervall. Det vil si at de representerer området hvor med 50 og 95 % sikkerhet vektene til kukalvene vil ligge. Prediksjonene i panel A er standardisert for kukalver, dag 278 i året (5. Oktober) og en andel kalv per ku på 0.75. Prediksjonene i panel B er standardisert på samme måte, men for året 2023.

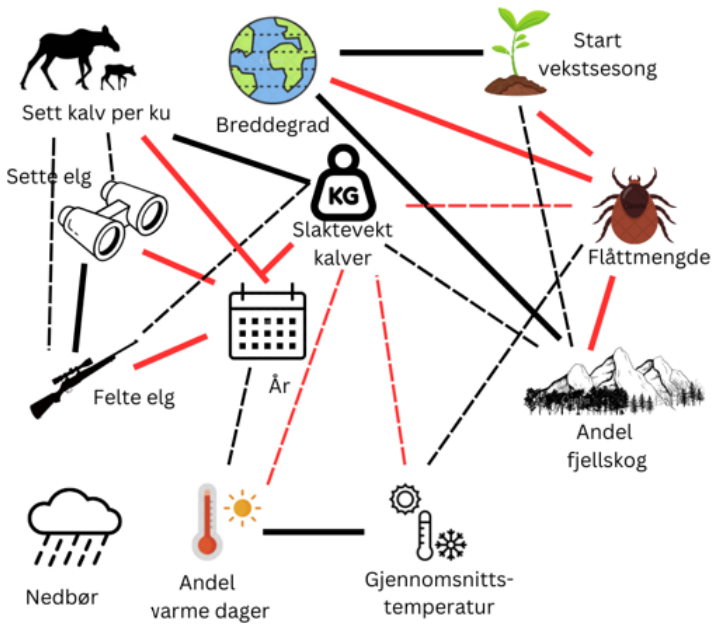
I Agder var slaktevekter hos kalv negativt korrelert med år, temperatur og flåttforekomst (Figur 14 A og B). Fra de to første hovedkomponentene i hovedkomponentanalysen, som til sammen forklarte 52 % av variasjonen, identifiserte vi to hovedretninger/gradienter i dataene våre fra Agder. Den første hovedkomponenten, som forklarer 27,7 %, kan defineres som en gradient over breddegrader og flåttforekomst. Kommunene i den nordlige delen av Agder, som Bykle og Valle hadde tyngre kalver, og hadde i tillegg en større andel fjellskog, senere start på vekstsesongen og lavere flåttforekomst sammenlignet med kommuner i sørlige deler av Agder, som Lindesnes (Figur 14 C). Den andre

hovedkomponenten var identifisert som en gradient over tid og antallet elg skutt, med et lavere antall sett og skutt elg og lavere elgkalvvekter i de senere årene (Figur 14 C).

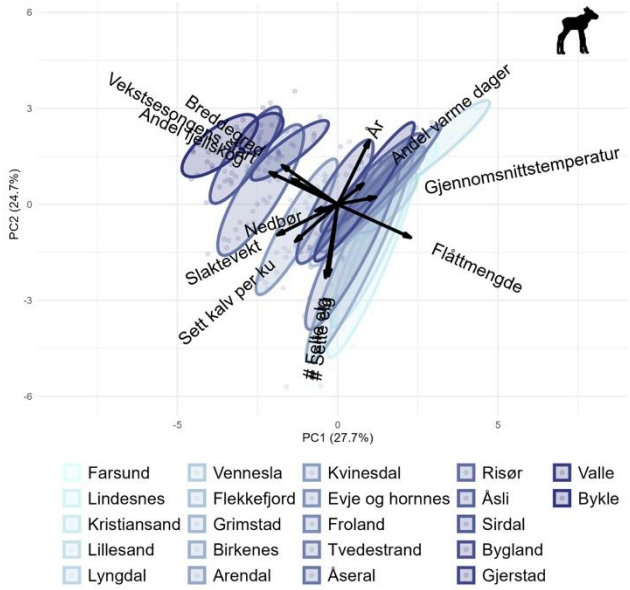
A



B



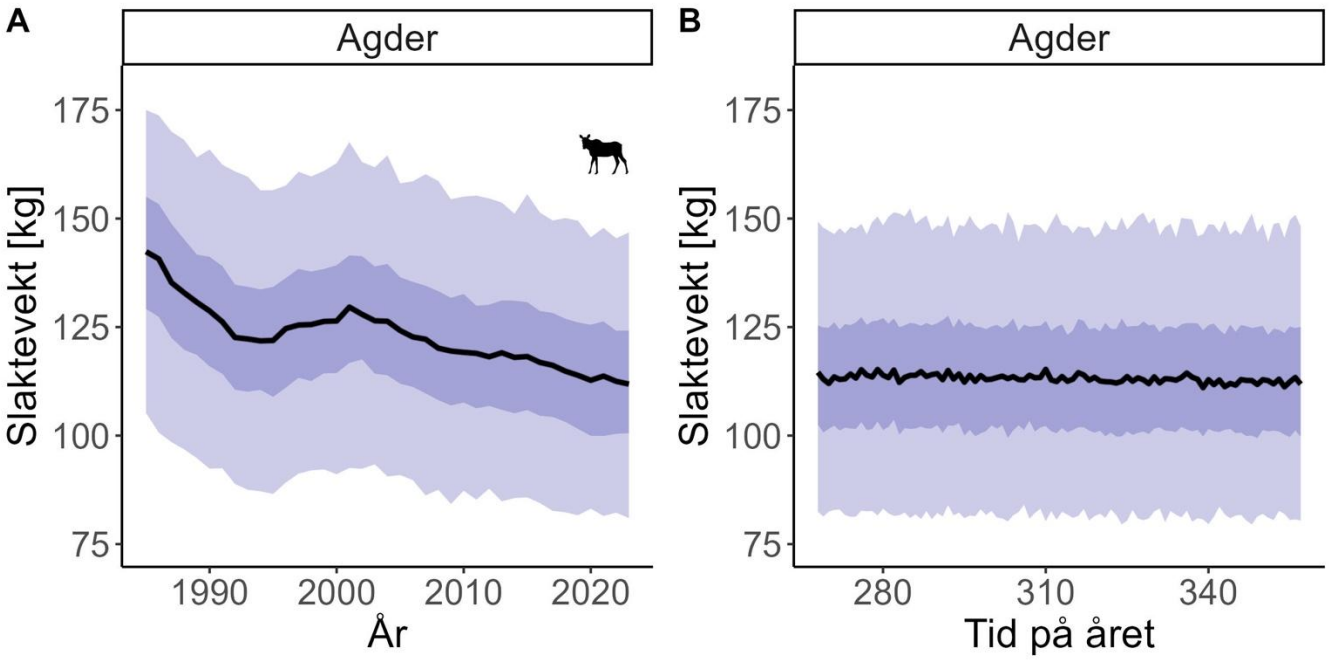
C



Figur 14: Korrelasjonsplott av slaktevekt hos elgkalv i Agder og potensielle kovariater (A), og en visuell presentasjon signifikante korrelasjoner (tykke linjer: korrelasjon ≥ 0,5) og lave korrelasjoner/assosiasjoner (stiplede tynne linjer, korrelasjon ≥ 0,3 men < 0,5) (B). Røde linjer representerer en negativ sammenheng og svarte linjer en positiv sammenheng. Panel C viser resultatene fra hovedkomponentanalysen (PCA) med den første hovedkomponenten (PC1) på x-aksen og den andre hovedkomponenten (PC2) på y-aksen. Retningen på pilene representerer positive og negative sammenhenger og lengden av pilene indikerer viktigheten av hver variabel for hovedkomponenten (PC). Variabler som er gruppert sammen er korrelert og de har lignende underliggende dynamikk. Ellipsene og de fargede datapunktene er gruppert etter kommune, noe som indikerer hvor på gradientene kommunen er plassert. Overlappende kommuner indikerer at disse kommunene har lignende forhold. Kommunene er farget i en nord-sør gradient med lys blå farge i de sørligste kommunene og mørk blå farge for de nordligste. Kommuner som ikke er representert skyldes manglende datamateriale.

Ungdyr

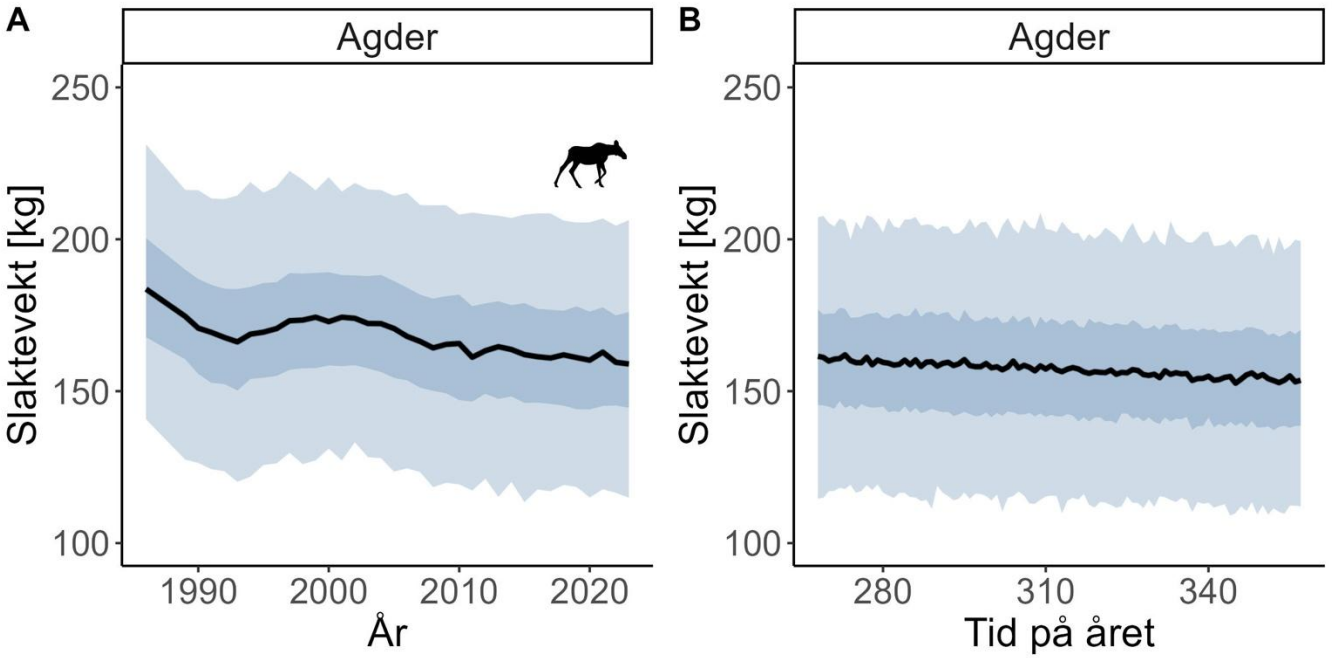
Nedgangen i slaktevekter i løpet av den 37-årige perioden hos ungdyr, var størst i Agder av de fylkene inkludert i studien. Kviger i Agder hadde en nedgang i slaktevekter på 26 kg fra 1986-2023 (Figur 15 A). Dette tilsvarer en reduksjon på 18,6 % fra estimerte slaktevekter for kviger på 140 kg i 1986 til 114 kg i 2023. Slaktevektene var stabile gjennom jaktsesongen (Figur 15 B).



Figur 15: Estimerte slaktevekter for kviger [kg] fra 1986 til 2023 (A) og i løpet av jaktsesongen fra 25. september (268. dagen i året) til 31. Desember (365. dagen i året) (B) i Agder. Den svarte linjen representerer gjennomsnittet av den posteriore fordelingen, og de mørke- og lyseblå båndene representerer henholdsvis 50 og 95 % troverdighetsintervall. Det vil si at de representerer området hvor med 50 og 95 % sikkerhet vektene til kvigene vil ligge. Prediksjonene i panel A er standardisert for kviger, dag 278 i året (5. Oktober) og en andel kalv per ku på 0.75. Prediksjonene i panel B er standardisert på samme måte, men for året 2023.

Voksne

Slaktevektene for elgkyr hadde en nedgang på 24 kg fra 1986 til 2023 (Figur 16 A). Dette tilsvarer en reduksjon på 13 % fra estimerte slaktevekter for elgkyr på 183 kg i 1986 til 159 kg i 2023. Slaktevektene hadde en liten nedgang gjennom jaktsesongen (Figur 16 B).

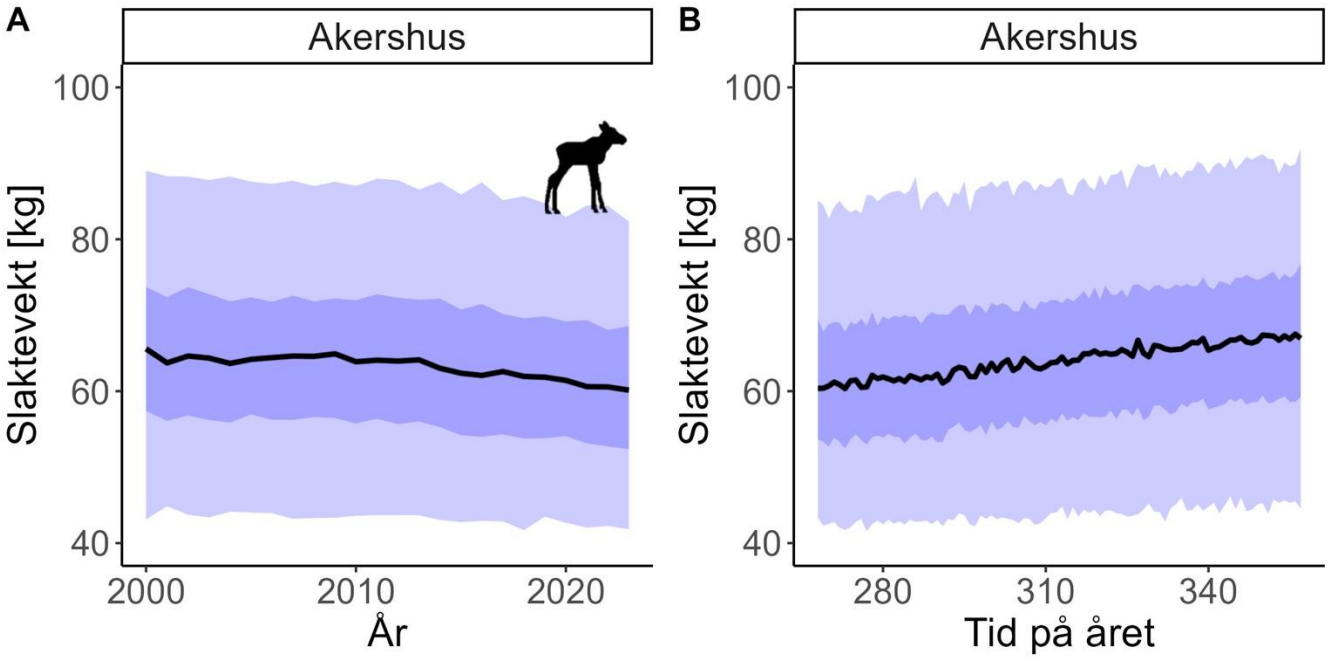


Figur 16: Estimerte slaktevekter for elgkyr [kg] fra 1986 til 2023 (A) og i løpet av jaktsesongen fra 25. september (268. dagen i året) til 31. desember (365. dagen i året) (B) i Agder. Den svarte linjen representerer gjennomsnittet av den posteriore fordelingen, og de mørke- og lyseblå båndene representerer henholdsvis 50 og 95 % troverdighetsintervall. Det vil si at de representerer området hvor med 50 og 95 % sikkerhet vektene til elgkyrne vil ligge. Prediksjonene i panel A er standardisert for elgkyr, dag 278 i året og en andel kalv per ku på 0,75. Prediksjonene i panel B er standardisert på samme måte, men for året 2023.

Akershus

Kalver

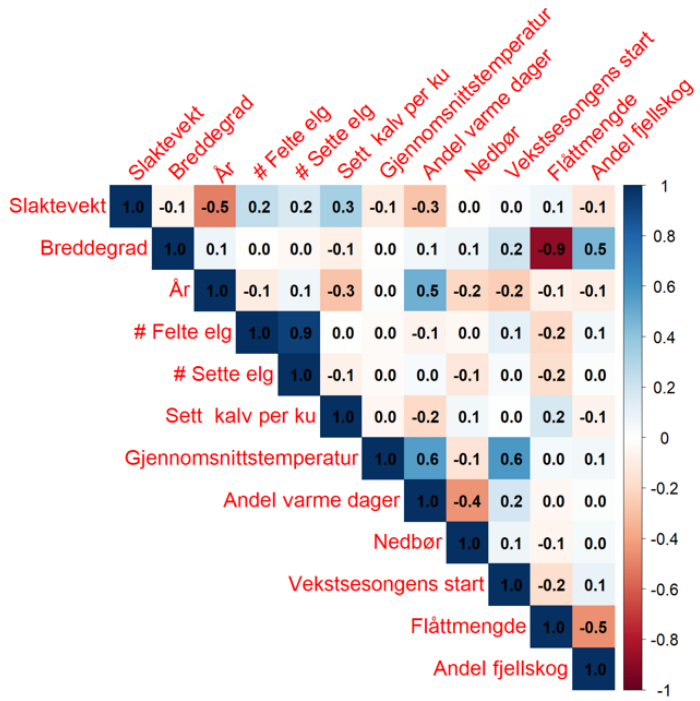
I Akershus hadde vi totalt 27 810 registreringer av skutte elger fra 2000 til 2023. Slaktevektene hos elgkalver i Akershus hadde en av de laveste reduksjonene blant de fylkene som er inkludert i denne studien, med en nedgang med 6 kg fra 2000 til 2023. Dette tilsvarer en 8,8 % reduksjon fra estimert slaktevekt hos kukalver på 65 kg i 2000 til 59 kg i 2023 (Figur 17 A). Slaktevektene økte gjennom jaktsesongen (Figur 17 B).

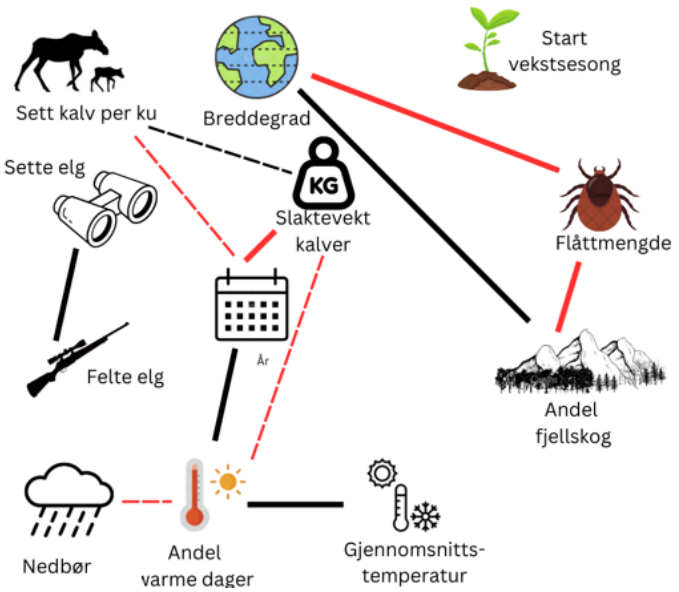


Figur 17: Estimerte slaktevekter for kukalver [kg] fra 2000 til 2023 (A) og i løpet av jaktsesongen fra 25. september (268. dagen i året) til 31. desember (365. dagen i året) (B) i Akershus. Den svarte linjen representerer gjennomsnittet av den posteriore fordelingen, og de mørke- og lyseblå båndene representerer henholdsvis 50 og 95 % troverdighetsintervall. Det vil si at de representerer området hvor med 50 og 95 % sikkerhet vektene til kukalvene vil ligge. Prediksjonene i panel A er standardisert for kukalver, dag 278 i året (5. Oktober) og en andel kalv per ku på 0,75. Prediksjonene i panel B er standardisert på samme måte, men for året 2023.

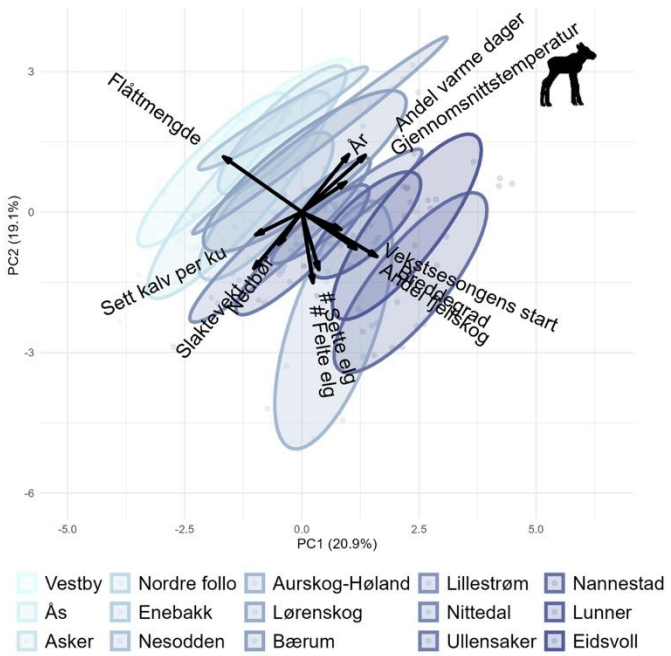
I Akershus var slaktevektene hos elgkalv negativt korrelert med år og temperatur (Figur 18 A og B). Fra de to første hovedkomponentene i hovedkomponentanalysen (PCA), som til sammen forklarte 40 % av variasjonene i dataene, identifiserte vi to hovedretninger/gradienter i dataene og KMO var 0,54. Den første hovedkomponenten beskriver en nord-sørgradient, med nordlige kommuner som Eidsvoll og Lunner var karakterisert med høye andeler fjellskog, en senere start på vekstsesongen og en lavere flåttforekomst, sammenlignet med kommuner lengre sør, slik som Vestby og Ås (Figur 18 C). Den andre hovedkomponenten er definert av en tid-klima-elg gradient, som indikerer at lettere kalver i de senere årene er knyttet til varmere vår- og sommertemperaturer (Figur 18 C).

A B



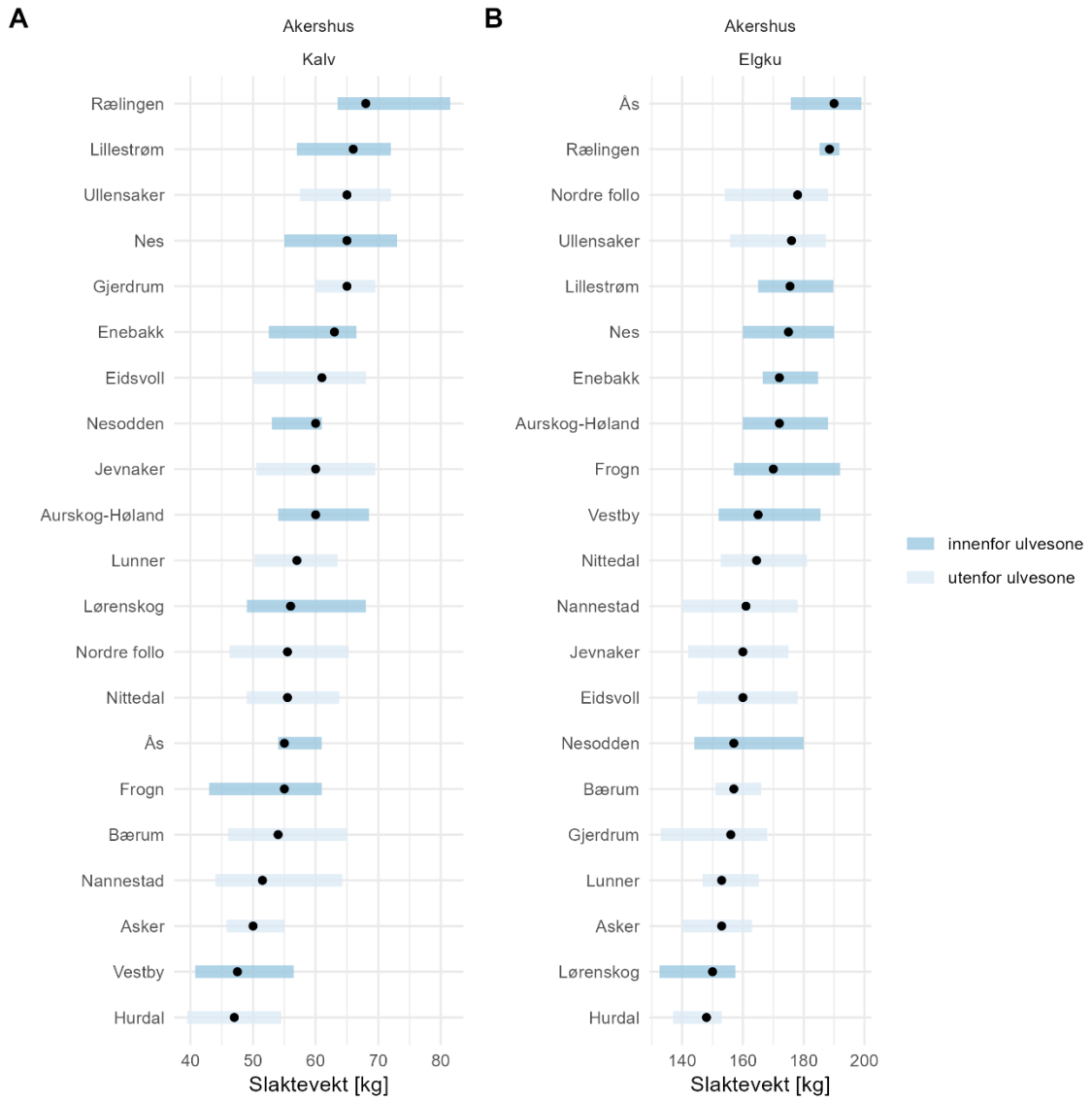


C



Figur 18: Korrelasjonsplott av slaktevekt hos elgkalv i Akershus og potensielle kovariater (A), og en visuell presentasjon signifikante korrelasjoner (tykke linjer: korrelasjon ≥ 0,5) og lave korrelasjoner/assosiasjoner (stiplede tynne linjer, korrelasjon ≥ 0,3 men < 0,5) (B). Røde linjer representerer en negativ sammenheng og svarte linjer en positiv sammenheng. Panel C viser resultatene fra hovedkomponentanalysen (PCA) med den første hovedkomponenten (PC1) på x-aksen og den andre hovedkomponenten (PC2) på y-aksen. Retningen på pilene representerer positive og negative sammenhenger og lengden av pilene indikerer viktigheten av hver variabel for hovedkomponenten (PC). Variabler som er gruppert sammen er korrelert og de har lignende underliggende dynamikk. Ellipsene og de fargede datapunktene er gruppert etter kommune, noe som indikerer hvor på gradientene kommunen er plassert. Overlappende kommuner indikerer at disse kommunene har lignende forhold. Kommunene er farget i en nord-sør gradient med lys blå farge i de sørligste kommunene og mørk blå farge for de nordligste. Kommuner som ikke er representert skyldes manglende datamateriale.

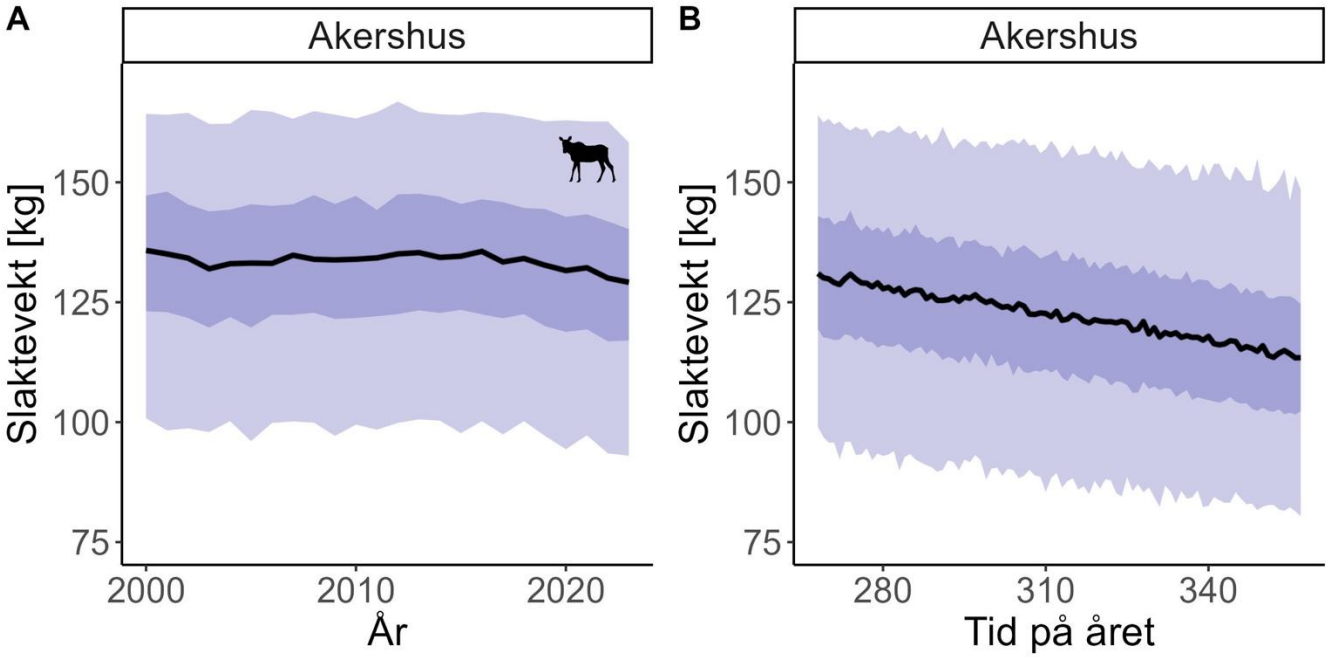
Akershus kommuner innenfor ulvesonen (Figur 19 A & B), med regulært tilhold av ulv i flokk og/eller revirmarkerende par. Det potensielle predasjonspresset som ulv kan ha på elgene som befinner seg i en kommune innenfor ulvesonen er avhengig av hvor mye av kommunen som faller innenfor ulvesonen. For fremtidig analyse kan dette romlige skillet tas i betraktning samt hvor mye av arealet innenfor ulvesonen som er egnet elghabitat.



Figur 19: Gjennomsnittlige slaktevekter (median) hos kukalver (A) og elgkyr (B) (sorte prikker) og 50 % kvantil for hver kommune i Akershus, beregnet over en tidsperiode fra 2016 til 2023. Kommuner som er uthevet med mørkeblått ligger innenfor ulvesonen. Kommuner er sortert etter gjennomsnittlig slaktevekt. Enkelte kommuner er utelatt på grunn av utilstrekkelige data.

Ungdyr

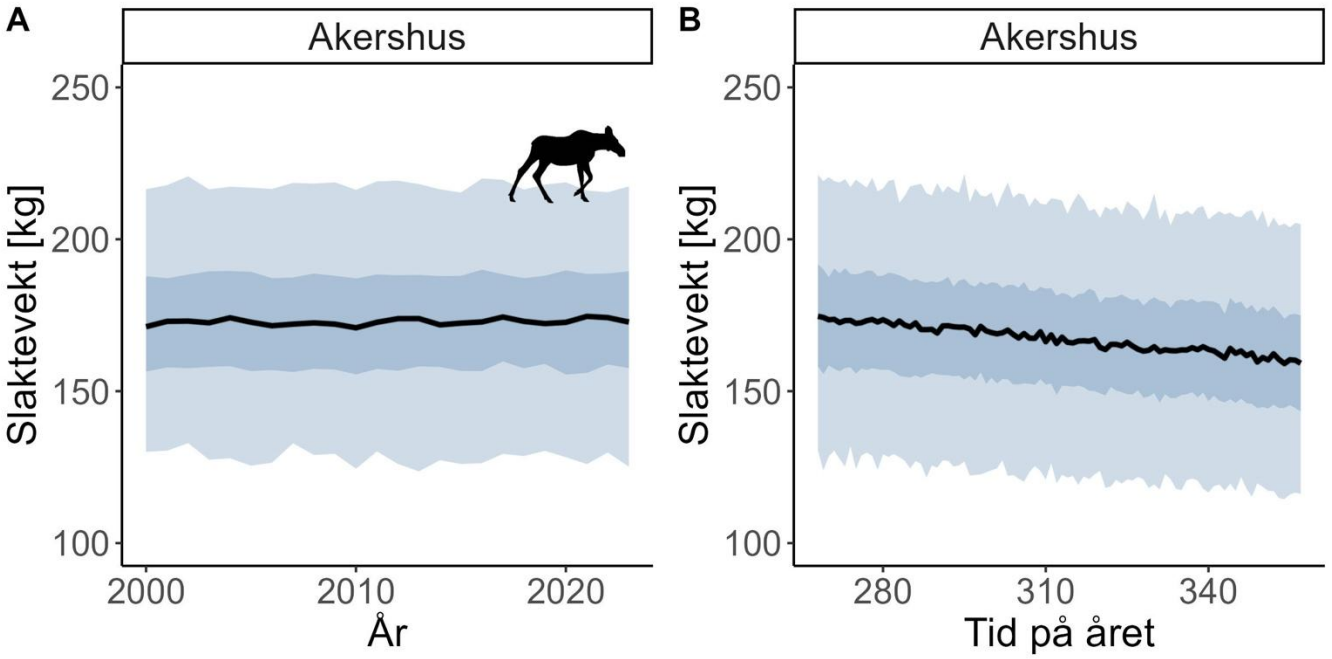
Slaktevekter for ungdyr i Akershus sank med 8 kg fra 2000 til 2023 (Figur 20 A). Dette tilsvarer en reduksjon på 6 % fra estimerte slaktevekter for kviger på 136 kg i 2000 til 128 kg i 2023. Slaktevektene hadde en liten nedgang gjennom jaktsesongen (Figur 20 B).



Figur 20: Estimerte slaktevekter for kviger [kg] fra 2000 til 2023 (A) og i løpet av jaktsesongen fra 25. september (268. dagen i året) til 31. desember (365. dagen i året) (B) i Akershus. Den svarte linjen representerer gjennomsnittet av den posteriore fordelingen, og de mørke- og lyseblå båndene representerer henholdsvis 50 og 95 % troverdighetsintervall. Det vil si at de representerer området hvor med 50 og 95 % sikkerhet vektene til kvigene vil ligge. Prediksjonene i panel A er standardisert for kviger, dag 278 i året og en andel kalv per ku på 0,75. Prediksjonene i panel B er standardisert på samme måte, men for året 2023.

Voksne

Slaktevektene for elgkyr var stabile i Akershus fra 2000 til 2023 (Figur 21 A). De hadde en ubetydelig nedgang på 200 g, tilsvarende 0,2 % fra estimerte slaktevekter for elgkyr på ca. 173 kg i 2000 til 172,8 kg i 2023. Slaktevektene hadde en liten nedgang gjennom jaktsesongen (Figur 21 B).

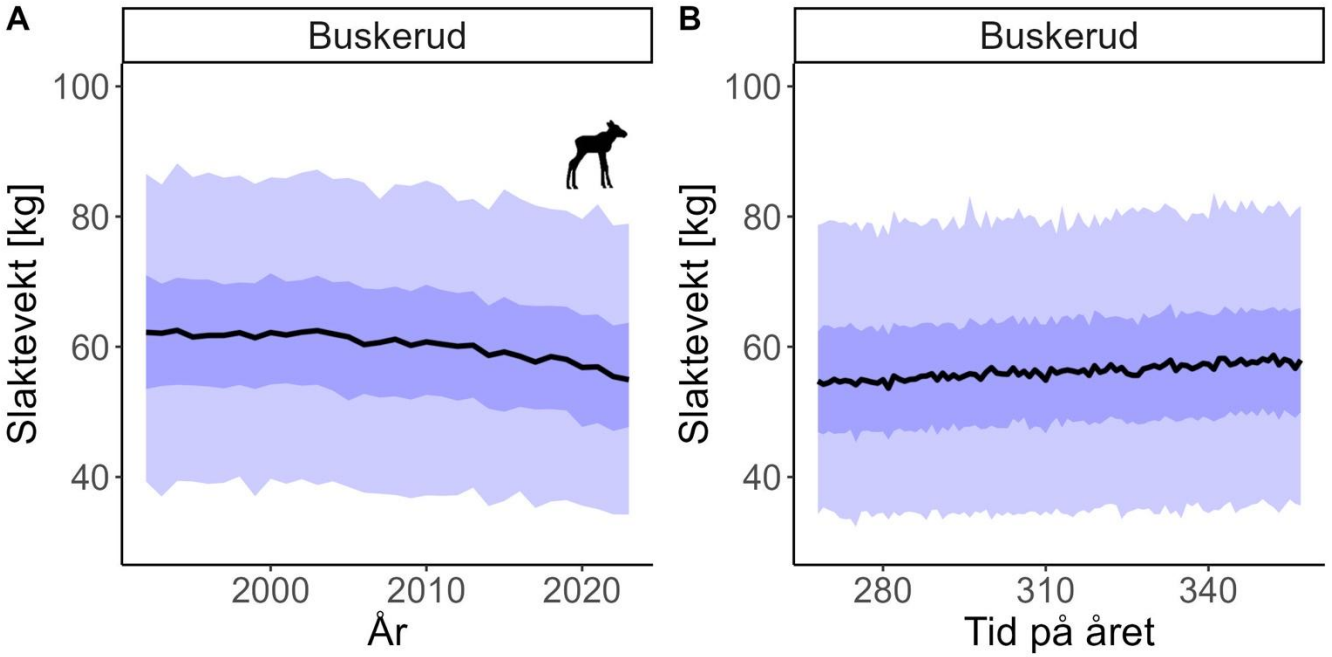


Figur 21: Estimerte slaktevekter for elgkyr [kg] fra 2000 til 2023 (A) og i løpet av jaktsesongen fra 25. september (268. dagen i året) til 31. desember (365. dagen i året) (B) i Akershus. Den svarte linjen representerer gjennomsnittet av den posteriore fordelingen, og de mørke- og lyseblå båndene representerer henholdsvis 50 og 95 % troverdighetsintervall. Det vil si at de representerer området hvor med 50 og 95 % sikkerhet vektene til elgkyrne vil ligge. Prediksjonene i panel A er standardisert for elgkyr, dag 278 i året og en andel kalv per ku på 0,75. Prediksjonene i panel B er standardisert på samme måte, men for året 2023.

Buskerud

Kalver

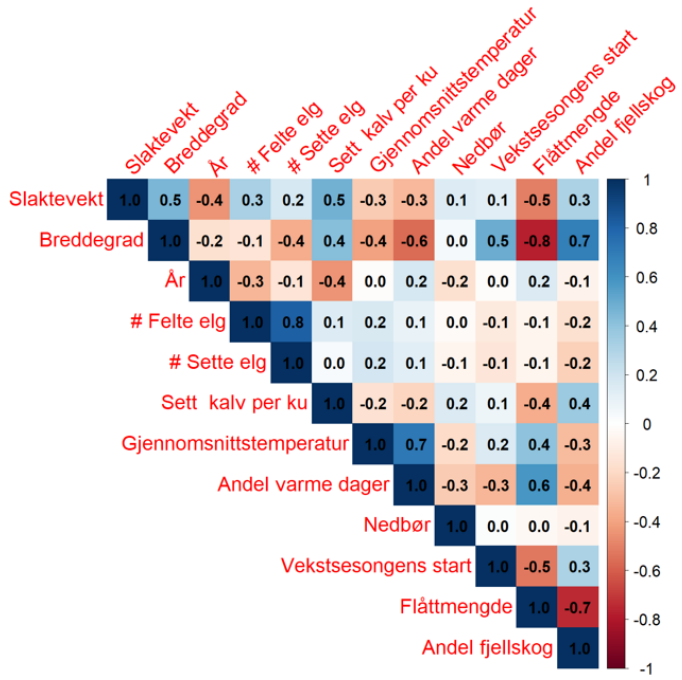
I Buskerud hadde vi totalt 34 012 registreringer av skutte elger fra 1992 til 2023. Slaktevekt hos elgkalver i Buskerud sank med 8 kg fra 2000 til 2023 (Figur 23 A). Dette tilsvarer en 13 % reduksjon fra estimert slaktevekt hos kukalver på 63 kg i 1992 til 55 kg i 2023. Slaktevektene hadde en liten økning gjennom jaktsesongen (Figur 23 B).

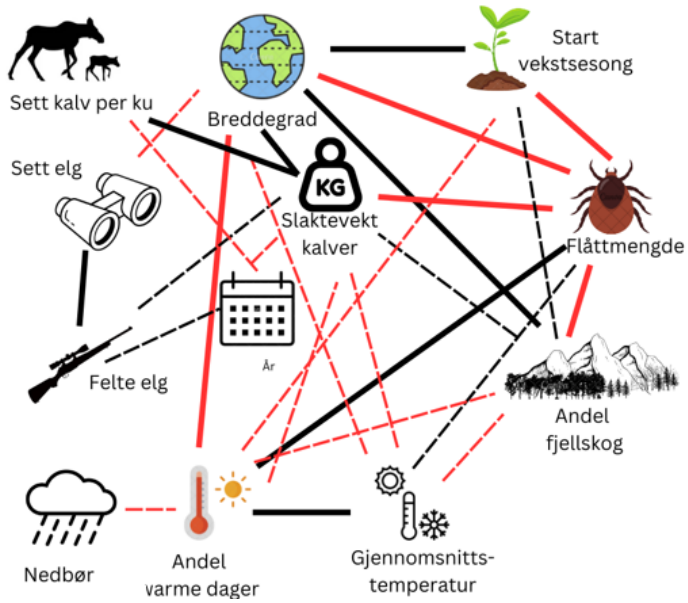


Figur 123: Estimerte slaktevekter for kukalver [kg] fra 1992 til 2023 (A) og i løpet av jaktsesongen fra 25. september (268. dagen i året) til 31. desember (365. dagen i året) (B) i Buskerud. Den svarte linjen representerer gjennomsnittet av den posteriore fordelingen, og de mørke- og lyseblå båndene representerer henholdsvis 50 og 95 % troverdighetsintervall. Det vil si at de representerer området hvor med 50 og 95 % sikkerhet vektene til kukalvene vil

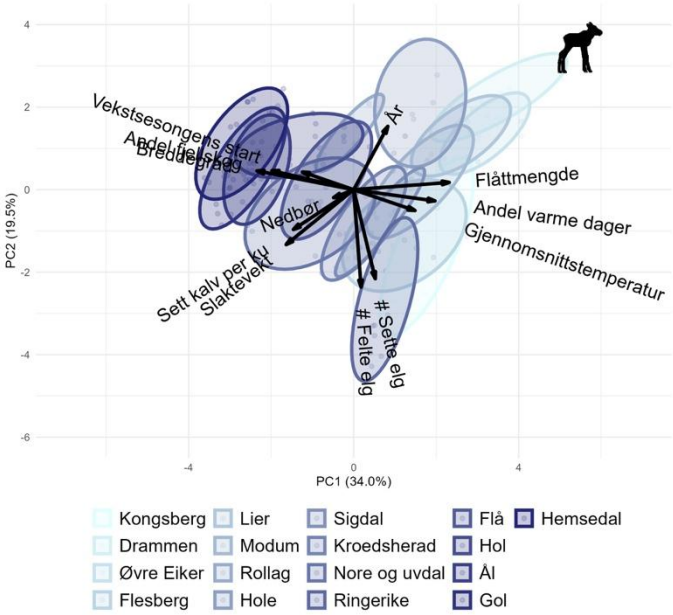
I Buskerud var slaktevekter hos elgkalv positivt korrelert med breddegrad og negativt korrelert med flåttforekomst (Figur 24 A og B). Fra de to første hovedkomponentene i hovedkomponentanalysen (PCA), som til sammen forklarte 53 % av variasjonene i dataene, identifiserte vi to hovedretninger/gradienter og KMO var 0,58. Den første hovedkomponenten beskriver en nord-sør gradient med tyngre elgkalver i nord. Kommunene lengst nord, som Hemsedal og Gol har også en høyere andel fjellskog, en senere start på vekstsesongen, lavere sommertemperaturer og lavere flåttforekomst sammenlignet med kommunene lengst sør i fylket som Kongsberg og Drammen (Figur 24 C). Den andre hovedkomponenten er definert av en tid – elg gradient. I de senere årene er det ikke bare observert og skutt færre elgkalver, de er også lettere (Figur 24 C).

A B





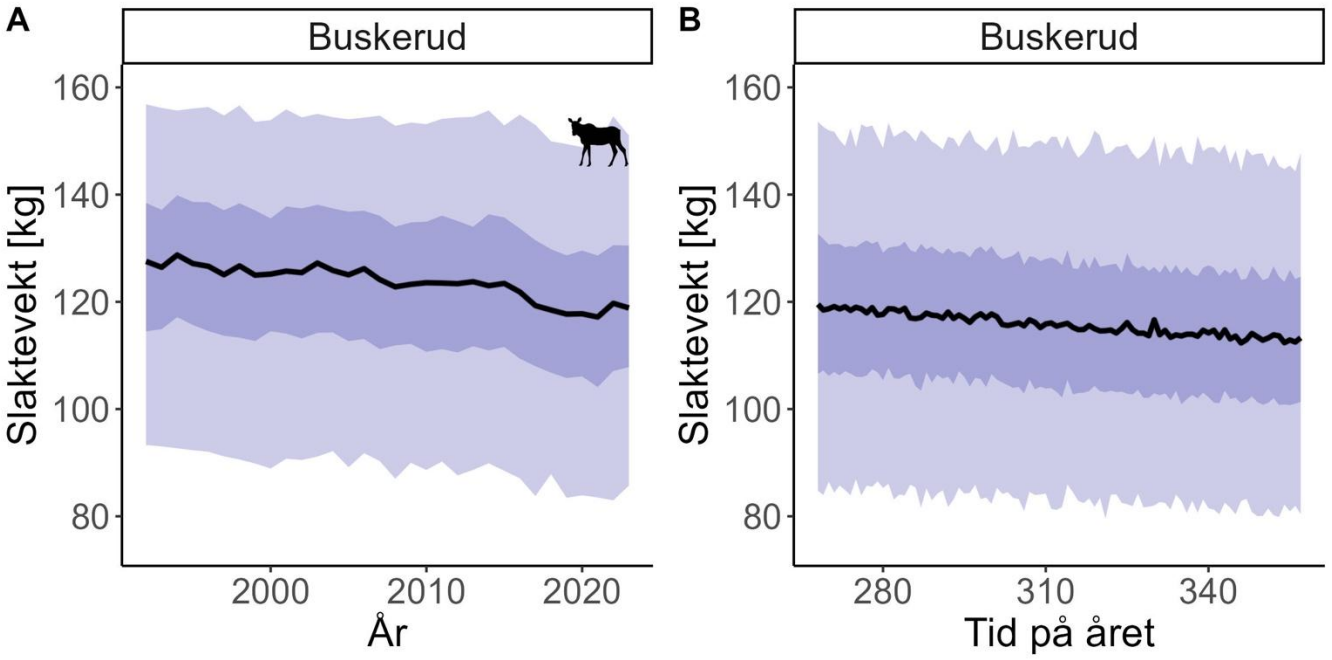
C



Figur 24: Korrelasjonsplott av slaktevekt hos elgkalv i Buskerud og potensielle kovariater (A), og en visuell presentasjon signifikante korrelasjoner (tykke linjer: korrelasjon ≥ 0,5) og lave korrelasjoner/assosiasjoner (stiplede tynne linjer, korrelasjon ≥ 0,3 men < 0,5) (B). Røde linjer representerer en negativ sammenheng og svarte linjer en positiv sammenheng. Panel C viser resultatene fra hovedkomponentanalysen (PCA) med den første hovedkomponenten (PC1) på x-aksen og den andre hovedkomponenten (PC2) på y-aksen. Retningen på pilene representerer positive og negative sammenhenger og lengden av pilene indikerer viktigheten av hver variabel for hovedkomponenten (PC). Variabler som er gruppert sammen er korrelert og de har lignende underliggende dynamikk. Ellipsene og de fargede datapunktene er gruppert etter kommune, noe som indikerer hvor på gradientene kommunen er plassert. Overlappende kommuner indikerer at disse kommunene har lignende forhold. Kommunene er farget i en nord-sør gradient med lys blå farge i de sørligste kommunene og mørk blå farge for de nordligste. Kommuner som ikke er representert skyldes manglende datamateriale.

Ungdyr

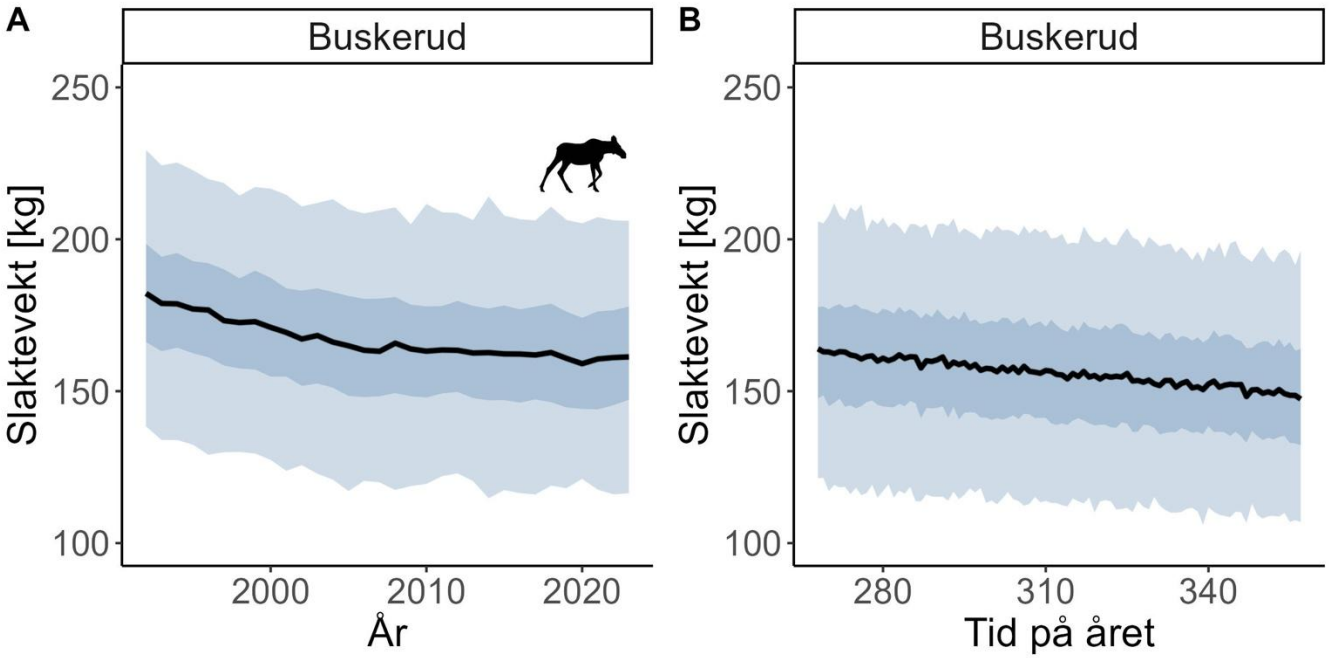
Slaktevekter hos ungdyr i Buskerud hadde en nedgang på 9 kg fra 1992 til 2023 (Figur 25 A). Dette tilsvarer en reduksjon på 7 % fra estimerte slaktevekter for kviger på 128 kg i 1992 til 120 kg i 2023. Slaktevektene hadde en liten nedgang gjennom jaktsesongen (Figur 25 B).



Figur 25: Estimerte slaktevekter for kviger [kg] fra 1992 til 2023 (A) og i løpet av jaktsesongen fra 25. september (268. dagen i året) til 31. desember (365. dagen i året) (B) i Buskerud. Den svarte linjen representerer gjennomsnittet av den posteriore fordelingen, og de mørke- og lyseblå båndene representerer henholdsvis 50 og 95 % troverdighetsintervall. Det vil si at de representerer området hvor med 50 og 95 % sikkerhet vektene til kvigene vil ligge. Prediksjonene i panel A er standardisert for kviger, dag 278 i året og en andel kalv per ku på 0,75. Prediksjonene i panel B er standardisert på samme måte, men for året 2023.

Voksne

Slaktevekter for elgkyr i Buskerud sank med 20 kg fra 1992 til 2023 (Figur 26 A). Dette tilsvarer en reduksjon på 11 % fra estimerte slaktevekter på 180 kg i 1992 til 160 kg i 2023. Slaktevektene hadde en liten nedgang gjennom jaktsesongen (Figur 26 B).

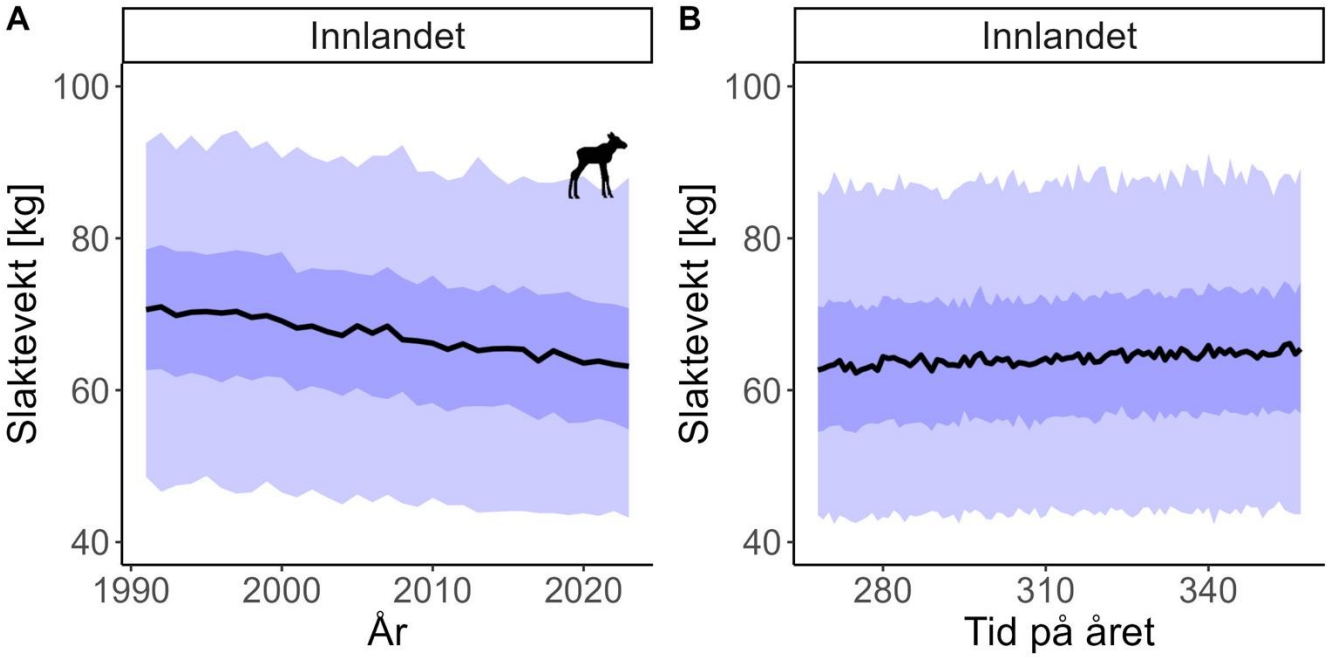


Figur 26: Estimerte slaktevekter for elgkyr [kg] fra 1992 til 2023 (A) og i løpet av jaktsesongen fra 25. september (268. dagen i året) til 31. desember (365. dagen i året) (B) i Buskerud. Den svarte linjen representerer gjennomsnittet av den posteriore fordelingen, og de mørke- og lyseblå båndene representerer henholdsvis 50 og 95 % troverdighetsintervall. Det vil si at de representerer området hvor med 50 og 95 % sikkerhet vektene til elgkyrne vil ligge. Prediksjonene i panel A er standardisert for elgkyr, dag 278 i året og en andel kalv per ku på 0,75. Prediksjonene i panel B er standardisert på samme måte, men for året 2023.

Innlandet

Kalver

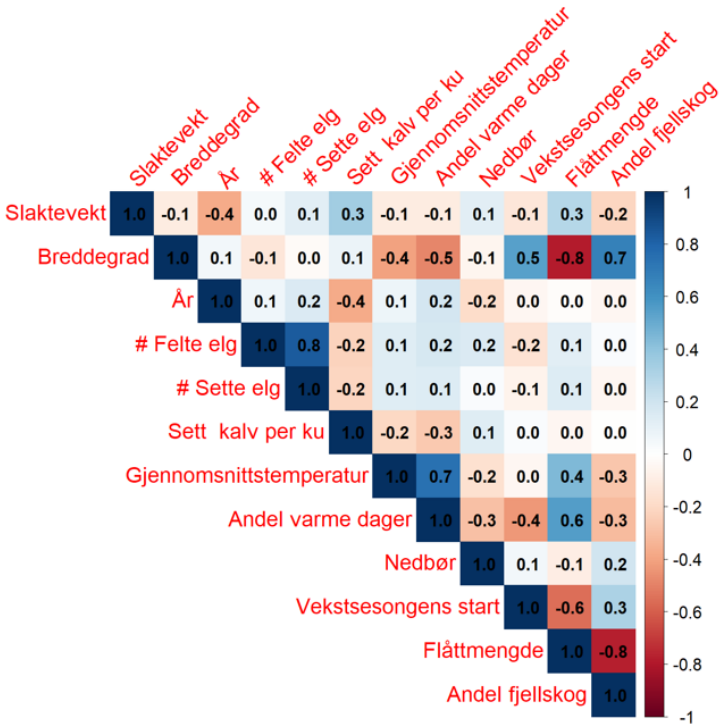
I Innlandet hadde vi totalt 92 531 registreringer av skutte elger fra 1991 til 2023. Slaktevekter hos elgkalv i Innlandet hadde en nedgang på 8 kg fra 1991 til 2023 (Figur 27 A). Dette tilsvarer en reduksjon på 11,6 % fra estimerte slaktevekter for kukalver på 70 kg i 1991 til 62 kg i 2023. Slaktevektene hadde en liten økning gjennom jaktsesongen (Figur 27 B).



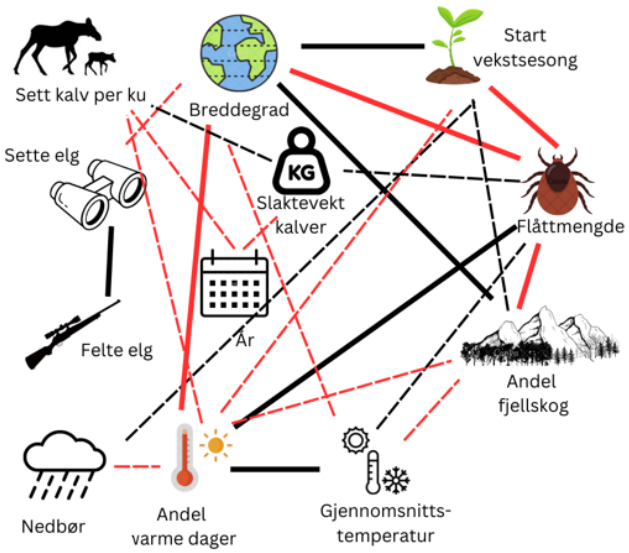
Figur 27: Estimerte slaktevekter for kukalver [kg] fra 1991 til 2023 (A) og i løpet av jaktsesongen fra 25. september (268. dagen i året) til 31. desember (365. dagen i året) (B) i Innlandet. Den svarte linjen representerer gjennomsnittet av den posteriore fordelingen, og de mørke- og lyseblå båndene representerer henholdsvis 50 og 95 % troverdighetsintervall. Det vil si at de representerer området hvor med 50 og 95 % sikkerhet vektene til kukalvene vil ligge. Prediksjonene i panel A er standardisert for kukalver, dag 278 i året (5. Oktober) og en andel kalv per ku på 0,75. Prediksjonene i panel B er standardisert på samme måte, men for året 2023.

I Innlandet var slaktevektene hos kalvene negativt assosisert med år (Figur 28 A og B). Fra de to første hovedkomponentene i hovedkomponentanalysen (PCA), som til sammen forklarte 48 % av variasjonen i dataene, identifiserte vi to hovedretninger/gradienter og KMO var 0,63. Den første hovedkomponenten beskriver en nord-sør gradient med nordlige kommuner som Os, Tynset og Tolga med en høyere andel fjellskog, lavere sommertemperaturer, en senere start på vekstsesongen og lavere flåttforekomst, sammenlignet med kommuner lengre sør i fylket som Eidskog og Kongsvinger (Figur 28 C). Den andre hovedkomponenten er definert av en tid – elg gradient. I de senere årene har slaktevektene hos elgkalvene blitt lavere, og på samme tid har det også blitt observert og skutt færre elger og andelen kalv per ku har gått ned (Figur 28 C).

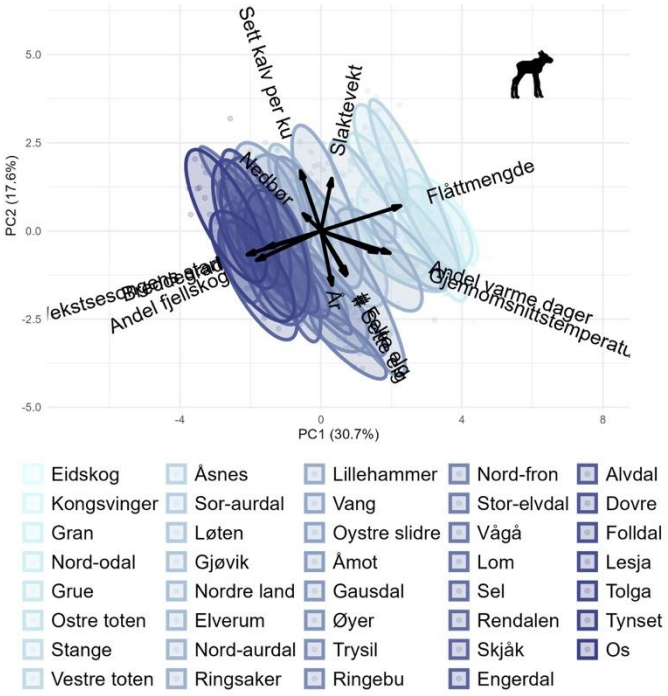
A



B

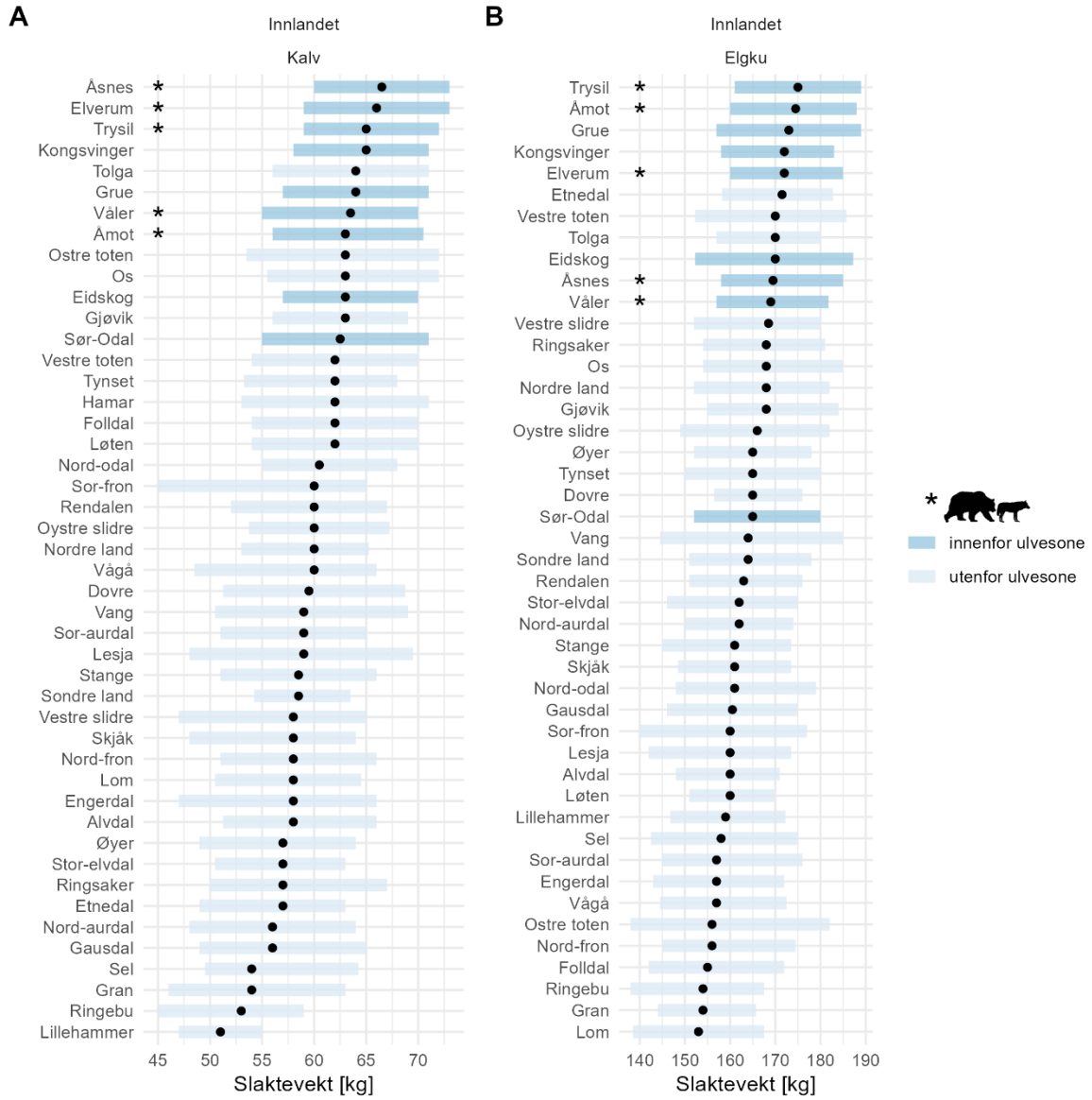


C



Figur 28: Korrelasjonsplott av slaktevekt hos elgkalv i Innlandet og potensielle kovariater (A), og en visuell presentasjon signifikante korrelasjoner (tykke linjer: korrelasjon ≥ 0,5) og lave korrelasjoner/assosiasjoner (stiplede tynne linjer, korrelasjon ≥ 0,3 men < 0,5) (B). Røde linjer representerer en negativ sammenheng og svarte linjer en positiv sammenheng. Panel C viser resultatene fra hovedkomponentanalysen (PCA) med den første hovedkomponenten (PC1) på x-aksen og den andre hovedkomponenten (PC2) på y-aksen. Retningen på pilene representerer positive og negative sammenhenger og lengden av pilene indikerer viktigheten av hver variabel for hovedkomponenten (PC). Variabler som er gruppert sammen er korrelert og de har lignende underliggende dynamikk. Ellipsene og de fargede datapunktene er gruppert etter kommune, noe som indikerer hvor på gradientene kommunen er plassert. Overlappende kommuner indikerer at disse kommunene har lignende forhold. Kommunene er farget i en nord-sør gradient med lys blå farge i de sørligste kommunene og mørk blå farge for de nordligste. Kommuner som ikke er representert skyldes manglende datamateriale.

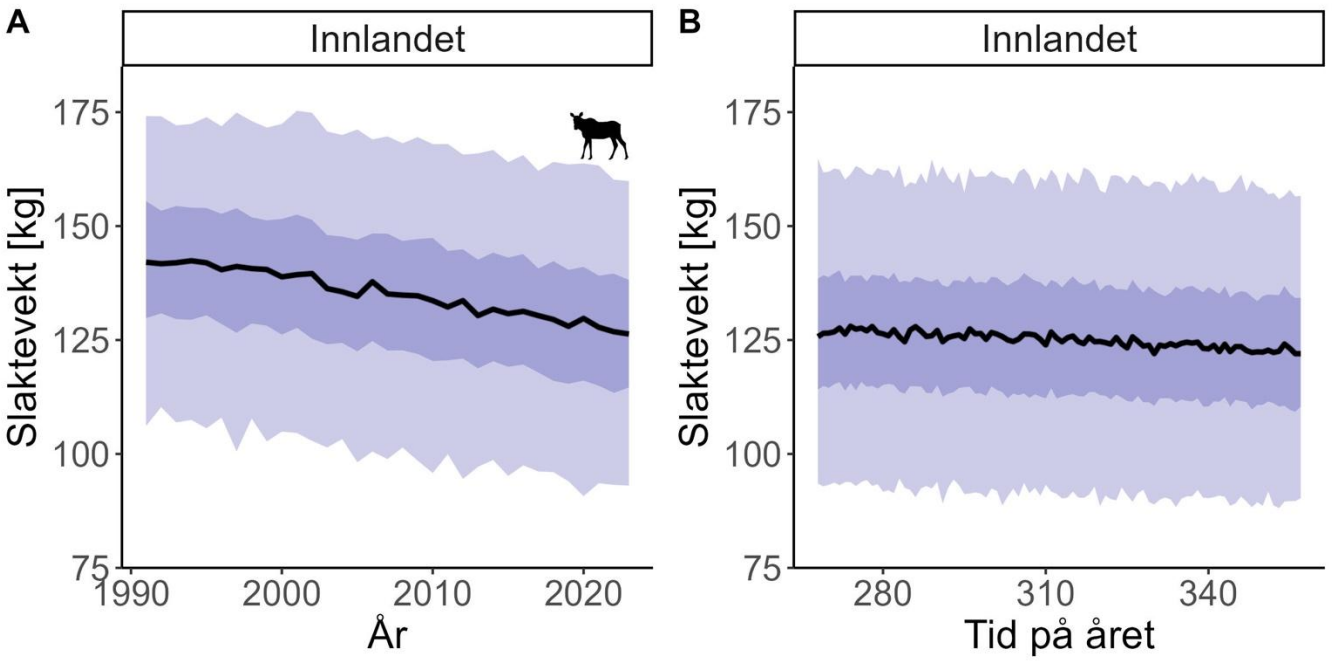
Innlandet har kommuner innenfor ulvesonen, med regulært tilhold av ulv i flokk og/eller revirmarkerende par (Figur 29). Fem av de kommunene har også stabil, men lav forekomst av bjørn i tillegg til ulv (Figur 29). Det potensielle predasjonspresset som ulv og bjørn kan ha på elgene er avhengig av hvor mye av arealet i kommunen som overlapper med de store rovdyrene (eks. faller innenfor ulvesonen). De fleste av kommunene har områder både innenfor og utenfor ulvesonen. For fremtidige analyser kan dette romlige skillet tas i betraktning i samråd med hvor mye av arealet innenfor ulvesonen som er egnet elghabitat.



Figur 29: Gjennomsnittlig slaktevekter (median) hos kukalver (A) og elgkyr (B) (sorte prikker), og 50 % kvantil for hver kommune i Innlandet beregnet over en tidsperiode fra 2016 til 2023. Kommuner som er uthevet med mørkeblått ligger innenfor ulvesonen. Stjernemarkering (*) viser at disse kommunene har både ulv og bjørn. Kommunene er sortert etter gjennomsnittlig slaktevekt.

Ungdyr

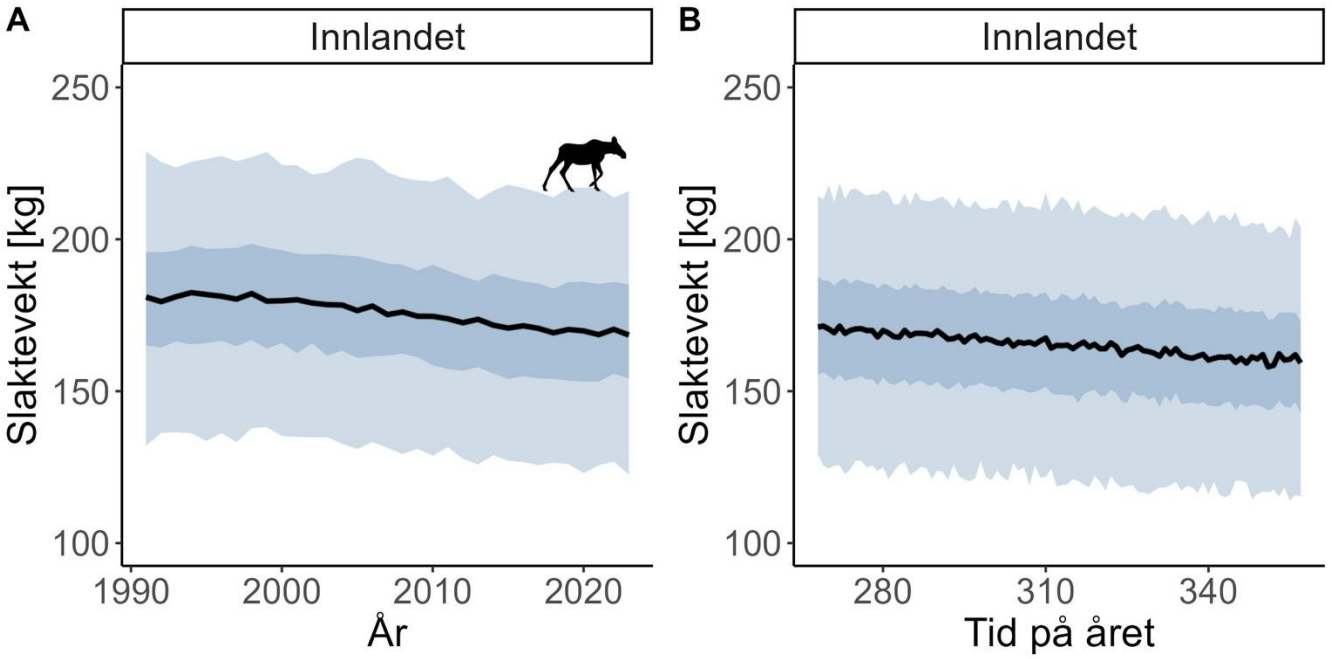
Slaktevekt hos ungdyr i Innlandet hadde en nedgang på 16 kg fra 1991 til 2023 (Figur 30 A). Dette tilsvarer en reduksjon på 11,5 % fra estimerte slaktevekter hos kviger på 142 kg i 1991 til 126 kg i 2023. Slaktevektene hadde en liten nedgang gjennom jaktsesongen (Figur 30 B).



Figur 30: Estimerte slaktevekter for kviger [kg] fra 1991 til 2023 (A) og i løpet av jaktsesongen fra 25. september (268. dagen i året) til 31. desember (365. dagen i året) (B) i Innlandet. Den svarte linjen representerer gjennomsnittet av den posteriore fordelingen, og de mørke- og lyseblå båndene representerer henholdsvis 50 og 95 % troverdighetsintervall. Det vil si at de representerer området hvor med 50 og 95 % sikkerhet vektene til kvigene vil ligge. Prediksjonene i panel A er standardisert for kviger, dag 278 i året og en andel kalv per ku på 0,75. Prediksjonene i panel B er standardisert på samme måte, men for året 2023.

Voksne

Slaktevekt hos elgkyr i Innlandet sank med 10,5 kg fra 1991 til 2023 (Figur 31 A). Dette tilsvarer en reduksjon på 6 % fra estimerte slaktevekter hos elgkyr på 180 kg i 1991 til 169,5 kg i 2023. Slaktevektene hadde en liten nedgang gjennom jaktsesongen (Figur 31 B).

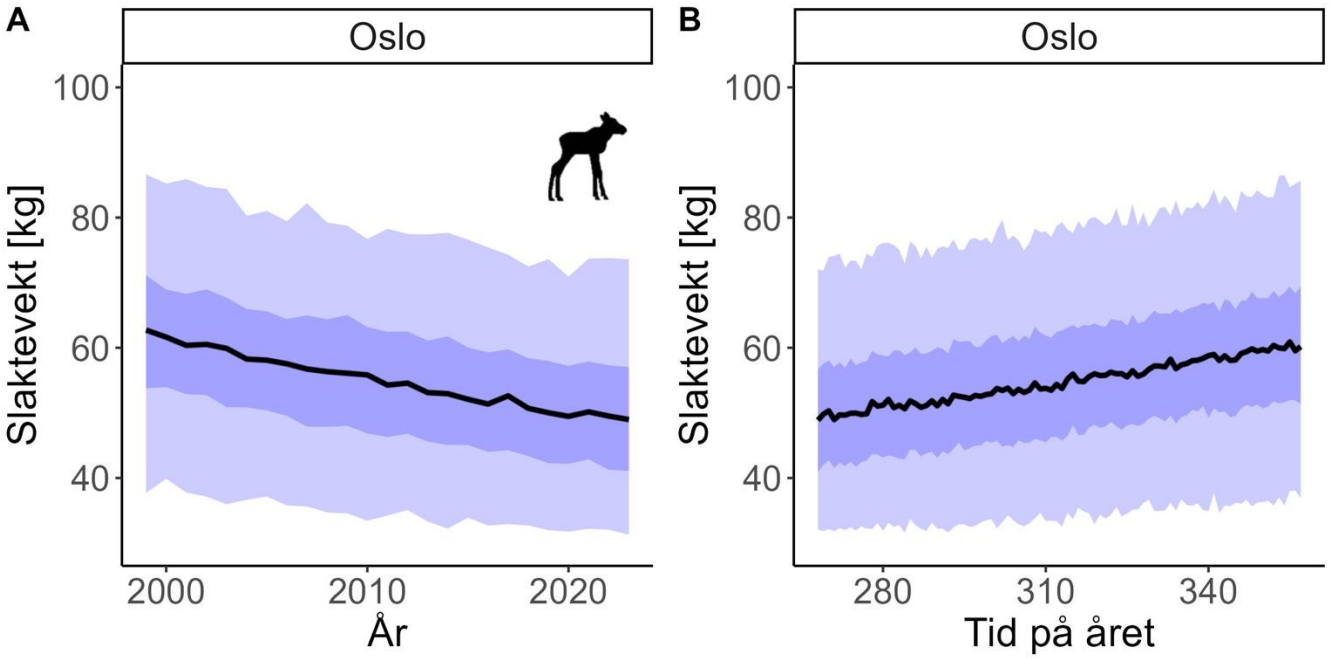


Figur 31: Estimerte slaktevekter for elgkyr [kg] fra 1991 til 2023 (A) og i løpet av jaktsesongen fra 25. september (268. dagen i året) til 31. desember (365. dagen i året) (B) i Innlandet. Den svarte linjen representerer gjennomsnittet av den posteriore fordelingen, og de mørke- og lyseblå båndene representerer henholdsvis 50 og 95 % troverdighetsintervall. Det vil si at de representerer området hvor med 50 og 95 % sikkerhet vektene til elgkyrne vil ligge. Prediksjonene i panel A er standardisert for elgkyr, dag 278 i året og en andel kalv per ku på 0,75. Prediksjonene i panel B er standardisert på samme måte, men for året 2023.

Oslo

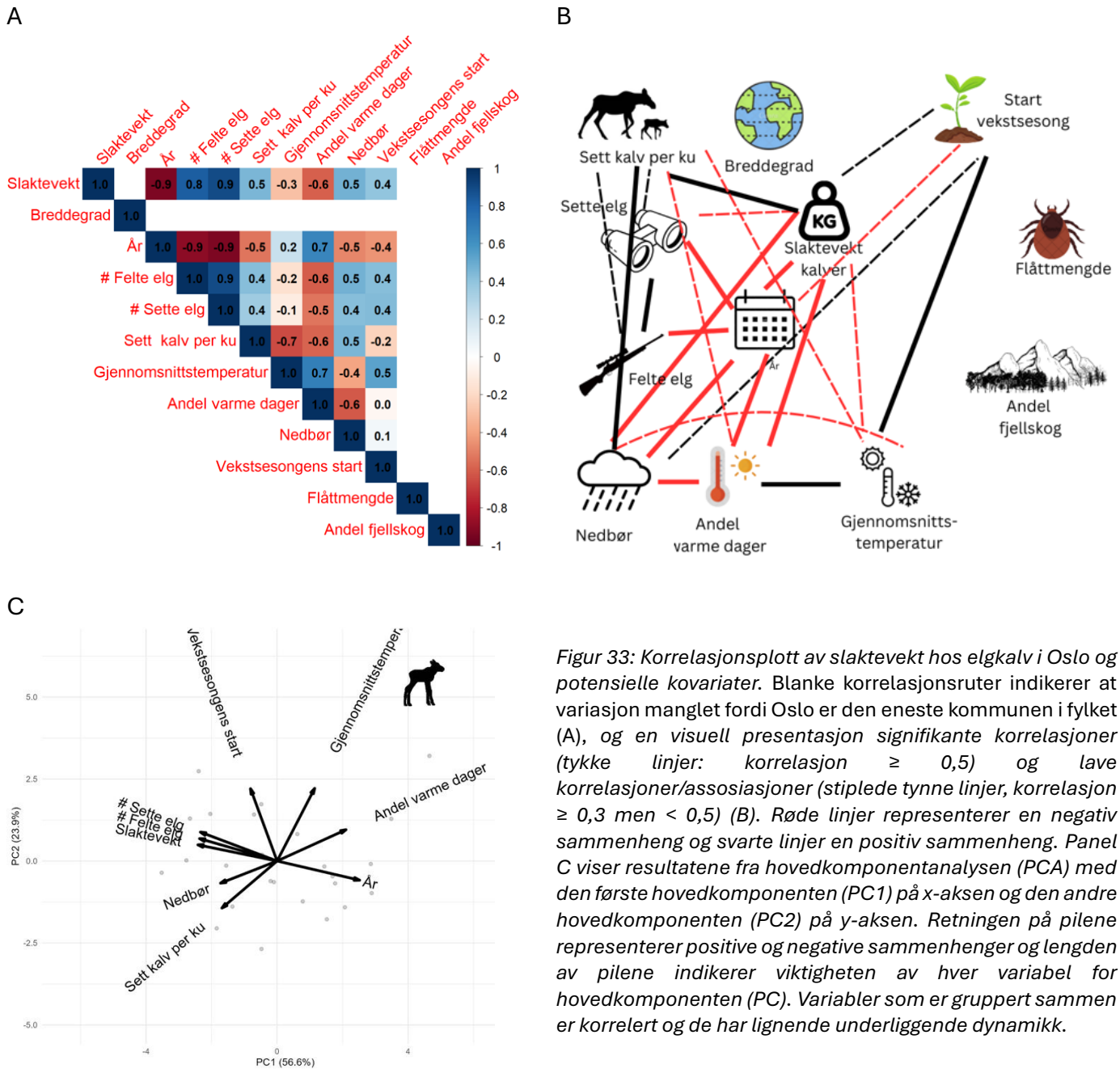
Kalver

Oslo var det fylket med det laveste antallet elg i studie, med rapporterte 2639 slaktevekter fra 1999 - 2023 (Tabell 1). Slaktevekter for elgkalver i Oslo hadde en nedgang på 16 kg fra 1999 til 2023 (Figur 32 A). Dette tilsvarer en reduksjon på 25,7 %, fra estimerte slaktevekter for kukalver på 63 kg i 1999 til 47 kg i 2023. Slaktevektene økte gjennom jaktsesongen (Figur 32 B).



Figur 32: Estimerte slaktevekter for kukalver [kg] fra 1999 til 2023 (A) og i løpet av jaktsesongen fra 25. september (268. dagen i året) til 31. desember (365. dagen i året) (B) i Oslo. Den svarte linjen representerer gjennomsnittet av den posteriore fordelingen, og de mørke- og lyseblå båndene representerer henholdsvis 50 og 95 % troverdighetsintervall. Det vil si at de representerer området hvor med 50 og 95 % sikkerhet vektene til kukalvene vil ligge. Prediksjonene i panel A er standardisert for kukalver, dag 278 i året (5. Oktober) og en andel kalv per ku på 0,75. Prediksjonene i panel B er standardisert på samme måte, men for året 2023.

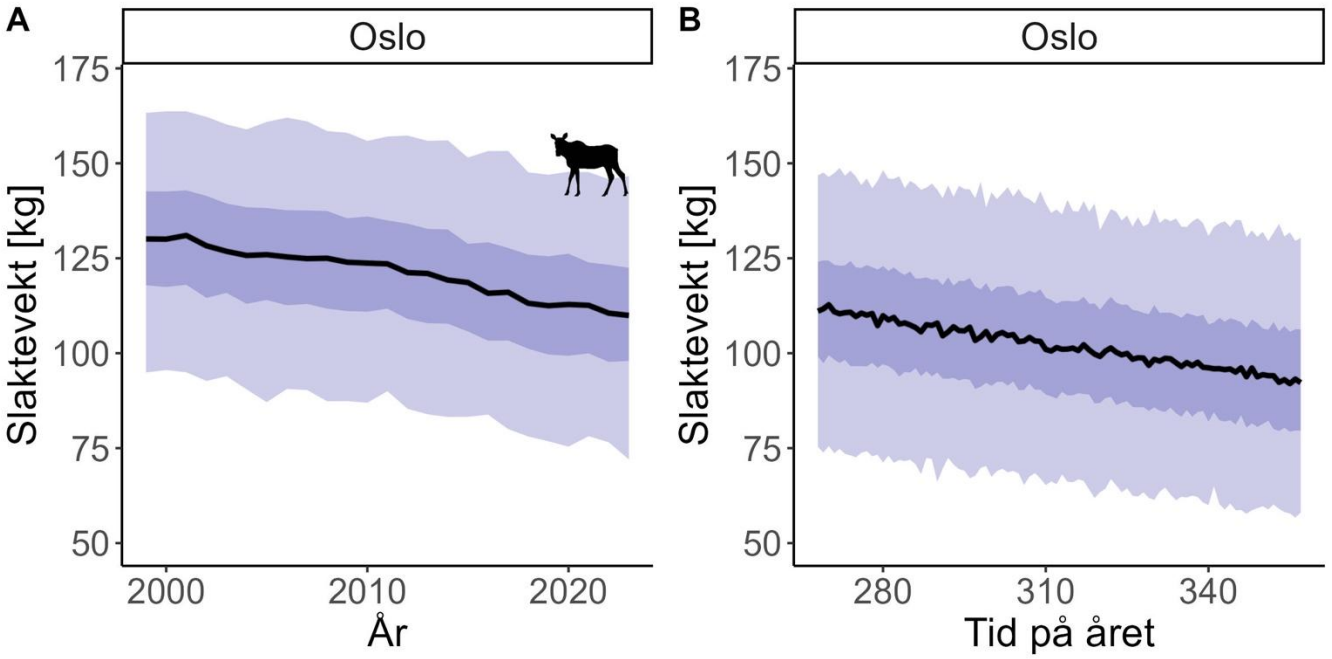
I Oslo var slaktevektene hos elgkalver sterkt negativt korrelert med år og andel varme dager (Figur 33 A og B). Fra de to første hovedkomponentene i hovedkomponentanalysen, som til sammen forklarte 80 % av variasjonene i dataene, fant vi to hovedretninger/gradienter i dataene. KMO var 0,68. Den første komponenten beskriver en tid – elg gradient. I de senere årene har det vært en nedgang i slaktevekter hos elgkalv, og samtidig har færre elger blitt sett og skutt sammenlignet med de første årene (Figur 33 C). Den andre hovedkomponenten er definert av en klima – elg gradient. Varmere vår og somre var også i hovedsak tørrere, og med en lavere andel kalv per ku (Figur 33 C).



Figur 33: Korrelasjonsplott av slaktevekt hos elgkalv i Oslo og potensielle kovariater. Blanke korrelasjonsruter indikerer at variasjon manglet fordi Oslo er den eneste kommunen i fylket (A), *og en visuell presentasjon signifikante korrelasjoner (tykke linjer: korrelasjon ≥ 0,5) og lave korrelasjoner/assosiasjoner (stiplede tynne linjer, korrelasjon ≥ 0,3 men < 0,5) (B). Røde linjer representerer en negativ sammenheng og svarte linjer en positiv sammenheng. Panel C viser resultatene fra hovedkomponentanalysen (PCA) med den første hovedkomponenten (PC1) på x-aksen og den andre hovedkomponenten (PC2) på y-aksen. Retningen på pilene representerer positive og negative sammenhenger og lengden av pilene indikerer viktigheten av hver variabel for hovedkomponenten (PC). Variabler som er gruppert sammen er korrelert og de har lignende underliggende dynamikk.*

Ungdyr

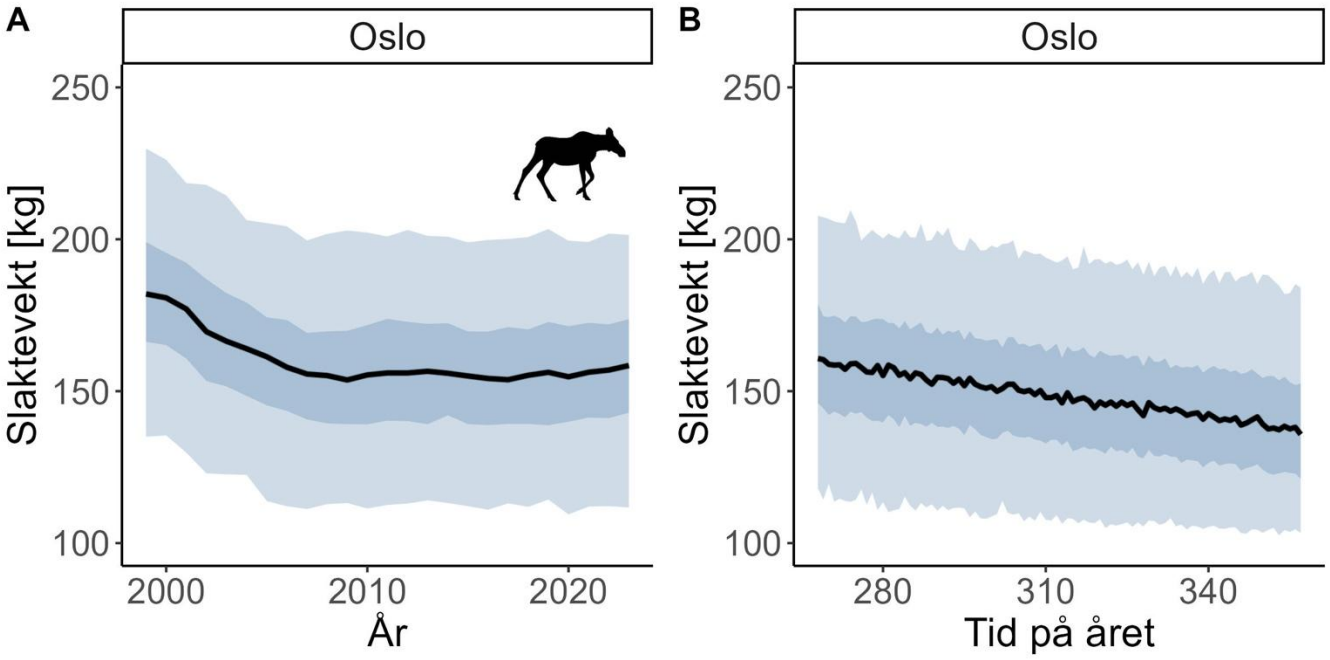
Oslo var det fylket med den største nedgangen i slaktevekter hos ungdyr, med en nedgang på 22 kg fra 1999 til 2023 (Figur 34 A). Dette tilsvarer en reduksjon på 16,8 % fra estimerte slaktevekter hos kviger på 131 kg i 1999 til 109 kg i 2023. Slaktevektene hadde en liten nedgang gjennom jaktsesongen (Figur 34 B).



Figur 34: Estimerte slaktevekter for kviger [kg] fra 1999 til 2023 (A) og i løpet av jaktsesongen fra 25. september (268. dagen i året) til 31. desember (365. dagen i året) (B) i Oslo. Den svarte linjen representerer gjennomsnittet av den posteriore fordelingen, og de mørke- og lyseblå båndene representerer henholdsvis 50 og 95 % troverdighetsintervall. Det vil si at de representerer området hvor med 50 og 95 % sikkerhet vektene til kvigene vil ligge. Prediksjonene i panel A er standardisert for kviger, dag 278 i året og en andel kalv per ku på 0,75. Prediksjonene i panel B er standardisert på samme måte, men for året 2023.

Voksne

Slaktevekter for elgkyr i Oslo hadde en nedgang på 25,4 kg fra 1999 til 2023 (Figur 35 A). Dette tilsvarer en reduksjon på 14 % fra estimerte slaktevekter hos elgkyr på 182,5 kg i 1999 til 157 kg i 2023. Nedgangen var størst på begynnelsen av 2000-tallet, og har de seneste årene blitt mer stabil. Slaktevektene hadde en liten nedgang gjennom jaktsesongen (Figur 35 B).

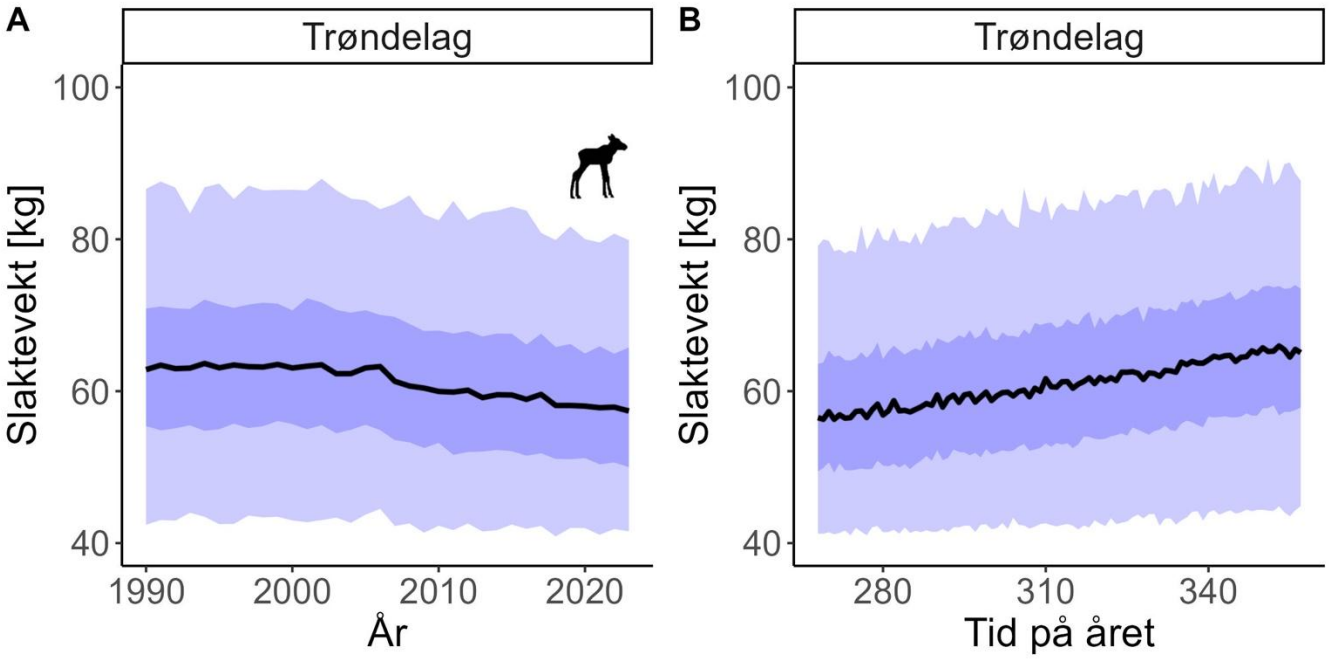


Figur 35: Estimerte slaktevekter for elgkyr [kg] fra 1999 til 2023 (A) og i løpet av jaktsesongen fra 25. september (268. dagen i året) til 31. desember (365. dagen i året) (B) i Oslo. Den svarte linjen representerer gjennomsnittet av den posteriore fordelingen, og de mørke- og lyseblå båndene representerer henholdsvis 50 og 95 % troverdighetsintervall. Det vil si at de representerer området hvor med 50 og 95 % sikkerhet vektene til elgkyrne vil ligge. Prediksjonene i panel A er standardisert for elgkyr, dag 278 i året og en andel kalv per ku på 0,75. Prediksjonene i panel B er standardisert på samme måte, men for året 2023.

Trøndelag

Kalver

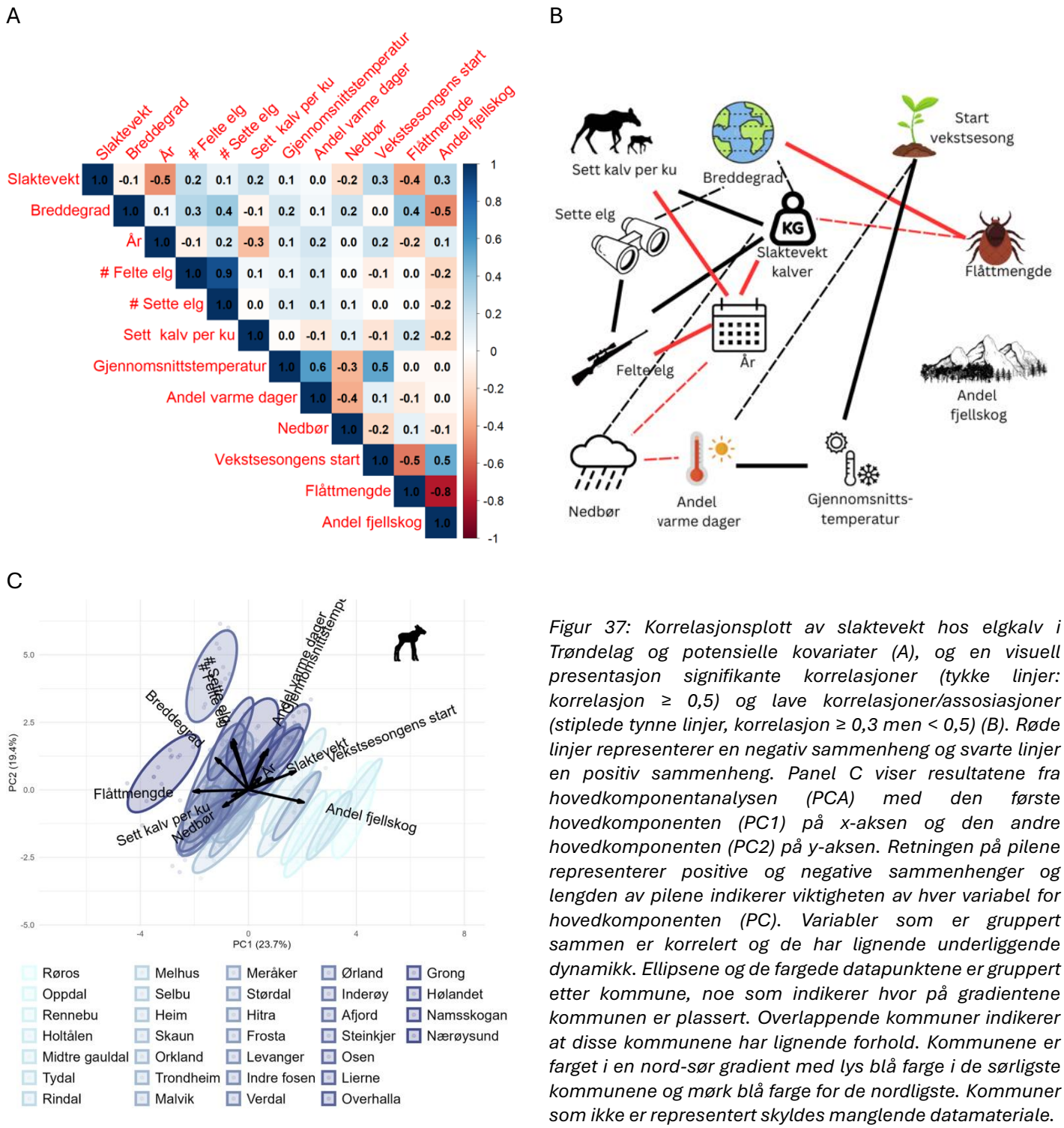
I Trøndelag hadde vi totalt 116 122 registreringer av skutte elger fra 1990 til 2023. Trøndelag hadde en av de minste reduksjonene i slaktevekter hos elgkalver i denne studien, med en gjennomsnittlig nedgang på 17 kg fra 1990 til 2023 (Figur 36 A). Dette tilsvarer en reduksjon på 11,3 %. Estimerte slaktevekter for kukalver var på 63 kg i 1990 og 56 kg i 2023. Slaktevektene for elgkalver økte gjennom jaktsesongen (Figur 36 B).



Figur 36: Estimerte slaktevekter for kukalver [kg] fra 1990 til 2023 (A) og i løpet av jaktsesongen fra 25. september (268. dagen i året) til 31. desember (365. dagen i året) (B) i Trøndelag. Den svarte linjen representerer gjennomsnittet av den posteriore fordelingen, og de mørke- og lyseblå båndene representerer henholdsvis 50 og 95 % troverdighetsintervall. Det vil si at de representerer området hvor med 50 og 95 % sikkerhet vektene til kukalvene vil ligge. Prediksjonene i panel A er standardisert for kukalver, dag 278 i året (5. Oktober) og en andel kalv per ku på 0,75. Prediksjonene i panel B er standardisert på samme måte, men for året 2023.

I Trøndelag var slaktevekt hos elgkalver negativt korrelert med flåttforekomst (Figur 37 A og B). Fra de to første hovedkomponentene i hovedkomponentanalysen (PCA), som til sammen forklarte 44 % av variasjonene i dataene, identifiserte vi to hovedretninger/gradienter i dataene våre. KMO var 0,54. Den første komponenten beskriver en innland-kyst gradient. Kommuner lengst nord i fylket hadde lavere slaktevekter sammenlignet med kommuner lengre sør i Trøndelag. De nordligste kommunene er mer påvirket av et kystklima, som er karakterisert med en høyere flåttforekomst, lavere andel fjellskog og en tidligere start på vekstsesongen sammenlignet med kommuner lengre sør, som er karakterisert av et mer innlandsklima (Figur 37 C). Den andre hovedkomponenten er

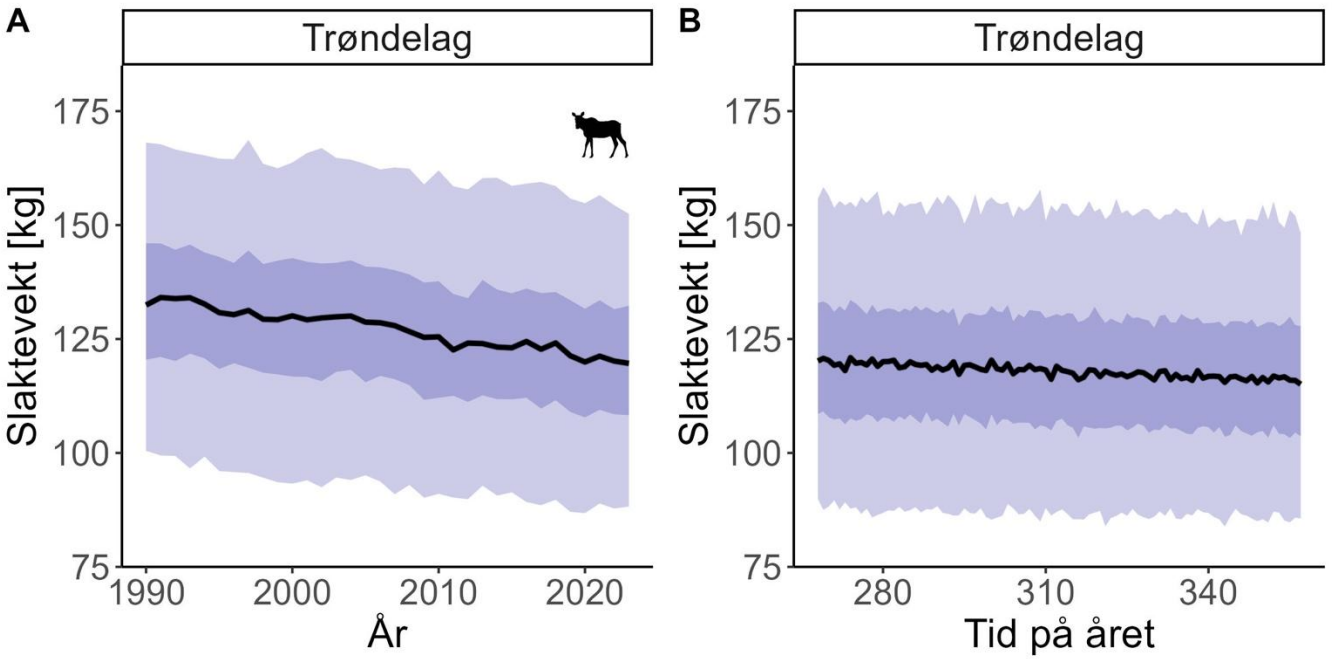
karakterisert ved en klima – elg gradient. I varmere og tørrere år ble det sett og skutt flere elger (Figur 37 C).



Figur 37: Korrelasjonsplott av slaktevekt hos elgkalv i Trøndelag og potensielle kovariater (A), og en visuell presentasjon signifikante korrelasjoner (tykke linjer: korrelasjon ≥ 0,5) og lave korrelasjoner/assosiasjoner (stiplede tynne linjer, korrelasjon ≥ 0,3 men < 0,5) (B). Røde linjer representerer en negativ sammenheng og svarte linjer en positiv sammenheng. Panel C viser resultatene fra hovedkomponentanalysen (PCA) med den første hovedkomponenten (PC1) på x-aksen og den andre hovedkomponenten (PC2) på y-aksen. Retningen på pilene representerer positive og negative sammenhenger og lengden av pilene indikerer viktigheten av hver variabel for hovedkomponenten (PC). Variabler som er gruppert sammen er korrelert og de har lignende underliggende dynamikk. Ellipsene og de fargede datapunktene er gruppert etter kommune, noe som indikerer hvor på gradientene kommunen er plassert. Overlappende kommuner indikerer at disse kommunene har lignende forhold. Kommunene er farget i en nord-sør gradient med lys blå farge i de sørligste kommunene og mørk blå farge for de nordligste. Kommuner som ikke er representert skyldes manglende datamateriale.

Ungdyr

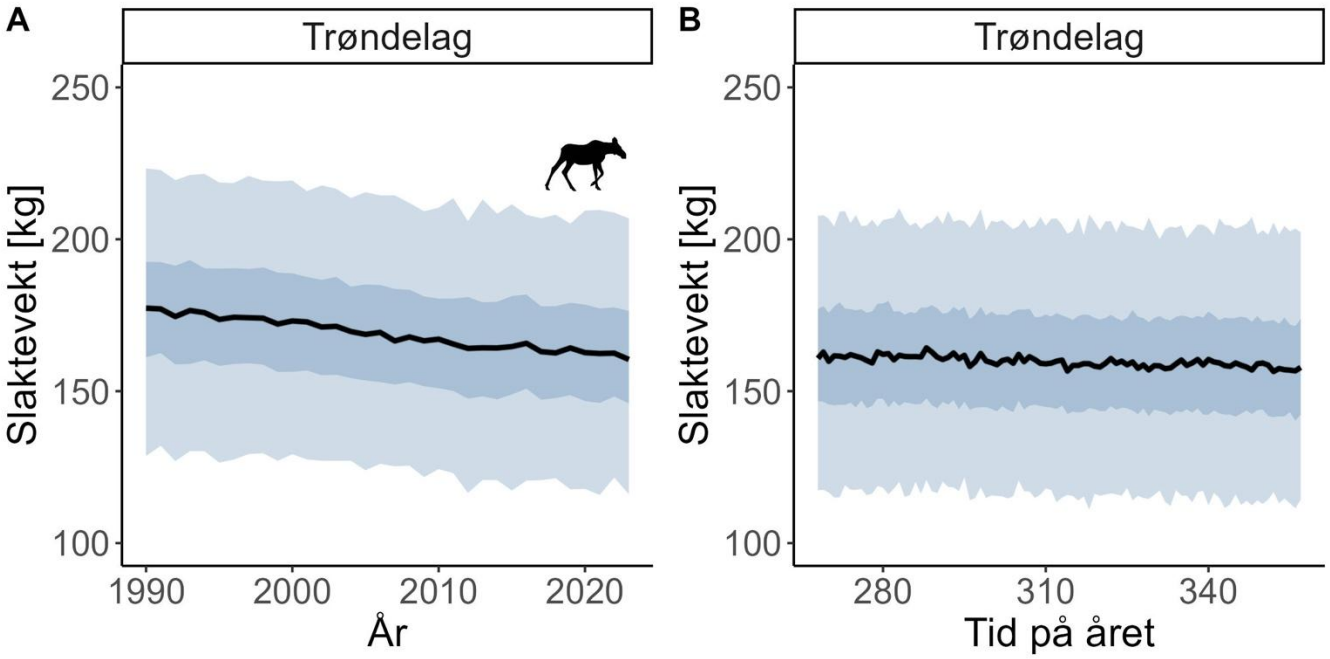
Slaktevekter for ungdyr i Trøndelag sank med 14 kg fra 1990 til 2023 (Figur 38 A). Dette tilsvarer en reduksjon på 11 % fra estimerte slaktevekter for kviger på 134 kg i 1990 til 120 kg i 2023. Slaktevektene hadde en liten nedgang gjennom jaktsesongen (Figur 38 B).



Figur 38: Estimerte slaktevekter for kviger [kg] fra 1990 til 2023 (A) og i løpet av jaktsesongen fra 25. september (268. dagen i året) til 31. desember (365. dagen i året) (B) i Trøndelag. Den svarte linjen representerer gjennomsnittet av den posteriore fordelingen, og de mørke- og lyseblå båndene representerer henholdsvis 50 og 95 % troverdighetsintervall. Det vil si at de representerer området hvor med 50 og 95 % sikkerhet vektene til kvigene vil ligge. Prediksjonene i panel A er standardisert for kviger, dag 278 i året og en andel kalv per ku på 0.75. Prediksjonene i panel B er standardisert på samme måte, men for året 2023.

Voksne

Slaktevekt for elgkyr i Trøndelag hadde en nedgang på 16 kg fra 1990 til 2023 (Figur 39 A). Dette er en reduksjon på 9 % fra estimerte slaktevekter på 178 kg i 1990 til 162 kg i 2023. Slaktevektene hadde en liten nedgang gjennom jaktsesongen (Figur 39 B).

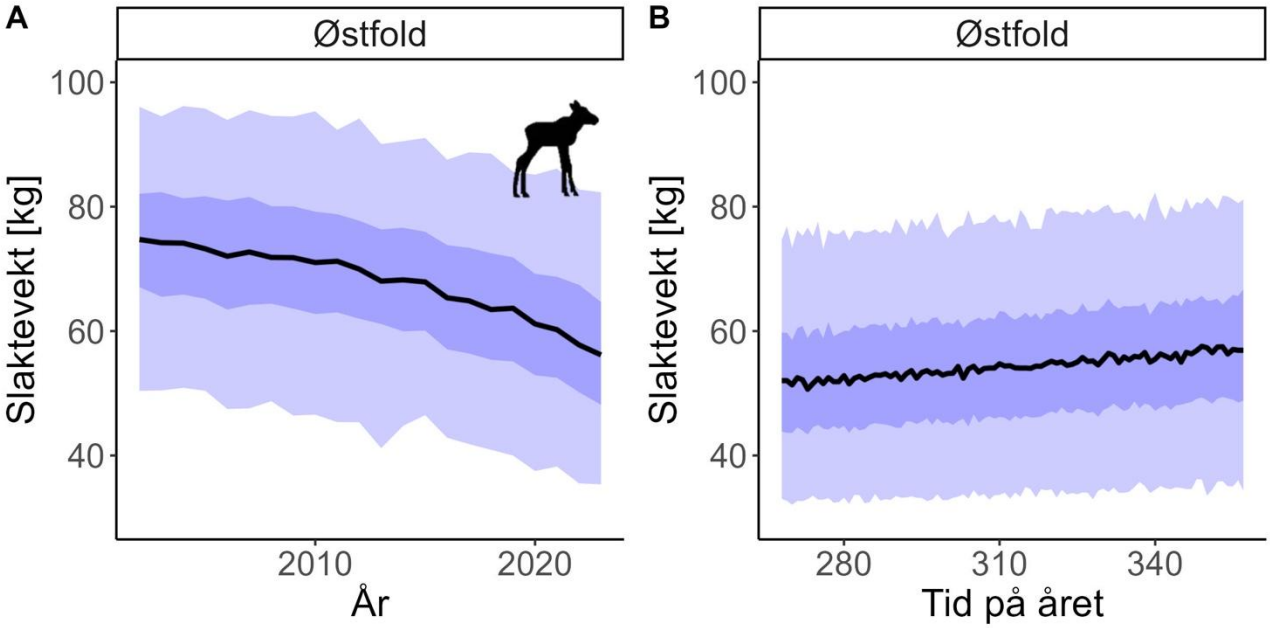


Figur 39: Estimerte slaktevekter for elgkyr [kg] fra 1990 til 2023 (A) og i løpet av jaktsesongen fra 25. september (268. dagen i året) til 31. desember (365. dagen i året) (B) i Trøndelag. Den svarte linjen representerer gjennomsnittet av den posteriore fordelingen, og de mørke- og lyseblå båndene representerer henholdsvis 50 og 95 % troverdighetsintervall. Det vil si at de representerer området hvor med 50 og 95 % sikkerhet vektene til elgkyrne vil ligge. Prediksjonene i panel A er standardisert for elgkyr, dag 278 i året og en andel kalv per ku på 0,75. Prediksjonene i panel B er standardisert på samme måte, men for året 2023.

Østfold

Kalver

Systematisk registrering av slaktevekter for Østfold fylke startet først i 2002. Totalt hadde vi 13 757 registreringer av skutte elg fra 2002 til 2023. Til tross for dette har slaktevektene i den 21 år lange perioden frem til 2023, hatt en nedgang på 17,5 kg (Figur 40 A). Dette tilsvarer en reduksjon på 25,3 % fra estimerte slaktevekter for kukalver på 69 kg i 2002 til 51,5 kg i 2023. Det var i de fleste tilfeller en økning i slaktevekter gjennom jaktsesongen for elgkalver i Østfold (Figur 40 B).

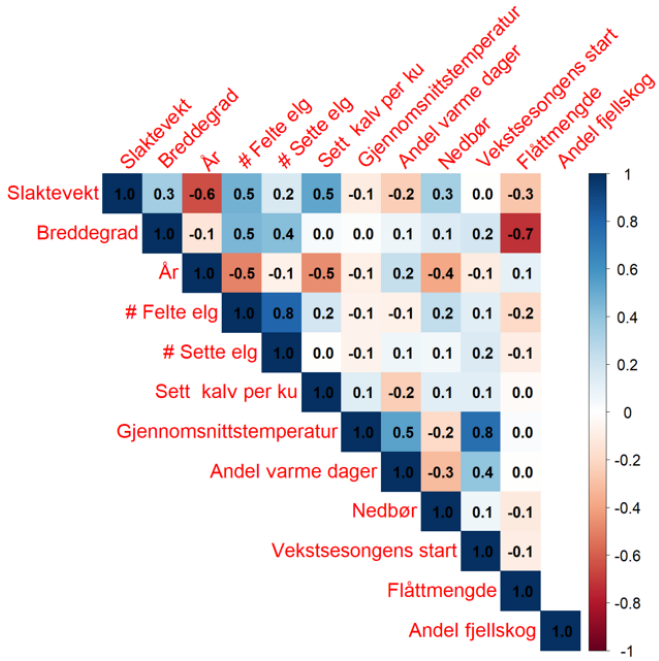


Figur 40: Estimerte slaktevekter for kukalver [kg] fra 2002 til 2023 (A) og i løpet av jaktsesongen fra 25. september (268. dagen i året) til 31. desember (365. dagen i året) (B) i Østfold. Den svarte linjen representerer gjennomsnittet av den posteriore fordelingen, og de mørke- og lyseblå båndene representerer henholdsvis 50 og 95 % troverdighetsintervall. Det vil si at de representerer området hvor med 50 og 95 % sikkerhet vektene til kukalvene vil ligge. Prediksjonene i panel A er standardisert for kukalver, dag 278 i året (5. Oktober) og en andel kalv per ku på 0,75. Prediksjonene i panel B er standardisert på samme måte, men for året 2023.

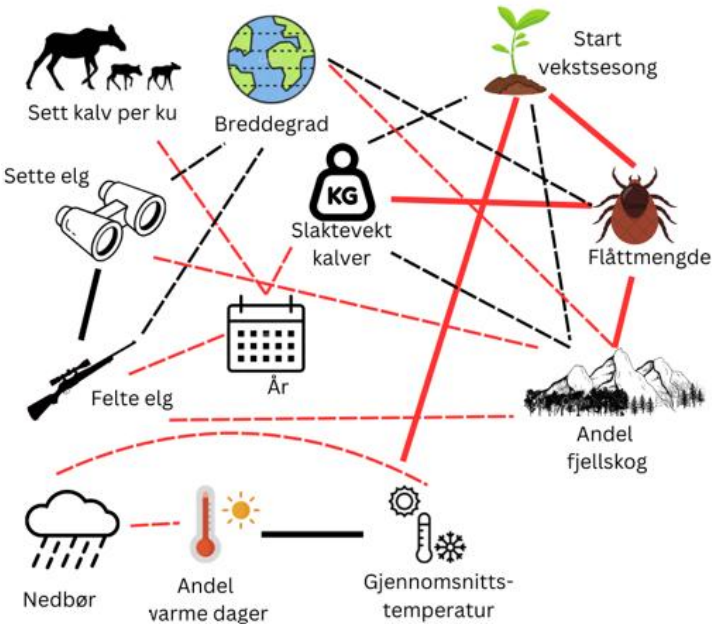
Ingen av kommunene i Østfold har høyder > 700 m, det er årsaken til at vi ikke har noen registreringer for fjellskog for fylket. Slaktevekter for elgkalver var negativt korrelert med år (Figur 41 A og B). Fra de to første hovedkomponentene i hovedkomponentanalysen (PCA), som til sammen forklarte 50 % av variasjonen i dataene, identifiserte vi to hovedretninger/gradienter i dataene. KMO var 0,6. Den første hovedkomponenten beskrev en geografisk, men også tidsmessig gradient. Kommunene lengst nord, som Indre-Østfold og Marker hadde tyngre elgkalver, men også et høyere antall sett og skutt elg i tillegg til en lavere flåttforekomst sammenlignet med kommuner lengre sør, som Halden. I tillegg var slaktevektene hos elgkalvene lavere i de senere år sammenlignet med de tidligere årene.

Den andre hovedkomponenten er beskrevet av en klima gradient. I hovedsak hadde kommuner med høyere sommertemperaturer også en tidligere start på vekstsesongen sammenlignet med de kommunene med lavere sommertemperaturer (Figur 41 C).

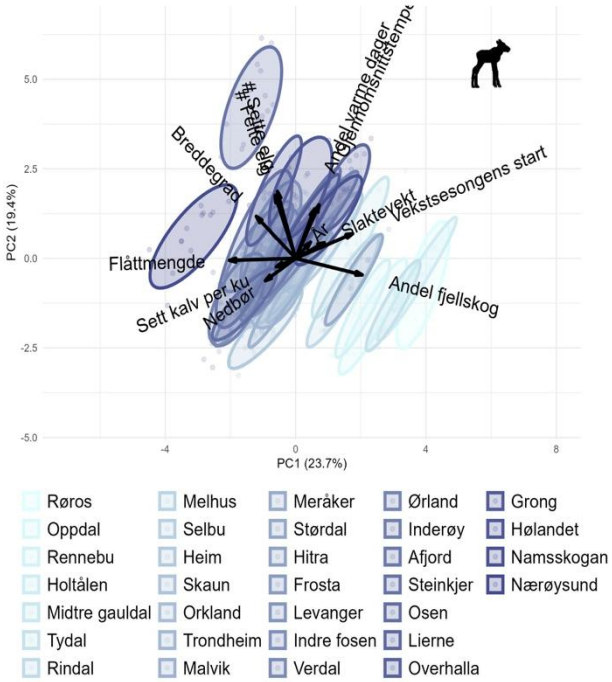
A



B



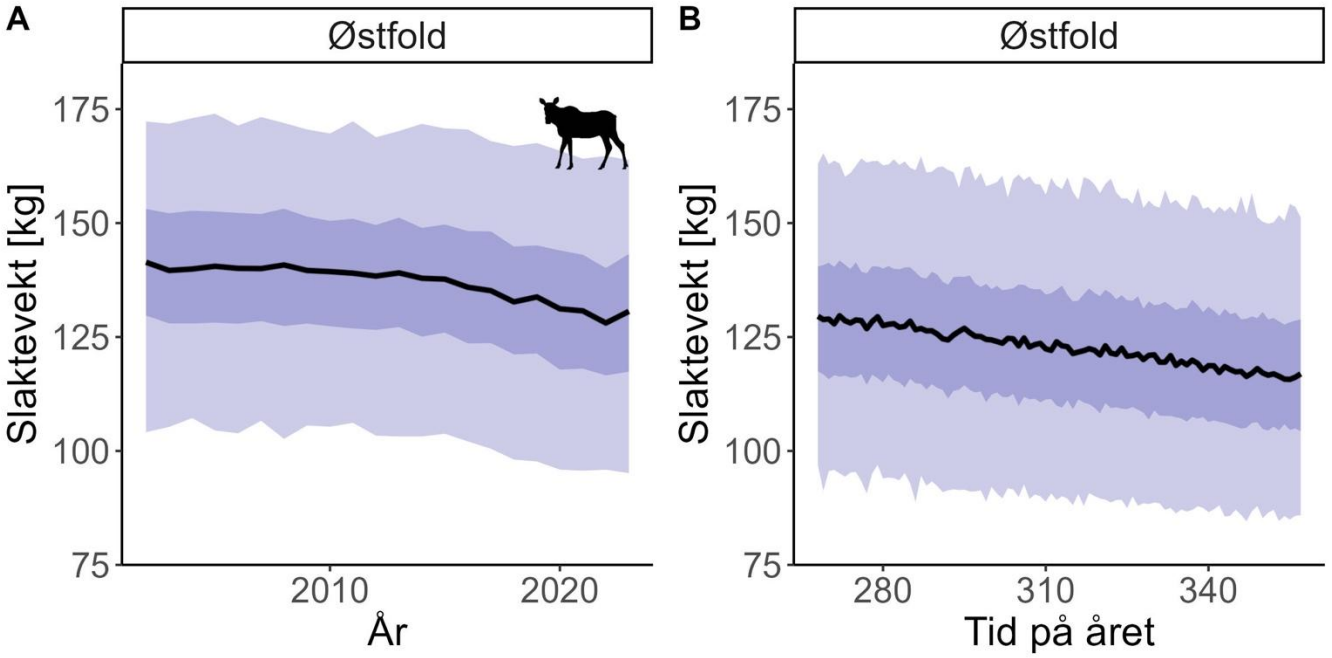
C



Figur 41: Korrelasjonsplott av slaktevekt hos elgkalv i Østfold og potensielle kovariater (A), og en visuell presentasjon signifikante korrelasjoner (tykke linjer: korrelasjon ≥ 0,5) og lave korrelasjoner/assosiasjoner (stiplede tynne linjer, korrelasjon ≥ 0,3 men < 0,5) (B). Røde linjer representerer en negativ sammenheng og svarte linjer en positiv sammenheng. Panel C viser resultatene fra hovedkomponentanalysen (PCA) med den første hovedkomponenten (PC1) på x-aksen og den andre hovedkomponenten (PC2) på y-aksen. Retningen på pilene representerer positive og negative sammenhenger og lengden av pilene indikerer viktigheten av hver variabel for hovedkomponenten (PC). Variabler som er gruppert sammen er korrelert og de har lignende underliggende dynamikk. Ellipsene og de fargede datapunktene er gruppert etter kommune, noe som indikerer hvor på gradientene kommunen er plassert. Overlappende kommuner indikerer at disse kommunene har lignende forhold. Kommunene er farget i en nord-sør gradient med lys blå farge i de sørligste kommunene og mørk blå farge for de nordligste. Kommuner som ikke er representert skyldes manglende datamateriale.

Ungdyr

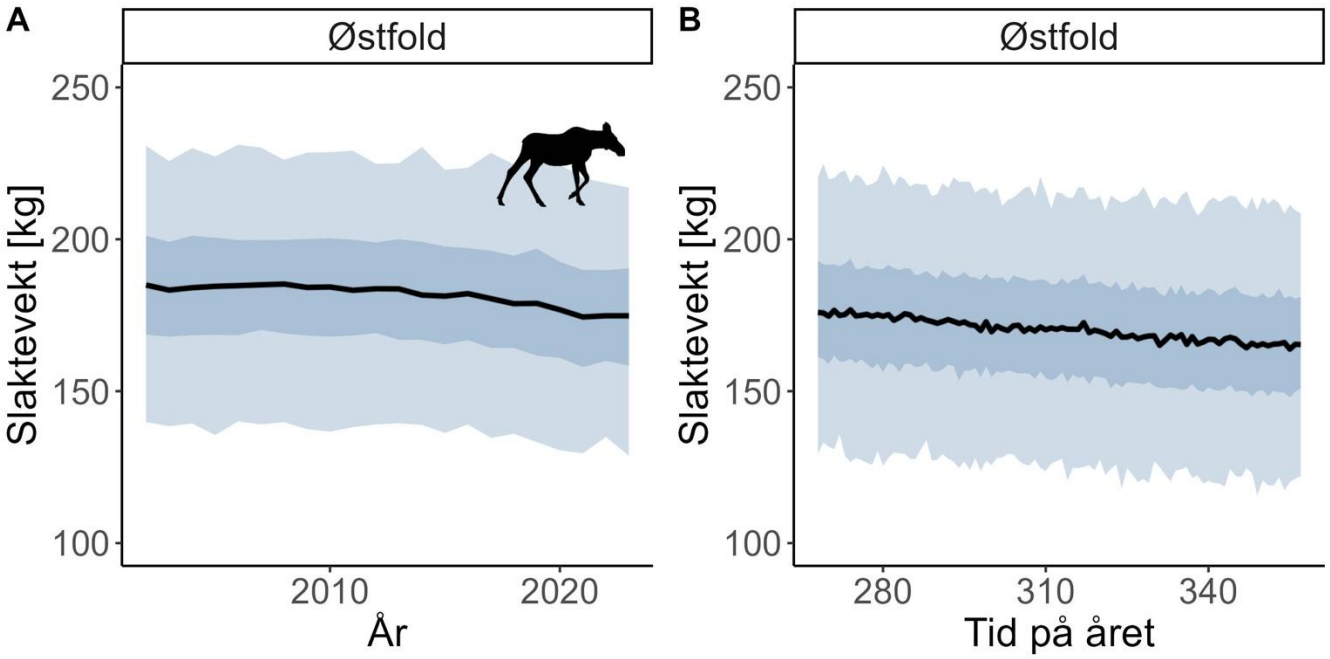
Slaktevekter for ungdyr i Østfold sank med 11,5 kg fra 2002 til 2023 (Figur 42 A). Dette tilsvarer en reduksjon på 8.2 % fra estimerte slaktevekter for kviger på 140 kg i 1990 til 128,5 kg i 2023. Slaktevektene hadde en liten nedgang gjennom jaktsesongen (Figur 42 B).



Figur 42: Estimerte slaktevekter for kviger [kg] fra 2002 til 2023 (A) og i løpet av jaktsesongen fra 25. september (268. dagen i året) til 31. desember (365. dagen i året) (B) i Østfold. Den svarte linjen representerer gjennomsnittet av den posteriore fordelingen, og de mørke- og lyseblå båndene representerer henholdsvis 50 og 95 % troverdighetsintervall. Det vil si at de representerer området hvor med 50 og 95 % sikkerhet vektene til kvigene vil ligge. Prediksjonene i panel A er standardisert for kviger, dag 278 i året og en andel kalv per ku på 0.75. Prediksjonene i panel B er standardisert på samme måte, men for året 2023.

Voksne

Slaktevekter for elgkyr i Østfold hadde en nedgang fra 2002 til 2023 på 10,6 kg (Figur 43 A). Dette er en reduksjon på 6 % fra estimerte slaktevekter for elgkyr på 184,4 kg i 2002 til 173,8 kg i 2023. Slaktevektene hadde en liten nedgang gjennom jaktsesongen (Figur 43 B).

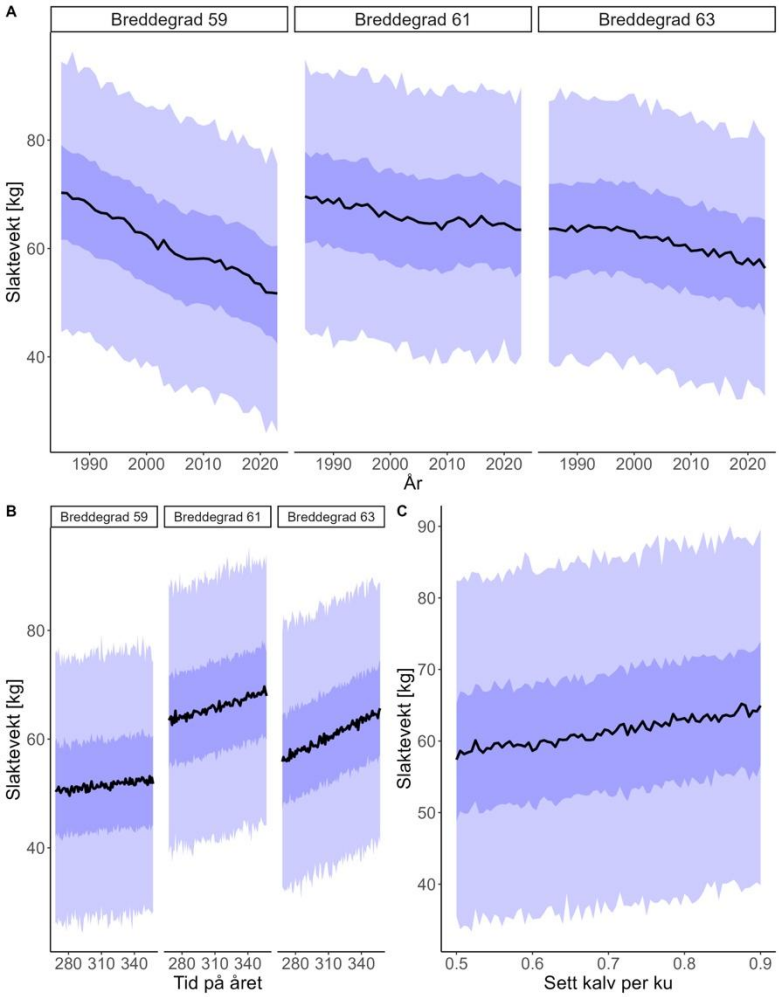


Figur 43: Estimerte slaktevekter for elgkyr [kg] fra 2002 til 2023 (A) og i løpet av jaktsesongen fra 25. september (268. dagen i året) til 31. desember (365. dagen i året) (B) i Østfold. Den svarte linjen representerer gjennomsnittet av den posteriore fordelingen, og de mørke- og lyseblå båndene representerer henholdsvis 50 og 95 % troverdighetsintervall. Det vil si at de representerer området hvor med 50 og 95 % sikkerhet vektene til elgkyrne vil ligge. Prediksjonene i panel A er standardisert for elgkyr, dag 278 i året og en andel kalv per ku på 0,75. Prediksjonene i panel B er standardisert på samme måte, men for året 2023.

Analyse på breddegradsnivå

Kalver

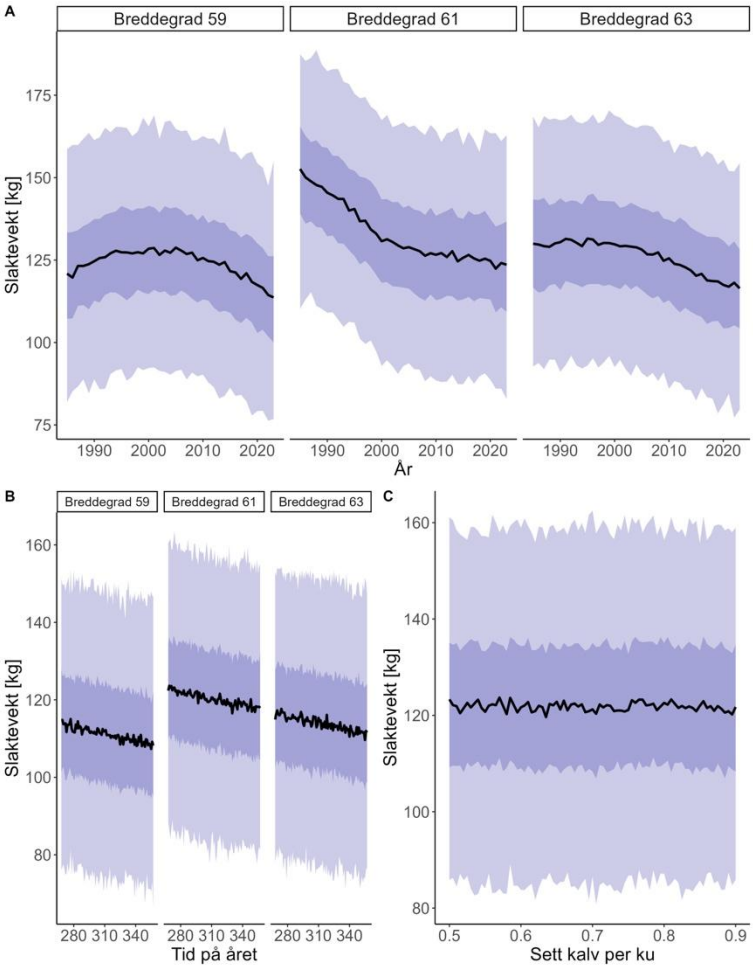
Slaktevekter for elgkalver sank over den 37-årige perioden for vår studie langs hele breddegradsgradienten, med de største nedgangene i Sør-Norge sammenlignet med de nordlige delene av vårt studieområde (Figur 44 A). Den estimerte slaktevekten for kukalver på breddegrad 59 (Agder og Østfold) sank med 28 % fra en estimert slaktevekt på 69 kg i 1986 til 50 kg i 2023. Ved nordligere breddegrader (breddegrad 63 (eks Trøndelag)) sank slaktevektene hos elgkalver til sammenligning bare 8 %, fra 69 kg i 1986 til 63 kg i 2023 (Figur 44 A). Dagen i året hadde en positiv effekt på slaktevekter, men av grad fordelt på de ulike breddegradene. Slaktevektene hos elgkalver i de sørlige delene var relativt stabile gjennom jaktsesongen, mens slaktevektene i de nordlige delene økte signifikant gjennom jaktsesongen (Figur 44 B). Andel kalv per ku hadde en positiv sammenheng med slaktevektene hos kalv (Figur 44 C).



Figur 44: Estimerte slaktevekter for kukalver over en breddegradsgradient for 59°, 61° og 63° fra 1986 til 2023 (A) og gjennom jaktsesongen fra 25. september (268. dagen i året) til 31. desember (365. dagen i året) (B). Panel C viser de estimerte slaktevektene for kukalver over et spekter av sett kalv per ku fra 0,5 – 0,9.
Den svarte linjen representerer gjennomsnittet av den posteriore fordelingen, og de mørke- og lyseblå båndene representerer henholdsvis 50 og 95 % troverdighetsintervall. Det vil si at de representerer området hvor med 50 og 95 % sikkerhet vektene til kalvene vil ligge. Panel A er standardisert for kukalver, dag 278 i året (5. Oktober) og andel kalv per ku = 0,75. Panel B er standardisert på samme måte, men for år 2023, og Panel C er standardisert for år 2023 og dag 278 i året.

Ungdyr

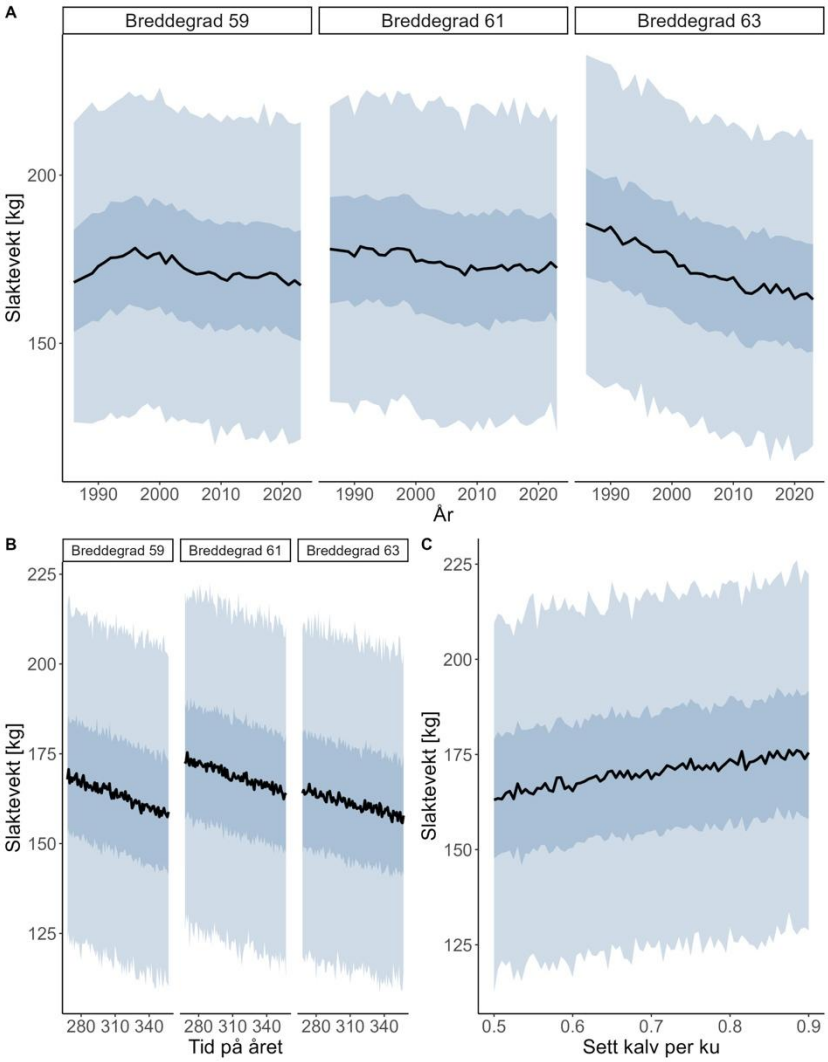
Slaktevektene for ungdyr sank over den 37-årige perioden over hele breddegradsgradienten, men av ulik grad (Figur 45 A). Den estimerte slaktevekten for kviger ved breddegrad 59 (Agder og Østfold) hadde en ikke-lineær sammenheng (ikke rett linje) over tid. På 1980-tallet var slaktevektene 122 kg, og dermed lavere enn på 1990-tallet, men dette ble fulgt av en nedgang igjen fra 2000-tallet. Dette resulterte i en summert nedgang på 6 % og 7,5 kg fra 1986 til 2023 (Figur 45 A). I de sentrale områdene av fylkene inkludert i denne studien (breddegrad 61) hadde vi den største nedgangen i slaktevekter for kviger i begynnelsen og slutten av 90-tallet. Dette ble etterfulgt av en mer moderat nedgang fra 2000 og fremover. Slaktevektene for kviger ved breddegrad 61 sank med 19 % (28,7 kg) fra 1986 til 2023 (Figur 45 A). Ved nordligere breddegrader (breddegrad 63) sank slaktevektene hos kvigene med 10,6 % fra 131 kg i 1986 til 116 kg i 2023, med den mest markante nedgang i de siste årene (Figur 45 A). Dagen i året hadde negativ effekt på slaktevektene, men av ulik grad på de forskjellige breddegradene (Figur 45 B). Slaktevektene hos ungdyr var stabil uavhengig av andel kalv per ku (Figur 45 C).



Figur 45: Estimerte slaktevekter for kviger over en breddegradsgradient for 59°, 61° og 63° fra 1986 til 2023 (A) og gjennom jaktsesongen fra 25. september (268. dagen i året) til 31. desember (365. dagen i året) (B). Panel C viser de estimerte slaktevektene for kviger over et spekter av andel kalv per ku fra 0,5 – 0,9. Den svarte linjen representerer gjennomsnittet av den posteriore fordelingen, og de mørke- og lyseblå båndene representerer henholdsvis 50 og 95 % troverdighetsintervall. Det vil si at de representerer området hvor med 50 og 95 % sikkerhet vektene til kvigene vil ligge. Panel A er standardisert for kukalver, dag 278 i året (5. Oktober) og andel kalv per ku = 0,75. Panel B er standardisert på samme måte, men for år 2023, og Panel C er standardisert for år 2023 og dag 278 i året.

Voksne

Slaktevekter hos elgkyr sank over den 37-årige perioden for hele breddegradsgradienten, med de største nedgangene i nordlige deler av studieområdet, sammenlignet med de sørlige områdene (Figur 46 A). Dette er motsatt av hva vi så for kukalvene. Den estimerte slaktevekten for elgkyr ved 59. breddegrad (Agder og Østfold) var stabil på 168 kg, til tross for en mindre økning på 1990-tallet som deretter ble fulgt av en liten nedgang. Ved nordligere breddegrader (eks Trøndelag, breddegrad 63) sank slaktevektene for elgkyr med 12 % fra 185 kg i 1986 til 162 kg i 2023 (Figur 46 A). Dagen i året hadde negativ effekt på slaktevekter for elgkyr (Figur 46 B). Andel kalv per ku hadde positiv sammenheng medslaktevektene hos elgkyr (Figur 46 C).



Figur 46: Estimerte slaktevekter for elgkyr over en breddegradsgradient for 59°, 61° og 63° fra 1986 til 2023 (A) og gjennom jaktsesongen fra 25. september (268. dagen i året) til 31. desember (365. dagen i året) (B). Panel C viser de estimerte slaktevektene for elgkyr over et spekter av andel kalv per ku fra 0,5 – 0,9. Den svarte linjen representerer gjennomsnittet av den posteriore fordelingen, og de mørke- og lyseblå båndene representerer henholdsvis 50 og 95 % troverdighetsintervall. Det vil si at de representerer området hvor med 50 og 95 % sikkerhet vektene til elgkyrne vil ligge.Panel A er standardisert for elgkyr, dag 278 i året og andel kalv per ku = 0,75. Panel B er standardisert på same måte, men for år 2023, og Panel C er standardisert for år 2023 og dag 278 i året.

Diskusjon

I denne rapporten har vi beregnet endringer i slaktevekter hos elgkalver, ungdyr og voksne kyr i sju fylker i Norge i perioden mellom 1986 og 2023. Slaktevektene har avtatt i alle fylkene for alle aldersgruppene. Nedgangen er delvis markant, og har pågått over et stort område og over lang tid. Størst reduksjon i kalvevekter fant vi i Agder, hvor kalvene nå veier 35,5% mindre enn i 1986, mens reduksjonen i Trøndelag er på 11% siden 1990. Nord-sør gradienten, med mindre kalver i de sørlige og større kalver i de nordlige fylkene, gjenspeiles også innafor de analyserte fylkene. Kalver, ungdyr og elgkyr var tyngre i de årene det ble registrert en høyere andel kalv per ku. Vi fant liten eller ingen vekst av elgkalvene i løpet av jaktsesongen, og minst i de sørlige områdene. Vi undersøkte også potensielle drivere for nedgangen i slaktevekter hos elgkalv, og på hvilken måte de samvarierer.

Mer markante reduksjoner i slaktevekter i sør

Overordnet sett er det en klar nord-sør gradient i slaktevektene hos elg; de tyngste elgene er skutt i de nordligste fylkene som inngår i vår studie, og her har slaktevektene også mindre markante reduksjoner enn i de sørlige fylkene. Korrelasjonen mellom breddegrad og slaktevekt hos elg skyldes ulike faktorer som endrer seg langs samme gradient. I nord starter vekstsesongen senere, og somrene er kaldere. I tillegg har mange kommunene lenger nord større områder med fjellskog og mindre flåttforekomst enn sørlige kommuner, noe som forsterker denne effekten. Disse faktorene er korrelert med hverandre, og sammen fører de til en tydelig forskjell i slaktevekter hos kalv, med tyngre kalver lengst nord. At kalver er større i nord er ikke noe nytt; Solberg et al. (2006) fant at den beste forklaringsfaktoren til slaktevekt hos kalv var nettopp breddegrad, og at det mest sannsynlig er klimatiske faktorer kombinert med tettheten av elg som er årsaken til dette. Vi viser her at nedgangen i slaktevekt er større i sør enn i nord, og dermed blir vektforskjellen langs denne gradienten enda større. Det er tydelig at miljømessige faktorer, som temperatur og vegetasjon, men også flåttmengde, påvirker vekten betydelig, noe som fører til mer markerte vektreduksjoner i de sørlige fylkene. Selv om vektreduksjonen i sør er størst for elgkalver, finner vi det også blant voksne elger, om enn i mindre grad. Denne asymmetriske reduksjonen indikerer at kalvenes vekst ikke fullt ut kan kompensere for de utfordrende miljøforholdene som råder for elgen i sør. Samlet sett understreker våre funn at de dramatiske vektreduksjonene i de sørlige fylkene har en sammenheng med direkte miljøpåvirkninger.

Når vi undersøker slaktevektene fylkesvis i mer detalj, ser vi at lokale forhold som temperatur, flåttforekomst og forvaltningsstrategi for elg gir en mer kompleks variasjon som ikke nødvendigvis følger den overordnede nord-sør gradienten. Mens den generelle nedgangen i slaktevekter hos kalv er gjeldende overalt, ser vi at viktigheten av de ulike driverne varierer innad i og mellom fylkene. For eksempel ser vi ikke en tydelig nord-sør-gradient i Trøndelag, men heller en kyst-innland-gradient, noe som skiller seg fra de andre fylkene. Videre ser det ut til at nord-sør-gradienten også er mindre

tydelig i fylker der rovdyr er til stede. Denne kombinasjonen av de overordnede geografiske trendene samt de mer nyanserte lokale forholdene underbygger viktigheten av tilpassede forvaltningsstrategier som både tar høyde for de overordnede trendene, men også de spesifikke forholdene i hver region.

Slaktevektene går ned for alle aldersgrupper

I løpet av de siste tiårene har slaktevektene avtatt, ikke bare hos elgkalver, men også for ungdyr og elgkyr. Imidlertid har nedgangen vært mest markant hos kalvene, noe som tyder på at de yngste dyrene i større grad påvirkes av de miljømessige og fysiologiske faktorene. Samtidig ser vi at vektreduksjonen blant elgkyr er betydelig mindre markant. Våre funn tyder på at selv om små kalver ikke nødvendigvis blir små voksne kyr, klarer de heller ikke helt å ta igjen vektutviklingen. En viss vekstkompensasjon forekommer, men ikke nok til å utjevne forskjellene i slaktevekt. En studie (Herfindal et al., 2014) fant at den genetiske bestandsstrukturen var viktigst for å forklare geografisk variasjon i kroppsvekt hos elg, mens miljøfaktorer som habitatmangfold, sesongvariasjon og vinterens strenghet også hadde stor betydning. Dette betyr at både genetiske og miljømessige faktorer må vurderes for å forklare store mønstre i fenotypiske egenskaper og livshistorie. Videre kan den asymmetriske vektreduksjonen reflektere økt plastisitet i elgenes vekstrespons under endrede miljøbetingelser. Selv om voksne elger også viser en vektreduksjon, er denne endringen mindre dramatisk enn hos kalvene. Dette kan tyde på at miljøutfordringer påvirker tidlige livsstadier mer intenst enn senere stadier. Studier viser at tidlig tilgang til næringsrik mat av høy kvalitet er avgjørende for vekst, men at kvaliteten i kosten ikke opprettholdes gjennom hele sesongen (Pettorelli et al., 2007). Derfor kan kalvenes tidlige vekstfordel forsvinne raskt hvis miljøforholdene forverres. Sammen gir disse funnene viktig innsikt i hvordan elgpopulasjoner responderer på langsiktige miljøendringer, og de understreker behovet for forskning som kombinerer både genetiske og miljømessige perspektiver.

Påvirkning av tetthetsavhengige faktorer på slaktevekter hos kalv

Diskusjonen om hvorvidt det er klima eller tetthet som påvirker kalvevekten kan virke noe teoretisk. I framtiden kan dette allikevel bli forvaltningsrelevant. Tetthet av elg kan påvirkes gjennom jakt, mens det er langt mer komplisert å påvirke klimautviklingen. Elgtetthet blir ofte forstått som en fast størrelse, for eksempel som antall elg per km^2, men i realiteten kan tettheten være dynamisk både i tid og rom. I et vinterområde for elg er for eksempel tettheten mye høyere i mars enn i september, noe som illustrerer et samspill mellom klima og tetthet. Lignende effekter kan man også se på starten av vekstsesongen. Dersom vekstsesongen starter for tidlig er det kanskje flere kyr som samler seg med sine nyfødte kalver i høytliggende områder der vegetasjonen fortsatt er ny, noe som fører til en høy tetthet der og da. Tilgjengelig habitat med kvalitetsbeite påvirkes av klimavariasjoner både innad i året og mellom ulike år, og dermed blir tetthet en dynamisk og relativ størrelse. Vi fant

her en korrelasjon mellom slaktevekt (kalv, ungdyr og voksne kuer) og andelen av det vi kaller fjellskog, areal mellom 700 og 1000 m.o.h., per kommune. Med denne variabelen har vi ikke tatt hensyn til innsjøer eller hyttefelt som ville forringet dette området. Likevel viser det at fjellskog kan bli viktigere for elgen i framtiden, og at tetthet av elg fortsatt skal tilpasses vinterområdene, men kanskje i større grad også til sommerhabitatene.

I år med flere kalver per observert ku, var slaktevekt hos kalver og kyr høyere. Siden observasjonene kommer fra jakttiden, representerer antall kalv per ku drektighetsrate minus dødeligheten til foster og kalver, og alle disse kan være påvirket av samme interaksjoner mellom tetthet og klima som diskutert tidligere. Klimafaktorer, spesielt temperatur, påvirker både fruktbarhetsrater og slaktevekter hos elg i Norge (Grøtan et al., 2009; Sæther, 1985). Elgbestander som lever tett på grensen av deres økologiske nisje er mer utsatt for endringer i miljøet (Herfindal et al., 2006). Med et mildere klima er en økende andel av den norske elgbestanden nærmere grensene for deres økologiske nisje. Forvaltningsmålet for disse elgbestandene bør være motstandsdyktighet mot svingninger i miljøet. Dette inkluderer passende elgtettheter som sikrer tilgang til ressurser, og lav sykdoms- og parasittbelastning. Ved vurdering av bestandstetthet må man også se på andre hjorteviltarter og husdyr på utmarksbeite. Videre må det sørges for en aldersstruktur i bestanden som tillater rask tilbakekomst etter ugunstige enkelthendelser, som spesielt høye vår- eller sommertemperaturer. Å begrense menneskelig forstyrrelse, spesielt i perioder som er viktige for elgens hold, som sen vinter og perioden fra kalving til slutten av juni, kan være av betydning. Den største menneskelig forstyrrelsen av elg skjer utvilsomt i jakttiden, særlig tidlig i jaktsesongen. Jakten sammenfaller med brunsten, og det har tidligere vært brunstfredning i mange områder. Utfordringen med brunstfredningen er at brunstens tidspunkt varierer fra år til år (Garel et al., 2009; Herfindal et al., 2006). Vi har heller ikke sett tydelige tegn til at det er et større antall veldig små kalver som drar ned gjennomsnittsvekten, men derimot at kalver generelt blir mindre. Hva som påvirker årlig variasjon i brunsttidspunktet hos elg er lite forstått. Dette ville imidlertid vært nyttig kunnskap, ettersom tidspunkt for brunsten påvirker når på våren kalvene blir født (Schwartz et al., 1995; Solberg et al., 2006).

Påvirkning av tetthetsuavhengige faktorer på slaktevekter hos kalv

Breddegrad

Breddegrad hadde i hovedsak en positiv effekt på elgkalvenes slaktevekter, der tyngre kalver ble skutt i de nordligste kommunene i hvert fylke. I vår analyse brukte vi breddegrad som en proxy for faktorer som temperatur, flåttforekomst og fjellskog. Vi fant lavere temperaturer, høyere andel fjellskog og en lavere flåttforekomst ved nordligere breddegrader. Dette er i tråd med tidligere rapporter om geografiske variasjoner i elgens kroppsstørrelse i Skandinavia, og samsvarer med

teorier om miljømessig hardførhet og Bergmanns regel (Sand et al., 1996). Større individer har en fordel ved at de er bedre i stand til å holde på varme og tåle uforutsigbare miljøforhold (Bergmann, 1848). Videre kan geografiske forskjeller i klimaet påvirke kroppsstørrelsen gjennom kvaliteten på tilgjengelig beite og når på våren vektsesongen starter. Den nedadgående trenden på slaktevekt hos elg har blitt mer markant i de senere årene, til tross for en samlet innsats for å begrense den totale elgbestanden i landet. Våre resultater viser at både tetthetsavhengige og tetthetsuavhengige faktorer spiller en viktig rolle for elgens hold.

Plantefenologi – start på vektsesongen

Innenfor de studerte fylkene fant vi en tendens til lavere slaktevekter hos kalv i områdene med en tidligere start på vekstsesongen. Veksten hos elgkalver er sterkt knyttet til tidspunkt og progresjon for vegetasjonsveksten om våren og forsommeren. Dette i hovedsak fordi beitekvalitet er mer avgjørende for tidlig vekst enn mengden tilgjengelig fôr (Herfindal et al., 2006; Pettorelli et al., 2007). I Nord-Sverige skjer ofte elgkalvingen før starten på vekstsesongen, mens i sørligere områder skjer den etter at vekstsesongen er i gang (Holmes et al., 2023; Neumann et al., 2020). Selv om en tidlig start på vekstsesongen kan føre til en høyere produktivitet hos plantene, kan det også forkorte perioden der lettfordøyelig fôr er tilgjengelig (Pettorelli et al., 2007). Når vekstforholdene endrer seg raskt fra knoppskyting til moden bladvekst, kan kalver, men også voksne og diende kyr, miste tilgangen til den mest næringsrike fasen av planteveksten. Derimot kan en langsommere vegetasjonsvekst eller en senere start på vekstsesongen, noe som er typisk for mer nordlige områder, forlenge perioden med høy fôrkvalitet, og dermed øke mulighetene for en større vektøkning hos elgkalvene. For elgens reproduksjon kan beiteforholdene på sensommeren og høsten være av større betydning enn vegetasjonen om våren (Gustine et al. 2017). I tillegg kan temperatur- og nedbørsmønstre påvirke næringsinnholdet i vegetasjonen. Kjøligere og våtere forhold har en tendens til å øke nitrogeninnholdet og plantenes fordøyelighet, mens varmt og solrikt vær fremmer fiberansamling og reduserer næringskvaliteten (Bø and Hjeljord, 1991). Det kan være en årsak til de konsekvent lavere slaktevektene hos kalver i deler av Sør-Norge, der vekstsesongen starter tidligere. Dette understreker at det er hastigheten og varigheten av tilgangen til friskt og næringsrikt beite, ikke bare den totale plantebiomassen, som har størst betydning for elgenes vekst i de kritiske første månedene av livet.

Fjellskog

Tilgang til fjellskog kan være særlig viktig for elgens mulighet til å tilpasse seg varierende miljøforhold, spesielt for de individene som vandrer opp i høyden om sommeren. Forskning antyder at dyr med tilgang til slike områder kan oppnå høyere kroppsvekt og økt reproduksjon (Rolandsen et al., 2017), blant annet fordi beiteforholdene og vekstsesongen i fjellskogen ofte er gunstigere (Førland et al., 2004; Karlsen et al., 2009). Et mildere klima, sammen med en forlenget vekstsesong, kan dessuten forsterke fordelene ved å søke føde i høyereliggende terreng. Østfold og Oslo mangler

fjellskog helt, mens Innlandet har den høyeste gjennomsnittlige andelen (0,2 %), noe som kan gi ulike muligheter for elgbestandene i disse områdene. Bestander som har mulighet til å utnytte både lavland og fjellskoger kan være mer robuste mot skiftende vær- og beiteforhold og dermed fremme en mer bærekraftig forvaltning. Tilgang til fjellskog kan i tillegg være en fordel for elg, ettersom slike områder ofte er kjøligere, mer lysåpne og mindre preget av monokulturer enn lavlandsskoger, noe som gir flåtten dårligere levevilkår (Bourdin et al., 2022). I lavlandet opptrer flått gjerne i høyere tetthet fordi tette, fuktige skogtyper og monokulturer skaper optimale forhold for både flåtten og dens verter (Bourdin et al., 2022; Ogden et al., 2021). I fjellskogen derimot, kan lavere temperaturer og mer variert vegetasjonsstruktur begrense flåttens overlevelse og formering. Dermed kan elg som trekker opp i fjellnære skogsområder ikke bare dra nytte av bedre beitekvalitet og lengre vekstsesong, men også ha lavere risiko for flåtteksponering. På denne måten kan tilgang til fjellskogsarealer både fremme elgens kroppsstørrelse og redusere smittepresset fra flåttbårne sykdommer. Det skal nevnes at tidligere analyser også viste at høye slaktevekter hos elg var forbundet med kommuner med en høy andel landbruksområder (Solberg et al., 2006). Vi har ikke tatt hensyn til dette i denne rapporten.

Flått

Flåttbestander i Norge har tradisjonelt vært mest konsentrert i lavlandet og langs kysten, men nyere forskning viser at de nå kan overleve helt opp mot 1000 m.o.h. (De Pelsmaeker et al., 2021; Mysterud et al., 2018). Denne utvidelsen av flåttens utbredelsesområde kommer delvis av et varmere klima, som øker sannsynligheten for at flåtten overlever vinteren (De Pelsmaeker et al., 2021). Samtidig liker flåtten fragmenterte skogsområder med mye kantsoner der hjortevilt og andre verter beveger seg, noe som bidrar til at tettheten vanligvis avtar med økende avstand fra kysten og med høyder over havet (Bourdin et al., 2022; Kjær et al., 2020). Med klimaendringer og den raske utvidelsen vi har sett i løpet av få år, er det usikkert hvor høyt til fjells flåtten kan etablere seg fremover. Agder og Østfold hadde den høyeste flåttforekomsten, lavest andel fjellskog og de laveste kalvevektene. Innlandet og Trøndelag var de fylkene lengst nord i vår studie. Disse fylkene hadde lavest flåttforekomst og høyest andel fjellskog. Det er vanskelig å skille mellom effekten av flått, andel fjellskog og klima, men en eventuell effekt av flåttforekomst antas å være mest relatert til flåttbårne sykdommer (for eksempel anaplasmose). Trøndelag skiller seg ut ved at den viktigste gradienten er vest-øst i stedet for nord-sør. Neste trinn for å undersøke effekten av flått og flåttbårne sykdommer kan være studier i grenseområdene med høy flåttforekomst. Her kan man sammenligne elg med like levevilkår som har, og ikke har, antistoffer for anaplasmose eller andre flåttbårne sykdommer. Slik kan man undersøke hvilken effekt disse sykdommene har på slaktevekter hos elgkalv.

Sommertemperatur, andel varme dager og nedbørsmengde

Flere studier bekrefter at temperatur og nedbør spiller en avgjørende rolle for elgens kroppsmasse, men at lokale variasjoner kan moderere effekten av vær og klima. Den generelle trenden i våre data var at varmere vår- og sommersesonger i gjennomsnitt også var tørrere, og gjennomsnittstemperaturene har økt i de senere årene. Ifølge (Herfindal et al., 2020) er temperatur mer romlig synkronisert enn nedbør, noe som forklarer hvorfor temperatur har en sterkere felles effekt på unge elg i ulike områder. Samtidig påvirker temperatur både forekomsten av flått og starten på vekstsesongen, slik at elgens næringstilgang og parasittpress kan variere med lokalklimaet. For eksempel viser Herfindal et al. (2006) at kjølige, langstrukne vårforhold fremmer bedre kroppsmasse om høsten, mens varme somre kan ha en negativ innvirkning – særlig i nord (Sæther, 1985). Van Beest og Milner (2013) fant at elg som aktivt veksler mellom ung suksesjonsskog (til beiting i kjøligere perioder) og moden barskog (termisk skjul i varmere perioder), øker kroppsmassen om sommeren og mister mindre vekt om vinteren. Varmere og tørrere vårer fører til lavere kalvevekter hos svenske elger og redusert rekruttering året etter (Holmes et al., 2021). Holmes et al. (2023) påpeker dessuten at et stort antall dager over 20 °C om sommeren kan ha en sterkere negativ effekt på elgkalver enn gjennomsnittstemperaturen alene. Dette kan blant annet skyldes økt varmebelastning og høyere flåttaktivitet, som begge kan svekke kalvenes tilvekst. Likevel kan geografiske forskjeller i klima, vegetasjon og bestandstetthet redusere en eventuell synkronisering på landsbasis. Fremover blir det derfor viktig å forstå hvordan temperatur, nedbør og parasittforekomst samhandler med lokale beiteressurser for å forklare variasjoner i elgens kroppsmasse.

Hva bestemmer kalvingdatoer

Det er få studier som undersøker effektene av omgivelsestemperatur på reproduksjon og hos frittlevende dyr, spesielt for arter som beveger seg over store områder. Mens noen studier har vist akutte effekter av termisk stress, inkludert katastrofale populasjonsnedganger, endret tidspunkt for paring og endret reproduksjonsutbytte hos ektotermiske dyr og fugler (Elmore et al., 2017), finnes det få studier som undersøker effektene av termisk stress på tidspunktet for reproduksjon i ville populasjoner av store pattedyr. Som andre planteetere, er fruktbarhet og kroppstilstand nært knyttet hos elg (Sand et al., 1996). Termiske forhold påvirker habitatutnyttelse, og dermed kroppstilstand (van Beest and Milner, 2013), noe som antyder mulige indirekte konsekvenser av økt omgivelsestemperatur på populasjonsdynamikk.

Korrelasjon mellom drivere

Nedgangen i slaktevekter hos elgkalv i Norge er et komplekst problem preget av mange faktorer. Denne kompleksiteten skyldes de intrikate sammenhengene mellom miljømessige, biologiske og forvaltningsrelaterte variabler, som påvirker hverandre både direkte og indirekte. Klimaendringer

påvirker ikke bare elgen direkte gjennom høyere temperatur, men også indirekte ved endringer av vegetasjonens fenologi og kvalitet (Holmes et al., 2023; Thompson et al., 2020). Disse endringene påvirker på sin side tilgjengeligheten av beite og beitets næringsverdi, noe som er avgjørende for kalvenes vekst og utvikling (Herfindal et al., 2006). Videre kan høye sommertemperaturer føre til en økt flåttforekomst, noe som igjen kan kobles til parasittbelastning som kan svekke kalvenes helse og vekst ytterligere (DeCesare et al., 2024). Forholdet mellom breddegrad, vekstsesong og kalvenes kroppsvekt illustrerer denne gjensidige påvirkningen. Overraskende nok kan en kortere vekstsesong i nordligere områder faktisk være gunstig for kalvenes vekst, muligens på grunn av en høyere beitekvalitet som følge av kjøligere somre (Neumann et al., 2020). Bestandsfaktorer som tetthet og alderssammensetning som baserer seg på jaktdata, kan påvirke konkurransen om ressurser, og dermed kalvevektene. Disse faktorene styres igjen av forvaltningsbeslutninger basert på bestandsestimater som kan påvirkes av miljøforhold og observasjonsfeil (Solberg et al., 2006). Denne gjensidige påvirkningen innebærer at endringer i én faktor kan utløse ringvirkninger på flere andre, noe som gjør det vanskelig å skille mellom årsak- og virkningsforhold og å identifisere hvilke effekter som er direkte eller indirekte. Dette understreker igjen behovet for omfattende, helhetlige tilnærminger innen både forskning og forvaltning for å møte denne utfordringen på en effektiv måte.

Diskusjon på fylkesbasis

Agder

Elgens slaktevekter var lavest i Agder, og Agder var også fylket som opplevde den mest dramatiske nedgangen i slaktevekter, med en reduksjon på 13 – 35.5 % over den 37 år lange perioden. Slaktevekter hos elgkalver og ungdyr hadde allerede nedadgående trender fra1965 til 1986 (Solberg et al., 2006). Elgkalver i de sørlige kommunene i Agder var lettere enn kalver i de mer nordlige kommunene, og effekten forsterket seg over tid. Dette indikerer at det ikke bare er en breddegradseffekt, som for eksempel er knyttet til flåttforekomst og temperatur, men at disse miljøfaktorene kan ha endret seg over de siste tre tiårene. Dette kan ha gjort forholdene i de sørlige kommunene i Agder enda mindre gunstige. Høyere breddegrader var også assosiert med en større andel fjellskog og en senere start på vekstsesongen, samt redusert forekomst av flått sammenlignet med kommuner lengre sør i Agder. Den senere starten på vekstsesongen i de nordligere kommunene, sammenlignet med de sørlige, bidrar til god fôrkvalitet over en lengre periode, noe som er spesielt gunstig for kalver og reproduserende elgkyr ettersom kvalitet ser ut til å være viktigere enn kvantitet (Pettorelli et al., 2007). Sørlige kommuner i Agder har en høyere forekomst av flått, noe som kan føre til flåttbårne sykdommer som igjen kan påvirke elgens slaktevekter (Ražanskė et al., 2021). Samtidig har det etablert seg en stor hjortebestand i Agder: I hjortevilregisteret er det registrert 1832 felte hjorter i 2024 mot 264 i 2014.

Akershus

Slaktevektene til elgkalver gikk ned med omtrent 9 % over en periode på 23 år, mens vektene til voksne elgkyr forble stabile. Nedgangen i kalvevekter i de senere årene var knyttet til varmere temperaturer. Sæther (1985) fant at klimavariasjoner forklarte en betydelig andel av variasjonen i observerte elgslaktevekter i Norge. Lavere slaktevekter for elg i de nordligere områdene i Akershus var knyttet til varmere somre, mens vinterforhold (snørike og kalde vintre) hadde en negativ effekt på slaktevektene i de sørlige områdene. Klimatiske forhold om våren og sommeren kan påvirke både kvaliteten og mengden av tilgjengelig føde (Klein, 1965; Pettorelli et al., 2007), noe som igjen påvirker økningen i kroppsvekt (Sæther 1985). I tillegg er lavere temperaturer i vekstsesongen assosiert med tyngre kalver, noe som antyder at kjøligere somre kan være mer optimale for elgbestandene (Holmes et al., 2023). Som i mange andre fylker kunne vi se en nord-sør-gradient i Akershus, der de nordlige kommunene hadde en lavere flåttforekomst og en senere start på vekstsesongen. De nordlige kommunene var imidlertid ikke nødvendigvis sterkt knyttet til tyngre elgkalver. Vår deskriptive undersøkelse for årene 2016–2023 indikerer at noen av kommunene i Akershus med de høyeste slaktevektene for både kalver og voksne kyr lå innenfor ulvesonen. Det kan indikere potensielle tetthetsavhengige effekter, der jakt og predasjon har additive effekter på elgbestanden, noe som igjen kan ha en positiv effekt på kroppsvekten til de gjenværende individene gjennom redusert konkurranse om ressurser (Keech et al., 2011). Sæther et al. (1996) har imidlertid funnet at negative tetthetsavhengige effekter (dvs. mindre kalver på grunn av høy tetthet) vanligvis bare oppstår når bestandene når spesielt høye nivåer. En bedre forklaring er kanskje at ulver i Skandinavia tar i hovedsak kalver (Ausilio et al., 2022; Sand et al., 2008). Kuer som mister kalven tidlig på grunn av predasjon, kan bygge opp reserver og produsere tyngre kalver året etter. Sammenhengen mellom forekomst av ulv (og bjørn) og større kalver er midlertidig mye tydeligere i Innlandet sammenlignet med Akershus.

Buskerud

Elgens slaktevekter i Buskerud har gått ned med 7 – 13 % i løpet av den 31-årige tidsperioden for denne studien. Elg i nordligere kommuner i Buskerud var generelt tyngre enn i kommuner lenger sør. Nordligere breddegrader var også assosiert med en høyere andel fjellskog og senere start på vekstsesongen, en lavere gjennomsnittlig vår- og sommertemperatur og lavere flåttforekomst sammenlignet med kommuner lenger sør i Buskerud. Den senere starten på vekstsesongen i de nordligste delene i fylket fører til bedre fôrkvalitet i lengre perioder, noe som er gunstig for spesielt kalver og reproduserende elgkyr, da kvalitet ser ut til å være viktigere enn kvantitet (Pettorelli et al., 2007). Høyere flåttforekomst i de sørlige kommunene kan føre til en økning i forekomsten av flåttbårne sykdommer, noe som er en potensiell faktor for lave kalvevekter (Ražanskė et al., 2021). I de senere år har slaktevektene av elg ikke bare gått ned, men generelt sett har det blitt observert og skutt mindre elg i fylket. Dette er det motsatte av hva man ville forvente fra tetthetsavhengige

effekter og understreker den potensielle interaksjonen mellom tetthet-avhengighet og klimatiske forhold.

Innlandet

Elgens slaktevekter i Innlandet har gått ned med 6 – 11 % i løpet av den 32-årige perioden for denne studien. Reduksjonen var avhengig av aldersgruppe. Vi fant en markant nord-sør gradient i fylket, der elgene i hovedsak var tyngre i de mer nordlige kommunene. Disse kommunene hadde også mer fjellbjørkeskog og gjennomgående lavere vår- og sommertemperaturer sammenlignet med kommuner lengre sør i fylket. Dette sammenfaller også med en senere start på vekstsesongen og en kjølig sommer som av tidligere forskning har blitt påpekt viktig for store kalver. I tillegg er det ingen flåttforekomst av betydning over 450 m.o.h. De tyngste kalvene i de senere årene (2016-2023) ble imidlertid funnet i kommuner som lå innenfor ulvesonen og spesielt der det er stabilt forekomst av bjørn. Det kan indikere potensielle tetthetsavhengige effekter, der jakt og predasjon har additive effekter på elgbestanden, noe som igjen kan ha en positiv effekt på kroppsvekten til de gjenværende individene gjennom redusert konkurranse om ressurser (Keech et al., 2011). Sæther et al. (1996) har imidlertid funnet at negative tetthetsavhengige effekter (dvs. mindre kalver på grunn av høy tetthet) vanligvis bare oppstår når bestandene når spesielt høye nivåer. En bedre forklaring er kanskje at ulver i Skandinavia tar i hovedsak kalver (Ausilio et al., 2022; Sand et al., 2008), er det bjørn i tillegg blir det enda høyere predasjonstrykk på kalver (Tallian et al., 2021). Kuer som mister kalven tidlig på grunn av predasjon, kan bygge opp reserver og produsere tyngre kalver året etter.

Oslo

Som forventet hadde vi færrest rapporterte felte elg i byfylket Oslo. Likevel kunne vi observere en reduksjon i slaktevekter på 14–25,7 % i alle alderskategorier i perioden 1999–2023. Lettere elgkalver var også assosiert med en generell nedadgående trend i elgtetthetsparametere, som sett og skutt elg. At elgens slaktevekter synker til tross for en nedgang i elgtetthet kan virke motstridende sett fra et tetthetsavhengig perspektiv (Herfindal et al., 2006; Sand et al., 1996). Den samtidige sammenhengen mellom varme temperaturer, tørrere somre og en økning i sett kalv per ku samt andelen varme dager i de senere år kan imidlertid antyde mindre optimale klimatiske forhold i nyere tid. En høyere andel sett kalv per ku kan indikere mer gunstige nærings- og klimatiske forhold, da dette støtter vellykket drektighet, kalving og kalveoverlevelse (Holmes et al., 2023). En nedgang i andelen sett kalv per ku kan derimot indikere langsiktige miljøendringer, inkludert en forringelse av habitatet og klimatiske forhold (Tallian et al., 2021). Forholdet mellom andelen sett kalv per ku og tetthetsavhengighet i skandinaviske elgbestander er komplekst og kan variere avhengig av den spesifikke bestanden og miljøforholdene. I enkelte svenske bestander synker andelen sett kalv per ku etter hvert som elgtettheten øker (Tallian et al., 2021). Grøtan et al. (2009) fant for norske

elgbestander at det var like sannsynlig at rekrutteringsraten var positivt og negativt tetthetsavhengig, det vil si at rekrutteringen øker eller minker med lokal bestandstetthet.

Trøndelag

Trøndelag var annerledes enn de andre fylkene ved at vi ikke observerte en typisk nord-sør-gradient, men heller en kyst-innlandsgradient for elgkalvvektene. Imidlertid avtok kalvevektene i Trøndelag, slik som i de andre fylkene, med 9–11 % over tidsperioden. Videre var kalvvektene negativt korrelert med flåttforekomst. Flåttforekomsten var høyest i kystkommunene, som er preget av et typisk kystklima med en lavere andel fjellskog og en tidligere start på vekstsesongen, sammenlignet med innlandskommunene. Høy flåttforekomst kan føre til flåttbårne sykdommer, noe som har vist seg å påvirke kalvevekter negativt (Ražanskė et al., 2021). En tidligere start på vekstsesongen er assosiert med tidlig tilgang på næringsrik mat av høy kvalitet. Men tilgang til mat med høy kvalitet opprettholdes ikke gjennom hele sesongen, noe som understreker at kvalitet er viktigere enn mengde (Holmes et al., 2023, Pettorelli et al., 2007). Videre ble flere elger observert og skutt i varme og tørre år, noe som kan indikere at værforhold påvirker jegerinnsatsen.

Østfold

I Østfold observerte vi en dramatisk nedgang i elgvektene, særlig blant elgkalver, i perioden 2002–2023. Analysene våre avdekket en nord-sør-gradient, med høyere slaktevekter i de nordlige kommunene enn de i de sørlige. De nordlige kommunene var også preget av lavere flåttforekomst. Ettersom ingen områder i Østfold ligger over 700 meter, forelå det ingen tilgang til fjellskog. Dette kan få konsekvenser for elgenes romlige tilpasning og utnyttelse av tilgjengelig habitat under varierende klimatiske forhold. En høyere flåttforekomst i de sørlige kommunene kan medføre flåttbårne sykdommer, noe som tidligere har vist seg å påvirke elgvektene negativt (Ražanskė et al., 2021). Alle kommunene er innenfor ulvesonen, noe som er assosiert med tyngre kalver i Innlandet og Akershus.

Konklusjon

Det er en generell trend for synkende slaktevekter hos elg i alle analyserte fylker, og for både kalver, ungdyr og voksne kyr. Denne trenden har pågått over lang tid og over et stort geografisk område, noe som indikerer at det kan være vanskelig å snu. Framtidens elgforvaltning bør muligens skifte fokus fra en ressurs-orientert mot en mer bevaringsorientert forvaltning, særlig sør i landet. Med dette mener vi at forvaltningsmålet blir rettet til en frisk og motstandsdyktig populasjon, en aldersstruktur som imiterer en naturlig situasjon og at elgene har tilgang på godt habitat.

Vi identifiserte flere faktorer som potensielle drivere for nedgangen i slaktevekter hos elg, men på grunn av flere korrelasjoner mellom faktorene var det ikke mulig å fastslå hvilken enkeltfaktor som effektivt driver nedgangen. Å identifisere disse korrelasjonene er en prioritet for fremtidig forskning. Videre ser vi to muligheter: 1.) større skala: Sammenligne et større område inklusive Sverige og nordlige deler av Norge med målet å definere elgens økologiske nisje. Det ville gi muligheter til å definere framtidige kjerneområder. 2.) mindre skala: Sammenligne forvaltningsmodeller på en avgrenset geografisk skala med muligheten til å definere tiltak som fører til økte slaktevekter på regionalt nivå.

Del 2: Hvordan henger sommerbeite før, under og etter kalvingsperioden sammen med plantenes utvikling?

Bakgrunn

I vintermånedene beiter elgene hovedsakelig på kvister fra trær og busker (Cederlund et al., 1980), som er mindre næringsrike enn vår- og sommerbeite. I løpet av våren, når plantene begynner å spire, øker næringsinnholdet i plantene (Holmes et al., 2023).

Under kalvingsperioden, når elgkuer begynner å laktere, har de et stort energibehov (Clutton-Brock, 1991; Sand, 1996). For å dekke dette energibehovet, bør kalvingstidspunktene og bladutviklingen hos planter sammenfalle, da plantene er mest næringsrike tidlig på våren.

Temperaturen kan også ha en effekt på plantenes kvalitet. Kvaliteten av plantene er lavere når det er høye temperaturer (Holmes et al., 2023; Lenart et al., 2002). Videre har det blitt funnet at temperaturene om sommeren og senvinteren kan påvirke kalvevektene (Herfindal et al., 2020).

Klimaendringer kan derfor ha potensielle konsekvenser for elgene, ettersom det kan påvirke vekstsyklusene til planter (Chmielewski and Rötzer, 2001) og dermed også når de mest næringsrike plantene er tilgjengelige. Hvis våren kommer tidligere på grunn av klimaendringer, vil dette kunne føre til en mismatch mellom tidspunktet når kalvene fødes og elgene har størst behov for energi, og når plantene er mest næringsrike. Siden vi vet at elgene velger planter for å oppnå en næringsbalanse (Felton et al., 2016; Spitzer et al., 2024), kan det være viktig at de riktige plantene er tilgjengelige på riktig tidspunkt.

Derfor var målet å svare på de følgende spørsmålene:

- Når blir kalvene født i forhold til plantefenologien?
- Hva beiter elgene på i vårperioden (før og etter kalving)?

Metode

Data

I prosjektet «Elg i endring» ble GPS-halsbånd utstyrt med kameraer benyttet på elger for datainnsamling i Finnskogen-regionen i Innlandet fylke. Fra 2020 til 2023 ble det samlet inn videodata for totalt 11 år (elgår) fra 6 elger (Tabell 1). Kameraene tok opp 20 sekunder lange videoer, cirka annenhver time, mens det var daglys. Noen av videoene var kortere enn 20 sekunder. Vi brukte videoene til å først finne kalvingsdatoene, og deretter se på plantefenologien før og etter kalvingen.

Hele analysen samt generering av figurer ble utført i R, versjon 4.4.1 (R Core Team, 2024).

Tabell 1: *Oversikt over elgene (Elg ID) i de forskjellige år, som hadde et GPS-halsbånd utstyrt med kamera.*

År	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**
Elg ID	E2001	E2102	E2001	E2001
	E2002	E2103	E2108	E2108
	E2003		E2003	E2003

Kalvingsdatoer

For å identifisere kalvingsdatoene, analyserte vi videoene fra 15. mars og frem til vi først observerte en kalv. Datoen av videoen der kalven først ble sett, ble brukt som kalvingsdato.

For å vurdere om kalvingsdatoene av elgene med GPS-halsbånd utstyrt med kameraer er representative for populasjonen, brukte vi i tillegg GPS-data fra elger i årene 2018-2023 for å finne kalvingsdatoer. Vi brukte samme metode som er beskrevet i Ausilio et al. (2023). I analysen inkluderte vi kun kalvingsdatoene som vi var sikre på at vi har estimert riktig.

Vi brukte en Wilcoxon-test for å bestemme om det er en signifikant forskjell mellom kalvingsdatoene fra videoene og kalvingsdatoene fra GPS-data i de ulike årene. Vi gjorde dette for å undersøke om kalvingsdatoene som vi estimerte ved hjelp av videoene, er representative.

Plantefenologi

For å identifisere plantene og plantefenologien, analyserte vi videoene for alle elgene i samme tidsrom (01.05 til 10.06), for å kunne sammenligne resultatene. For elgen E2108 i 2022 manglet vi videoene fra 01. og 02.05.

Vi fokuserte på videoene der elgene beitet på planter. Det er på grunn av at det gir en bedre innsikt i hvilke habitater elgene velger under beiting, og det blir lettere å identifisere både plantene og plantefenologien når kameraet er nærmere plantene.

Vi registrerte tilstedeværelsen av planter i tresjikt, busksjikt og feltsjikt. Vi fokuserte på plantene som var nærmest kameraet og som var godt synlige i videoen. I disse videoene registrerte vi hvilken planter elgene beiter på. Ved usikkerhet rundt identifikasjon av planter på grunn av dårlig videokvalitet, ble de registrert som «Ukjent urt», «Ukjent dvergbusk» eller «Ukjent løvtre».

Videre bestemte vi plantefenologien for de artene elgen beitet mest på; bjørk (*Betula* spp.), selje og vier (*Salix* spp.), blåbær (*V. myrtillus*) og graminoider, dvs. gress og andre enfrøbladete planter.

Plantefenologien for bjørk, selje og blåbær ble kategorisert som følgende:

- Knopper (0): Alle plantene av en art hadde knopper.

- Delvis (0,5): Det var enten en blanding av knopper og blader, eller knoppene hadde begynt å spire (av en art).
- Full/blad (1): Alle plantene av en art hadde fult utsprungne blader.

Fenologien for graminoider ble kategorisert som:

- Brun (0): Alt var brunt, eller de grønne graminoider utgjorde opp til 33%.
- Blanding (0,5): Grønne graminoider utgjorde mellom 33 - 66%.
- Grønn (1): Grønne graminoider utgjorde mer en 66 %.

Plantefenologien i forhold til kalvingsdatoen

For å sammenligne kalvingsdatoene med plantefenologien, fokuserte vi på hovedartene *Betula* spp., *Salix* spp., *V. myrtillus* og graminoider. Vi visualiserte plantefenologien (andel utsprunget) per dato, for å se hvor kalvingsdatoene ligger i forhold til plantefenologien. Dette ble visualisert per år og per elgår.

Videre beregnet vi antall dager mellom kalvingsdato og dagen da alle bladene har sprunget fult ut. For å bestemme denne dagen, måtte bladene ha sprunget fult ut på alle videoene per dag og alle påfølgende dager.

For å finne ut om det er en signifikant forskjell i plantefenologi mellom de forskjellige årene og artene, brukte vi en generalisert lineær mikset modell (GLMM). Antall dager mellom kalvingsdato og «fult utsprunget» ble brukt som avhengig variabel, og variablene år og art som uavhengige variabler. Vi inkluderte også en tilfeldig effekt for å ta hensyn til individuell variasjon blant elgene.

Diett

Videre analyserte vi elgens diett og fordelingen av hva de beiter på. Vi beregnet prosentandelen av hva de beitet på for hvert år. Dette gjorde vi i tillegg for før og etter kalving, for å undersøke potensielle forskjeller mellom disse periodene. For å bedre visualisere prosentandelene, kategoriserte vi plantene som ble beitet på mindre enn 2% som «Annet». En oversikt over de vitenskapelige navene og populærnavnene av plantene som ble beitet på finnes i vedlegget (Tabell A4).

Diett i forhold til plantefenologien

Vi ville undersøke om noen av hovedartene ble beitet på mer eller mindre avhengig av andelen av plantene som har utsprungne blader. Vi visualiserte dette i en figur som viste prosentandelen beitet på mot plantefenologien. Prosentandelen og plantefenologien ble beregnet per år.

Resultater

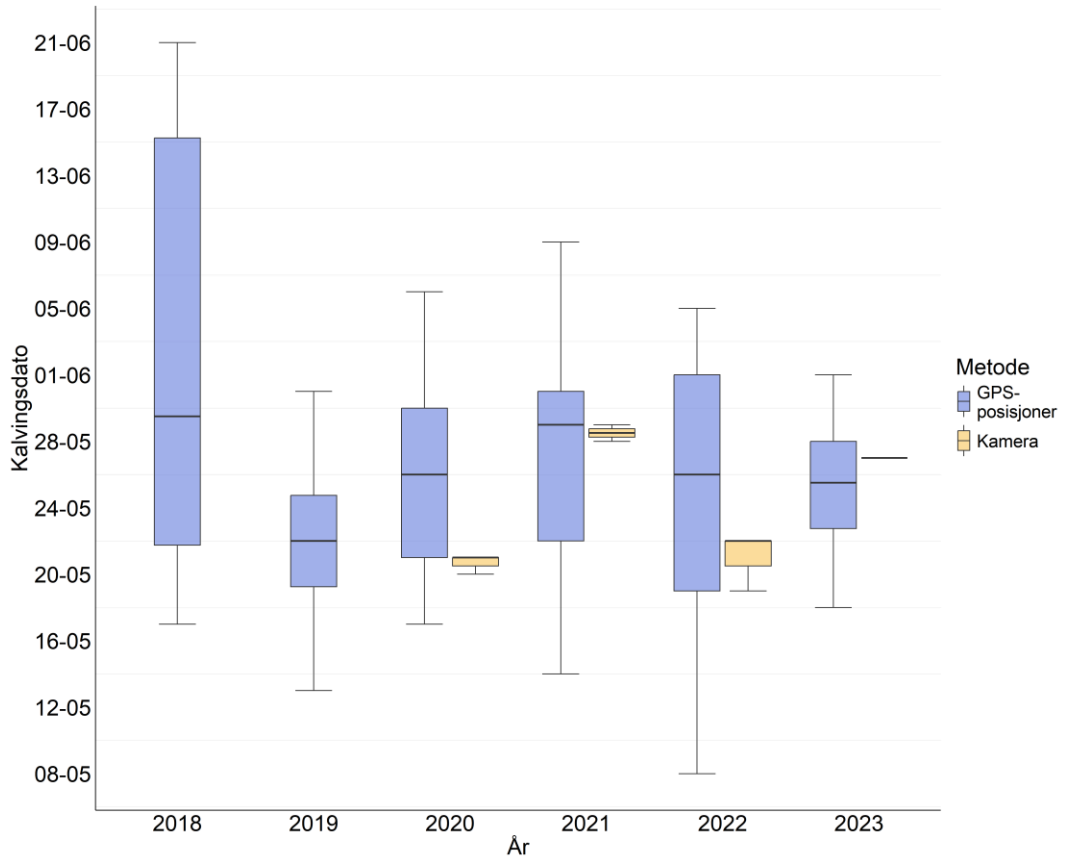
Kalvingsdatoer

Vi identifiserte totalt 9 kalvingsdatoer fra 2020 til 2023 ved hjelp av videoene (Figur D1). For elgene E2108 og E2003 i 2023, kunne vi imidlertid ikke finne en kalvingsdato (i perioden 01.05 til 31.06), og de ble derfor ikke brukt i analysen.

Kalvingsdatoene (identifisert med videoer) varierte fra 19.05 til 29.05. Gjennomsnittsdatoene per år var som følger: 20.05 i 2020 (n = 3), 28.05 i 2021 (n = 2), 21.05 i 2022 (n = 3) og 27.05 i 2023 (n = 1). De eksakte kalvingsdatoene for hver elg finnes i vedlegget (Tabell A1).

Med hjelp av GPS-posisjoner identifiserte vi i tillegg 105 kalvingsdatoer fra 2018 til 2023. Kalvingsdatoene varierte fra 08.05 til 21.06. Gjennomsnittsdatoene, minimum- og maksimumdato per år var som følger: 02.06 [17.05; 21.06] i 2018 (n = 8), 22.05 [13.05; 31.05] i 2019 (n = 22), 25.05 [17.05; 06.06] i 2020 (n = 23), 27.05 [14.05; 09.06] i 2021 (n = 28), 25.05 [08.05; 05.06] i 2022 (n = 21), 25.05 [18.05; 01.06] i 2023 (n = 12) (vedlegg Tabell A2).

Det var ingen signifikant forskjell mellom kalvingsdatoene estimert med videoene og de estimert med GPS-posisjoner i alle år ($p > 0.05$) (se vedlegg Tabell A3). Dette betyr at de er representative, selv om de estimert med videoene har mindre variasjon på grunn av prøvestørrelsen (Figur 1).



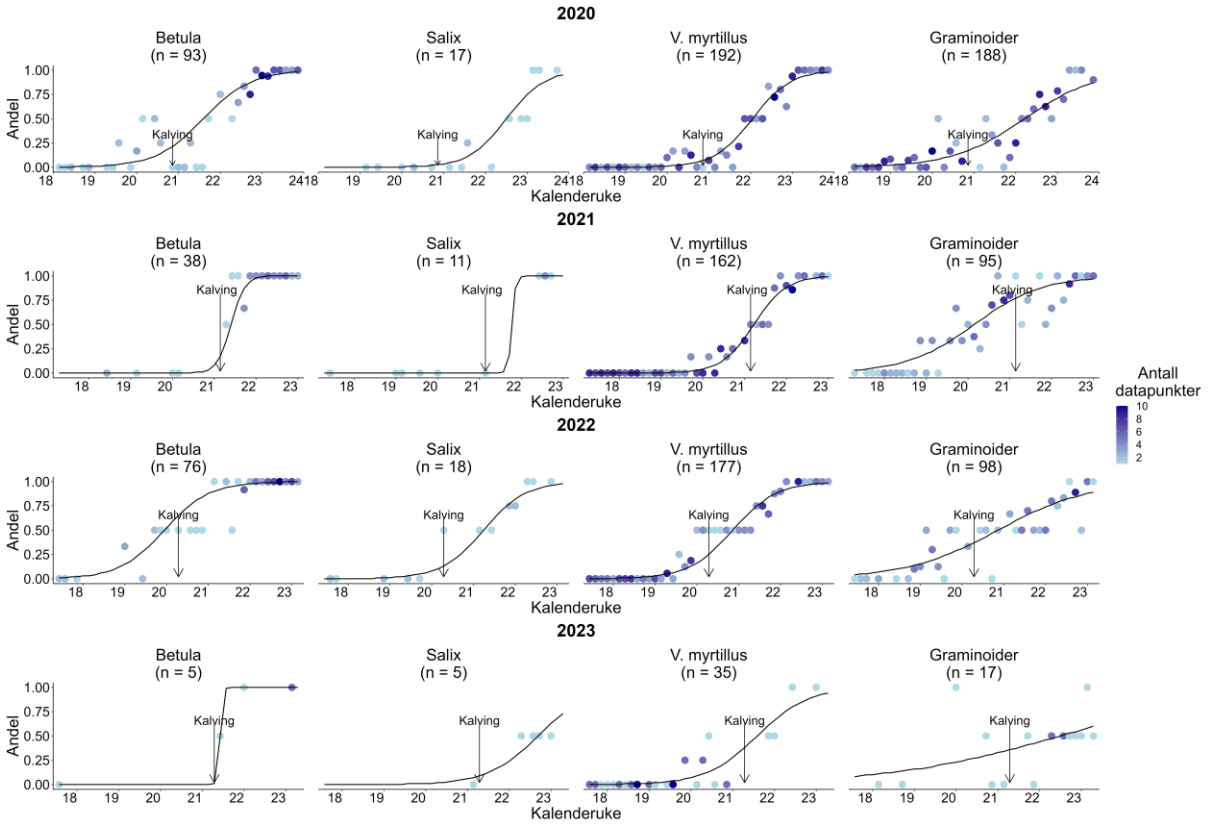
Figur 1: *Kalvingsdatoer for årene 2018 til 2023 for de to forskjellige metodene som vi estimerte kalvingsdatoene med (videoer fra kameraer på GPS-halsbåndene og GPS-posisjonene).*

Plantefenologien i forhold til kalvingsdatoen

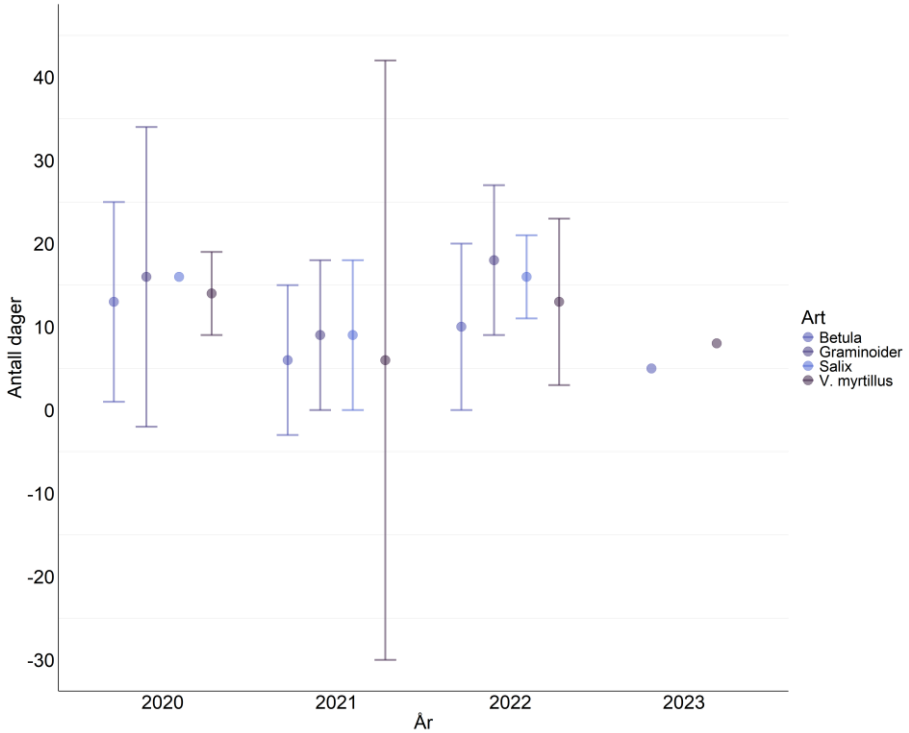
Visualiseringen av kalvingsdatoer i forhold til plantefenologien viser at kalvingsdatoene ligger før bladene har sprunget helt ut (Figur 2). Figurer for hvert år finnes i vedlegget (Figurer B1-B4).

Vi observerte variasjoner i antall dager mellom kalvingsdatoen og datoen da bladene var fult utsprunget, både mellom ulike arter og år (Figur 3). I 2020 og 2022 lå kalvingsdatoen i gjennomsnitt 14 dager før fult utsprunget (2020 - 95% KI: [12;16]; 2022 - 95% KI: [11;17]), mens i 2021 og 2023 var det henholdsvis 7 (95% KI: [5;9]) og 6 dager (95% KI: [-12;24]). Det er en signifikant forskjell i gjennomsnittlig antall dager mellom 2020 og årene 2021 og 2023 ($p < 0{,}001$) (se vedlegg; Tabell B4). Imidlertid fant vi ingen signifikant forskjell mellom 2020 og 2022 ($p > 0{,}05$) (se vedlegg, Tabell B4).

En oversikt over gjennomsnittlig dato når bladene har fult sprunget ut finnes i vedlegget (Tabell B2).



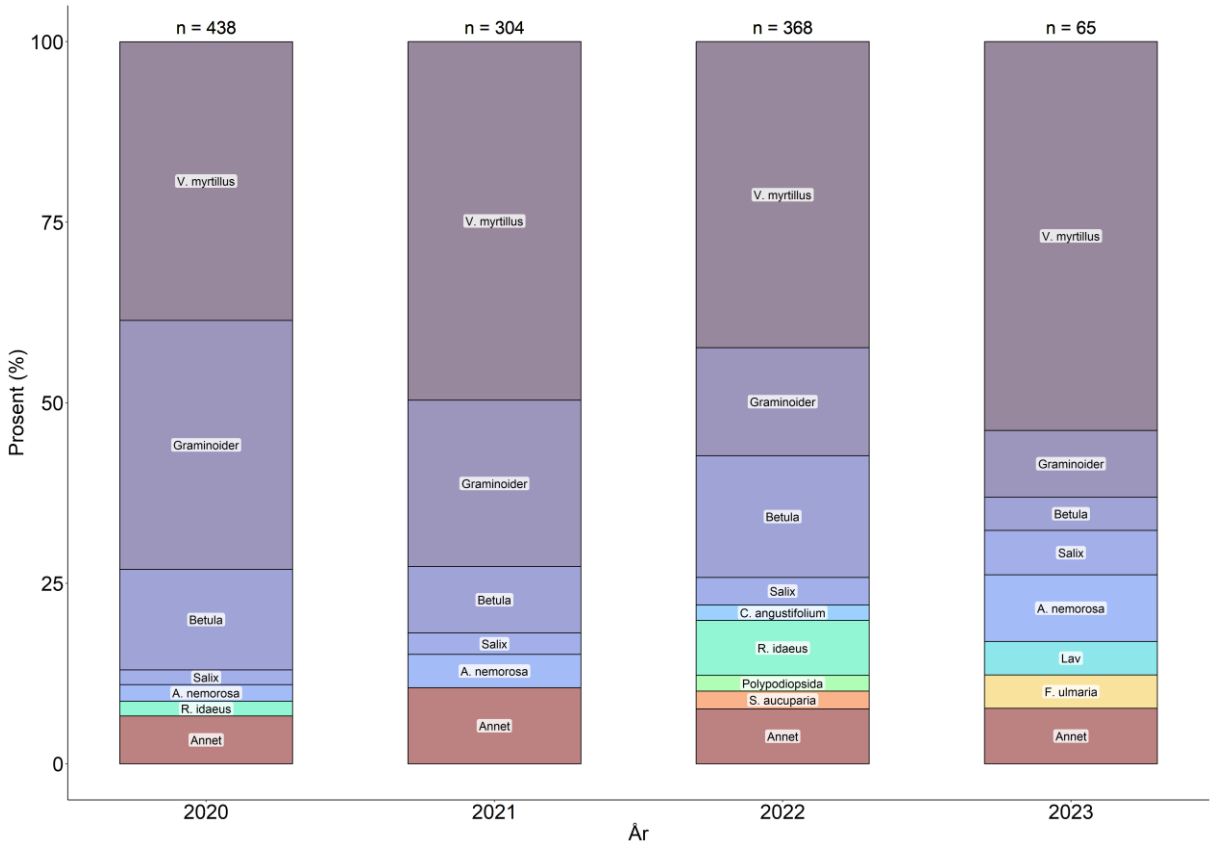
Figur 2: *Andel av plantene som har utsprungne blader (y-akse) for hovedartene Betula spp., Salix spp., V. myrtillus og graminoider per dato (y-akse). Andelen ble predikert fra en generalisert lineær modell. Punktene er gjennomsnittlige verdiene fra den originale datafilen per dato. Fargene indikerer antall datapunkter.*



Figur 3: *Gjennomsnittlig antall dager mellom kalvingsdatoen og datoen bladene har sprunget fult ut med 95% konfidensintervall (y-akse) for de forskjellige år (x-akse) og arter. Konfidensintervaller mangler for de som kun hadde en observasjon per år og art.*

Diett

Under tidsperioden vi analyserte videoene, besto elgens diett mest av *V. myrtillus*, graminoider og *Betula* spp. (Figur D2). Det var imidlertid noen variasjoner i prosentandelen av disse plantene mellom årene (Figur 4). En oversikt over alle artene elgene beitet på er tilgjengelig i vedlegget (Tabell A4).

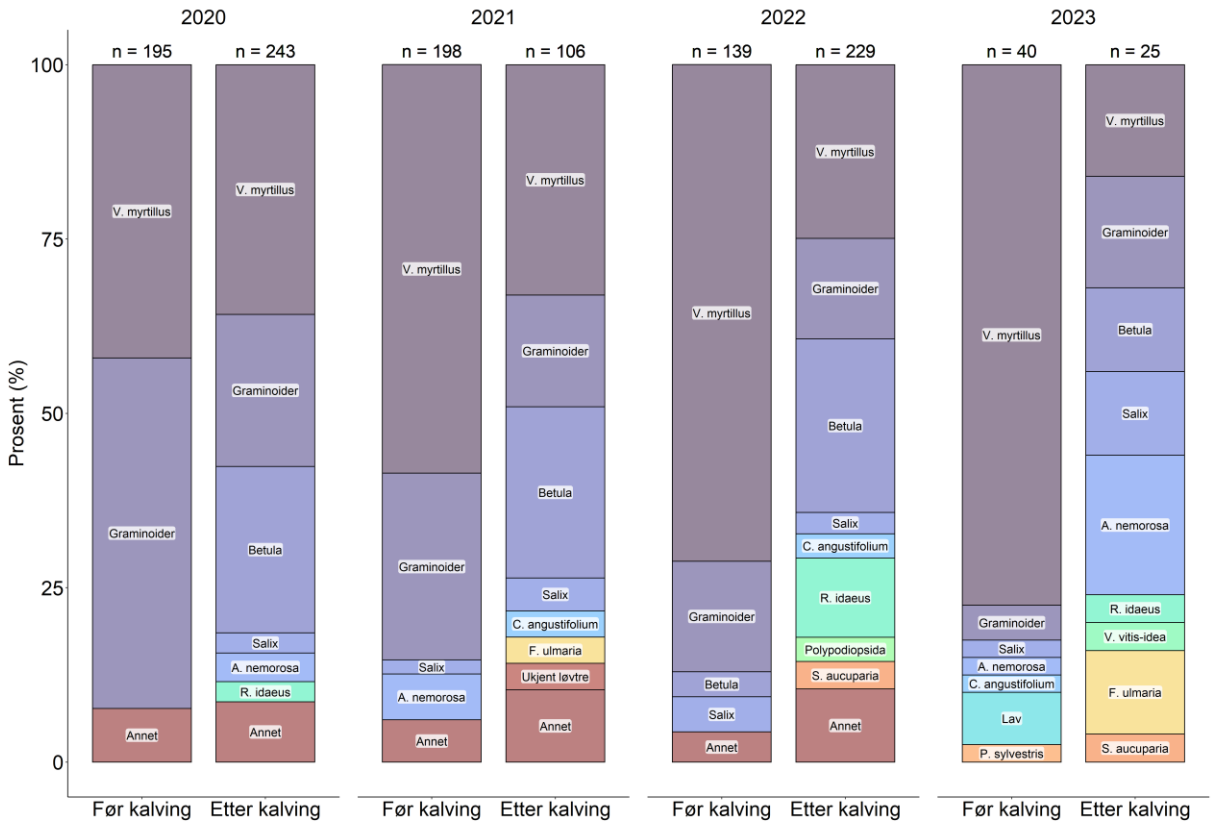


Figur 4: *Prosentandelen av artene som elgen har beitet på (y-akse) per år (x-akse). Plantene som ble beitet på mindre enn 2%, ble kategorisert som «Annet».*

I 2020, dominerte *V. myrtillus* dietten med en prosentandel på 39%, etterfulgt av graminoider med 35%, og *Betula* spp. med 14% (Figur 4). I 2021 økte prosentandelen av *V. myrtillus* til 50%, mens prosentandelen av graminoider og *Betula* spp. minket til henholdsvis 23% og 9% (Figur 4). I 2022 utgjorde *V. myrtillus* 42% av dietten, graminoider 15%, og *Betula* spp. 17% (Figur 4). I 2023 økte prosentandelen av *V. myrtillus* igjen til 54%, mens prosentandelen av graminoider og *Betula* spp. minket til henholdsvis 9% og 5% (Figur 4). Prosentandel per år finnes i vedlegget i Tabell C1. Figurer for prosentandeler per elgår finnes også i vedlegget (Figurer C1- C4).

Når vi deler opp dietten i periodene før og etter kalvingen, er det fortsatt *V. myrtillus* og graminoider som utgjør en stor del av elgens diett (Figur 5). Etter kalvingen minker prosentandelen av *V. myrtillus* i alle årene (Figur 5). Graminoider viser også en reduksjon i prosentandelen etter kalvingen, med unntak av 2023 (Figur 5). For *Betula* spp., er det en økning i prosentandelen etter kalvingen i alle årene (Figur 5). I 2020 og 2021 var prosentandelen av *Betula* spp. før kalvingen under 2% og er derfor kategorisert som «Annet». I 2023, var prosentandelen av *Betula* spp. før kalvingen 0%. Dette tyder på at elgenes diett endrer seg rundt kalvingsperioden. Prosentandel per år og før/etter kalvingen

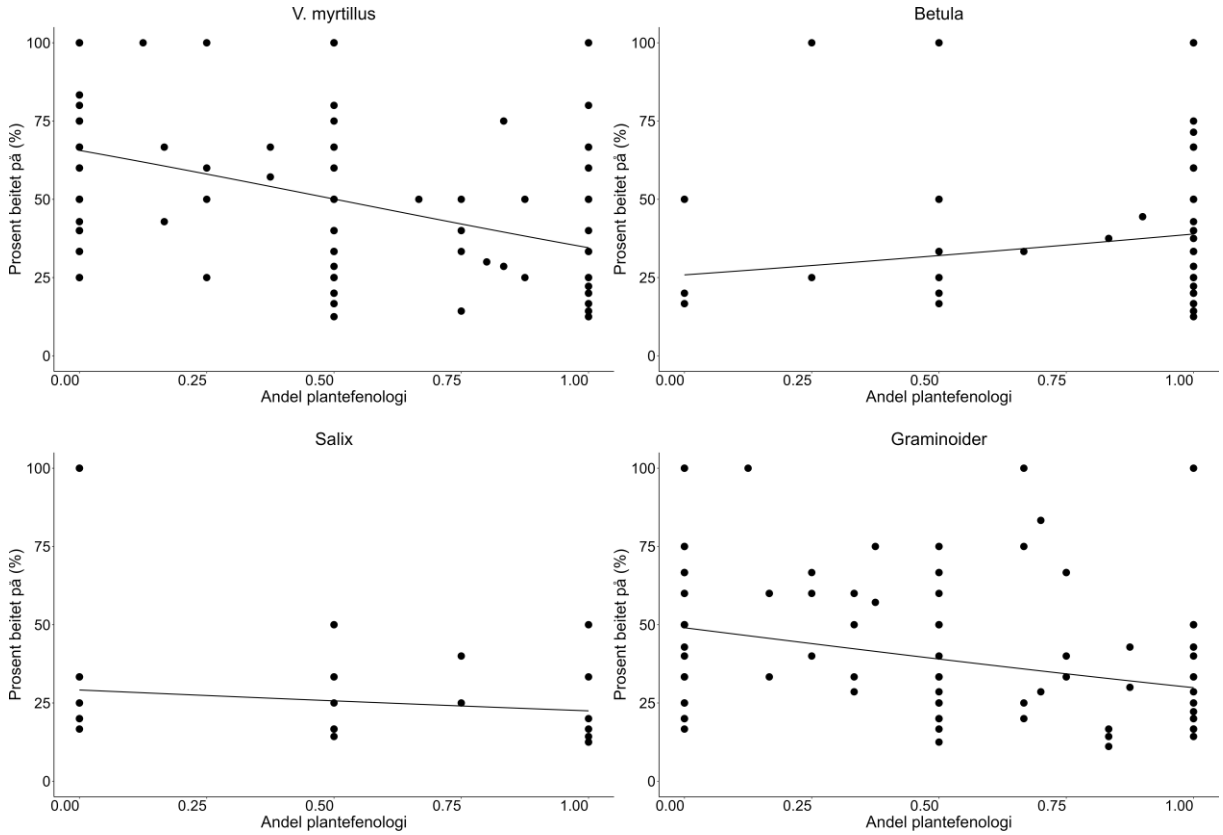
finnes i vedlegget i Tabell C2. Figurer for prosentandeler per elgår og før/etter kalvingen finnes i vedlegget (Figurer C5- C8).



Figur 5: *Prosentandelen av artene som elgen har beitet på (y-akse) før og etter kalvingen (x-akse) i de ulike år. Plantene som ble beitet på mindre enn 2%, ble kategorisert som «Annet».*

Diett i forhold til plantefenologien

Vi fant ingen tydelig mønster når man sammenligner prosentandel av plantene som ble beitet på og plantefenologien (per dato og elgår) for *Betula* spp. og *Salix* spp. (Figur 6). For *Betula* spp. økte prosentandelen beitet på litt med andelen av plantene som har utsprungne blader, mens for *Salix* spp. var det en minimal nedgang (Figur 6). For *V. myrtillus* og graminoider vises det en sterkere nedgang i prosentandelen beitet på med stigende andel av utsprungne blader (Figur 6).



Figur 6: *Prosentandelen av V. myrtillus, Betula spp., Salix spp. og graminoider som elgene beitet på (y-akse), predikert ved hjelp av en GLMM, i forhold til andelen av plantene som har utsprungne blader (x-akse). Punktene er original datapunkter.*

Diskusjon

Denne rapporten undersøkte når kalvene blir født i forhold til plantefenologien og hva elgene beiter på i den perioden av året. Vi fant at kalvingsdatoene i årene 2018 til 2024 varierer betydelig. Elgene med GPS-halsbånd utstyrt med kameraer hadde imidlertid relativt like kalvingsdatoer.

Vi fant at kalvene ble født litt før bladene har sprunget fult ut. Dette betyr at kalvingsdatoen og plantefenologien passer relativt godt sammen. Likevel finnes det en del variasjon, og i noen tilfeller ligger kalvingsdatoen langt før datoene bladene var fult utsprunget. At bladene har sprunget fult ut etter kalvingen, betyr at elgene har tilgang til svært næringsrike planter mens de lakterer. Dette er viktig for elgkuene siden energibehovet under laktasjonen er stort (Clutton-Brock, 1991; Sand, 1998).

Vi observerte variasjon i antall dager mellom kalving og datoen bladene var fult utsprunget. Tidligere studier har vist at kvaliteten på plantene minker gjennom sesongen (Shively et al., 2019). Hvis

kalvene blir født mye tidligere eller senere enn normalt, kan dette eventuelt føre til at næringsinnholdet i plantene er lavere, noe som kan resultere i lavere kalvevekter. Graminoider og *Salix* spp. blader var fult utsprunget litt senere enn for *Betula* spp. og *V. myrtillus*. Dette betyr også at en endring i plantefenologien for noen av dem kan potensielt ha en større betydning for kalvevektene. Disse endringene kan for eksempel skyldes klimaendringer, som kan føre til endringer i vekstsyklusene til planter (Chmielewski & Rötzer, 2001), noe som kan føre til en endret tilgjengelighet av næringsrike planter og kan påvirke kalvevektene.

Vi fant at elgene beitet mest på *Betula* spp., *V. myrtillus* og graminoider. Tidligere studier har vist at elgens diet om sommeren består hovedsakelig av *Betula* spp., *Sorbus aucuparia* og *V. myrtillus* (Wam & Hjeljord, 2010a). Andre har funnet at de beiter hovedsakelig *Salix* spp. og *Betula* spp. om sommeren (Shively et al. 2019). Det ble også funnet at de beiter relativt lite på graminoider (Shively et al., 2019; Spitzer et al., 2024) og at de er ikke godt tilpasset til å fordøye graminoider (Clauss et al., 2010). Derfor var det overraskende at vi fant at elgene beitet relativt mye på graminoider. En forklaring for dette kan være at elgene beiter spesielt mye på graminoider i den tidsperioden vi har studert, hvor lite annen mat er tilgjengelig. Videre er det også forskjeller i hvor godt metoder (f.eks. møkk vs. feltstudier) detekterer ulike planter (Wam & Hjeljord, 2010b), som kan også føre til ulike resultater. Vi observerte at beitingen på graminoider avtok etter kalvingen, noe som tyder på at de beiter på dem kun i en kortvarig periode, før bladene har sprunget ut. Tidligere studier fant at elgene velger plantene for å oppnå riktig næringsbalanse både i sommer og vinter (Felton et al., 2016; Spitzer et al., 2024). Graminoider kan ha en lignende næringsbalanse som *Betula* spp. blader (Spitzer et al., 2024). Derfor kan en forklaring for at elgene beiter mye på graminoider før kalvingen, være at de oppnår næringsbalansen ved å spise graminoider siden *Betula* spp. blader ikke er tilgjengelig enda. Dette passer også sammen med at elgene valgte å beite på grønne blader når de var tilgjengelig. Dette kan også forklare hvorfor beiting på *Betula* spp. øker etter kalvingen, siden bladene er fult utsprunget litt etter kalvingen. Videre ble det også funnet at elgene beiter mer på *Salix* spp. i andre studier enn vi har funnet (Shively et al., 2019). En forklaring kan være at de beiter mer på *Salix* spp. senere i året eller at de egentlig beiter mer på *Salix* spp. enn vi kan se på videoene. Det er imidlertid variasjon mellom årene i hva elgene beiter på, som kan skyldes for eksempel individuelle forskjeller eller forskjellige værforhold og dermed ulike næringsinnhold. En mulighet for å undersøke dette videre, er å undersøke om dietten av elgene med og uten kalv varierer. Videre kunne man undersøke om den trenden vi ser, at noen planter øker i prosentandelen beitet på etter kalvingen og noen minker, fortsetter.

Vi fant ingen tydelige mønstre når vi sammenlignet prosentandelen av plantene elgene beitet på med plantefenologi. Allikevel ser det ut som at prosentandelen beitet på minker med økende plantefenologi for *V. myrtillus*, *Salix* spp., og graminoider, mens den øker for *Betula spp.*. Denne trenden kan ha noe å gjøre med at elgene begynner å beite mer på *Betula* spp. senere om våren, mens de beiter mindre på for eksempel graminoider. Spitzer et al. (2024) har funnet at noen planter

har bedre næringsbalanse for elgen i bladene, mens andre har bedre næringsbalanse i kvistene. Dette kan forklare endringene i elgenes diett, særlig i perioden når plantene får blader.

Studien hadde noen svakheter, blant annet et relativt lavt antall individuelle elger, noe som kan ha påvirket resultatene. I tillegg har vi ikke undersøkt hvilken plantedel elgene beiter på (blader vs. knopper), noe som kunne gitt oss mer innsikt i næringsinnholdet de velger, siden de kan være ulike. Videre er en svakhet at vi kun har et lite utsnitt av hva de beiter på siden vi kun har en video annenhver time. I fremtiden kunne man også undersøke hvordan dietten varierer gjennom året, da dette også kan påvirke hvordan klimaendringer påvirker elgenes kroppskondisjon. Det er også viktig å finne ut hva som bestemmer ovulasjons og kalvingsdatoene og om det er en sammenheng med tidspunktet bladene har sprunget fult ut, for å se om elgene kan tilpasse paring og kalvingsdatoene hvis klimaendringer påvirker plantefenologien.

I konklusjon kan man si at elgkalver ble født én til to uker før de viktigste beiteplantene var fullt utviklet. Det var større variasjon mellom årene i fødselstidspunkt enn i den plantefenologiske utviklingen observert på halsbåndkamera. Dette tyder på at elgene oppsøkte områder der plantene var i optimal utviklingsfase. Som forventet beiter elgene mye på bjørk (Betula spp.), men de beiter mer på gressarter (graminoider) enn vi hadde forventet.

Vedlegg

A. Generell

Tabell A1: *Oversikt over kalvingsdatoer (estimert ved hjelp av videoer) per år og elg. Videre viser tabellen antall videoer med beiting og antall videoer som viser annen adferd.*

År	**Elg ID**	**Kalvings dato**	**Antall videoer (beiting)**	**Antall videoer (annet)**	
2020	E2001	20.05.2020	137	243	
	E2002	21.05.2020	136	242	
	E2003	21.05.2020	104	274	
2021	E2102	29.05.2021	104	277	
	E2103	28.05.2021	153	227	
2022	E2001	19.05.2022	126	254	
	E2003	22.05.2022	125	255	
	E2108	22.05.2022	50	196	
2023	E2001	27.05.2023	57	186	
		Totalt:	992	2154	3146

Tabell A2: *Oversikt over gjennomsnitt, minimum og maksimum kalvingsdato (estimert ved hjelp av rMCPer) for årene 2018-2023.*

År	Gjennomsnitt	Minimum	Maksimum
2018	02.06.2018	17.05.2018	21.06.2018
2019	22.05.2019	13.05.2019	31.05.2019
2020	25.05.2020	17.05.2020	06.06.2020
2021	27.05.2021	14.05.2021	09.06.2021
2022	25.05.2022	08.05.2022	05.06.2022
2023	25.05.2023	18.05.2023	01.06.2023

Tabell A3: *W og p-verdi fra Wilcoxon-test for å bestemme om kalvingsdatoene estimert ved hjelp av kameraer er representative sammenlignet med kalvingsdatoene estimert ved hjelp av GPS-posisjoner for årene 2020-2023.*

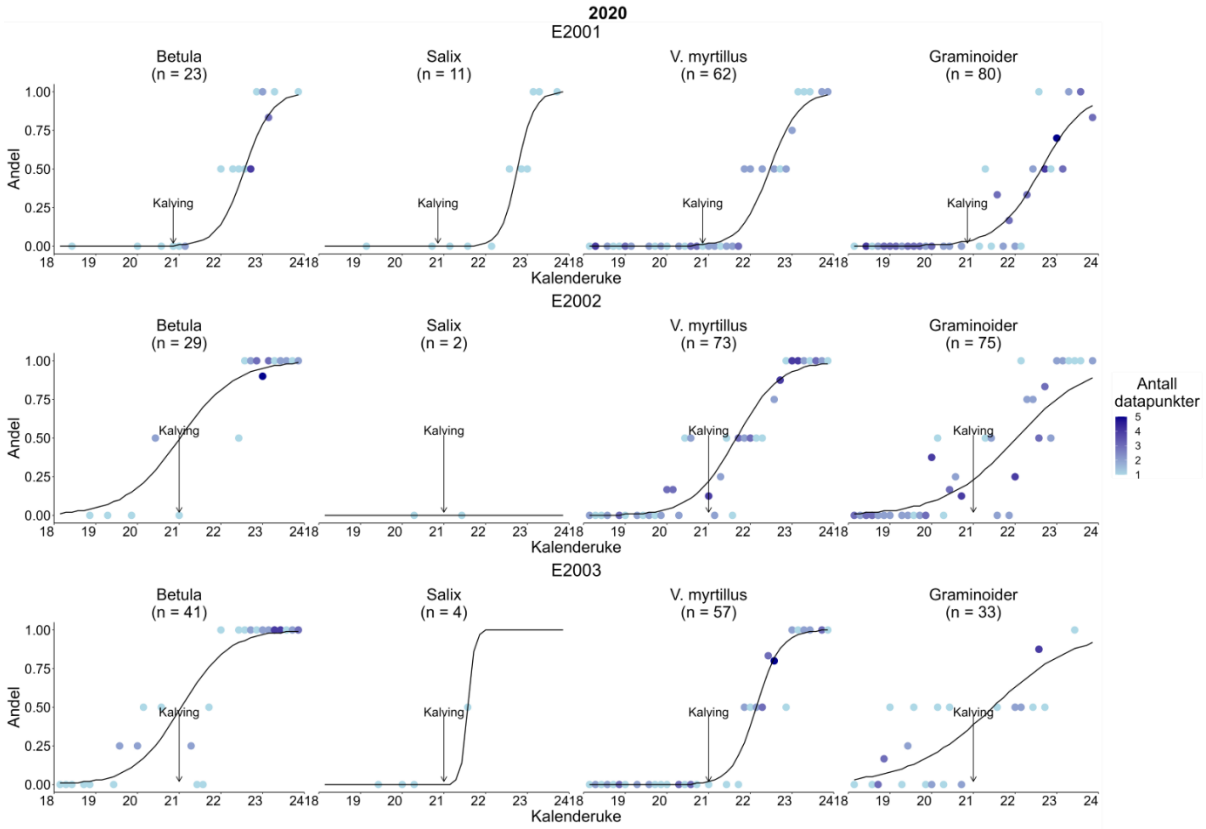
År	W	p-verdi
2020	52	0.18
2021	30	0.88
2022	43	0.35
2023	5	1

Tabell A4: *Oversikt over plantene som elger beitet på, med både vitenskapelige plantenavn og populærnavn.*

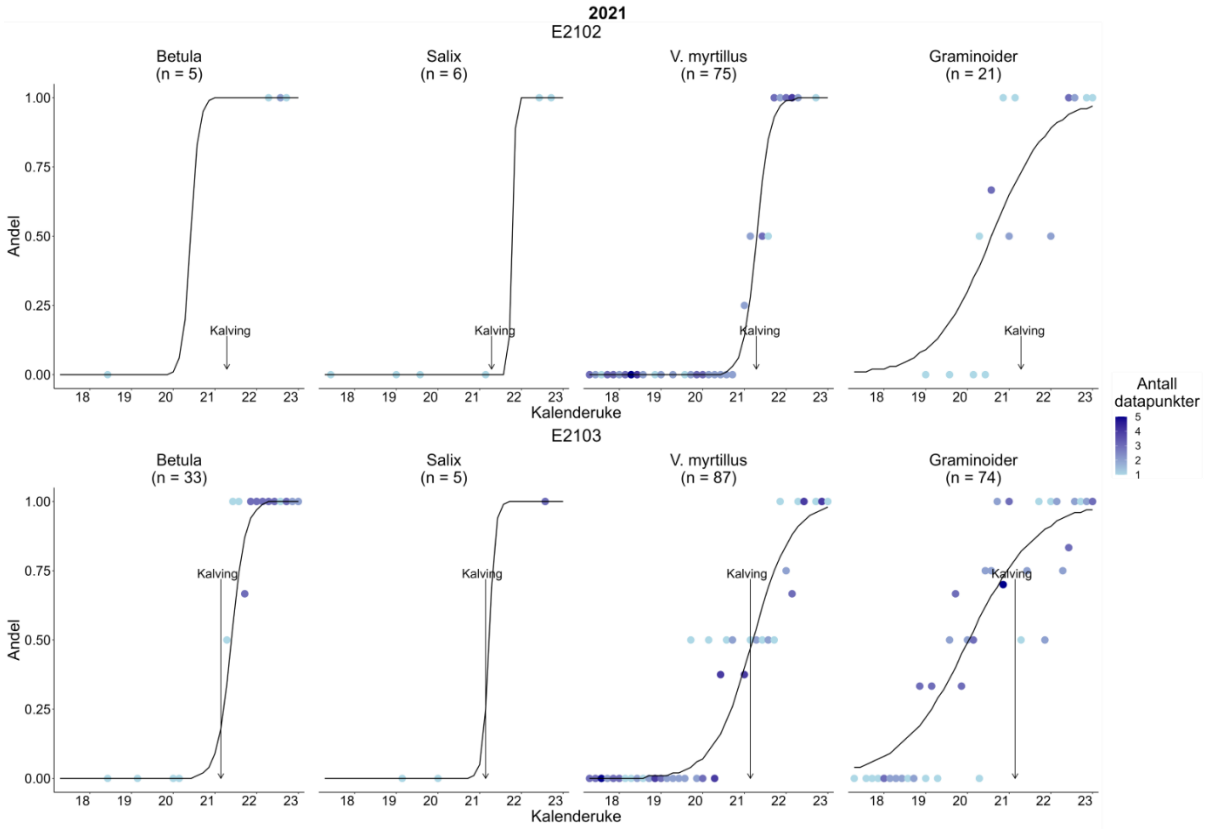
Vitenskapelige navn	Populærnavn
Alnus incana	Gråor
Anemone nemorosa	Hvitveis
Betula nana	Dvergbjørk
Betula spp.	Bjørkeslekta
Chamaenerion angustifolium	Geitrams
Calluna vulgaris	Røsslyng
Equisetum sylvaticum	Skogsnelle
Filipendula ulmaria	Mjødurt
Geranium sylvaticum	Skogstorkenebb
Juniperus	Einerslekta

Lysimachia europaea	Skogstjerne
Linnaea borealis	Linnea
Maianthemum bifolium	Maiblom
Menyanthes trifoliata	Bukkeblad
Oxalis acetosella	Gjøkesyre
Pinus sylvestris	Furu
Populus tremula	Osp
Polypodiopsida	Bregner
Rubus chamaemorus	Molte
Rubus idaeus	Bringebær
Sorbus aucuparia	Rogn
Salix spp.	Vierslekta
Taraxacum spp.	Løvetannslekta
Vaccinium myrtillus	Blåbær
Vaccinium vitis-idaea	Tyttebær
	Graminoider
	Lav
	Ukjent dvergbusk
	Ukjent løvtre
	Ukjent urt

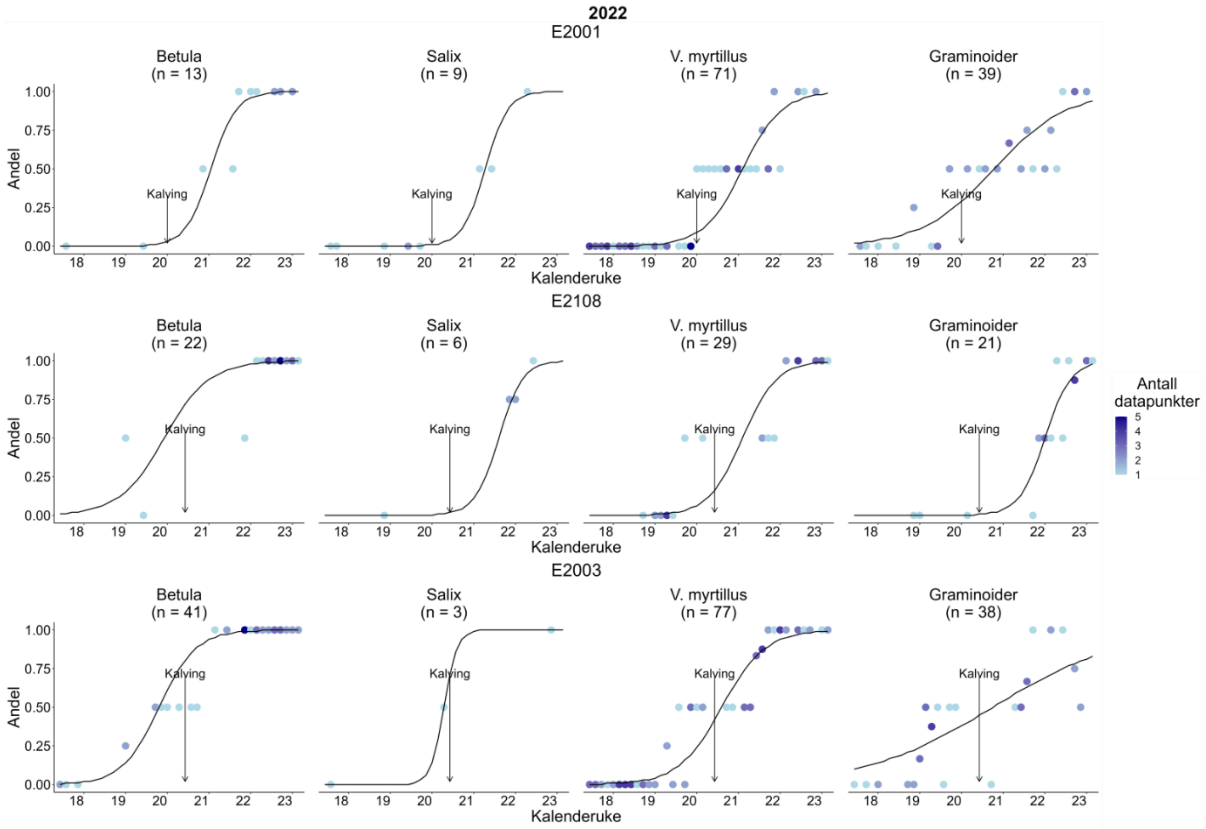
B. Plantefenologien i forhold til kalvingsdato



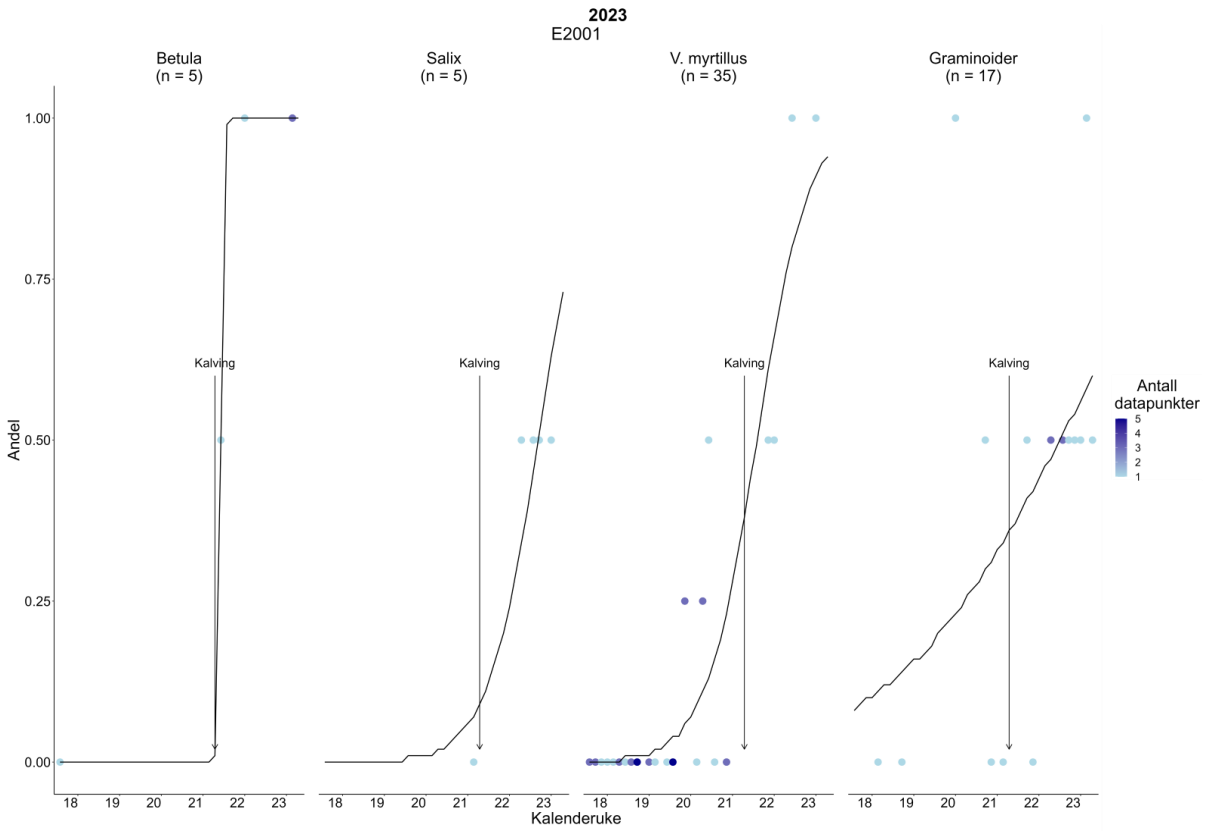
Figur B1: *Andel av plantene som har utsprungne blader (y-akse) for hovedartene Betula* spp.*, Salix* spp.*, V. myrtillus og graminoider per dato (y-akse) i 2020 for elgene E2001, E2002 og E2003. Andelen ble estimert fra en generalisert lineær modell. Punktene er gjennomsnittlige verdiene fra den originale datafilen per dato. Fargene indikerer antall datapunkter.*



Figur B2: *Andel av plantene som har utsprungne blader (y-akse) for hovedartene Betula* spp.*, Salix* spp.*, V. myrtillus og graminoider per dato (y-akse) i 2021 for elgene E2102 og E2103. Andelen ble estimert fra en generalisert lineær modell. Punktene er gjennomsnittlige verdiene fra den originale datafilen per dato. Fargene indikerer antall datapunkter.*



Figur B3: *Andel av plantene som har utsprungne blader (y-akse) for hovedartene Betula* spp.*, Salix* spp.*, V. myrtillus og graminoider per dato (y-akse) i 2022 for elgene E2001, E2108 og E2003. Andelen ble estimert fra en generalisert lineær modell. Punktene er gjennomsnittlige verdiene fra den originale datafilen per dato. Fargene indikerer antall datapunkter.*



Figur B4: *Andel av plantene som har utsprungne blader (y-akse) for hovedartene Betula* spp.*, Salix* spp.*, V. myrtillus og graminoider per dato (y-akse) i 2023 for elgen E2001. Andelen ble estimert fra en generalisert lineær modell. Punktene er gjennomsnittlige verdiene fra den originale datafilen per dato. Fargene indikerer antall datapunkter.*

Tabell B1: *Oversikt over antall dager mellom kalvingsdatoer og datoer bladene har sprunget fult ut, per år og art.*

År	**Art**	**Antall dager**
2020	*Betula* spp.	13
2020	Graminoider	16
2020	*Salix* spp.	16
2020	*V. myrtillus*	14
2021	*Betula* spp.	6
2021	Graminoider	9
2021	*Salix* spp.	9
2021	*V. myrtillus*	6
2022	*Betula* spp.	10
2022	Graminoider	18

2022	*Salix* spp.	16
2022	*V. myrtillus*	13
2023	*Betula* spp.	5
2023	Graminoider	-
2023	*Salix* spp.	-
2023	*V. myrtillus*	8

Tabell B2: *Oversikt over gjennomsnittlig dato for når bladene har sprunget fult ut per år og art.*

År	**Art**	**Antall observasjoner**	**Dato «fult utsprunget»**
2020	*Betula* spp.	3	02.06.2020
2021		2	03.06.2021
2022		3	30.05.2022
2023		1	01.06.2023
2020	Graminoider	2	05.06.2020
2021		2	06.06.2021
2022		2	07.06.2022
2020	*Salix* spp.	1	05.06.2020
2021		2	06.06.2021
2022		3	05.06.2022
2020	*V. myrtillus*	3	04.06.2020
2021		2	03.06.2021
2022		3	02.06.2022
2023		1	04.06.2023

Tabell B3: *Oversikt over antall dager mellom kalvingsdatoer og datoer bladene har sprunget fult ut, per elg, år og art.*

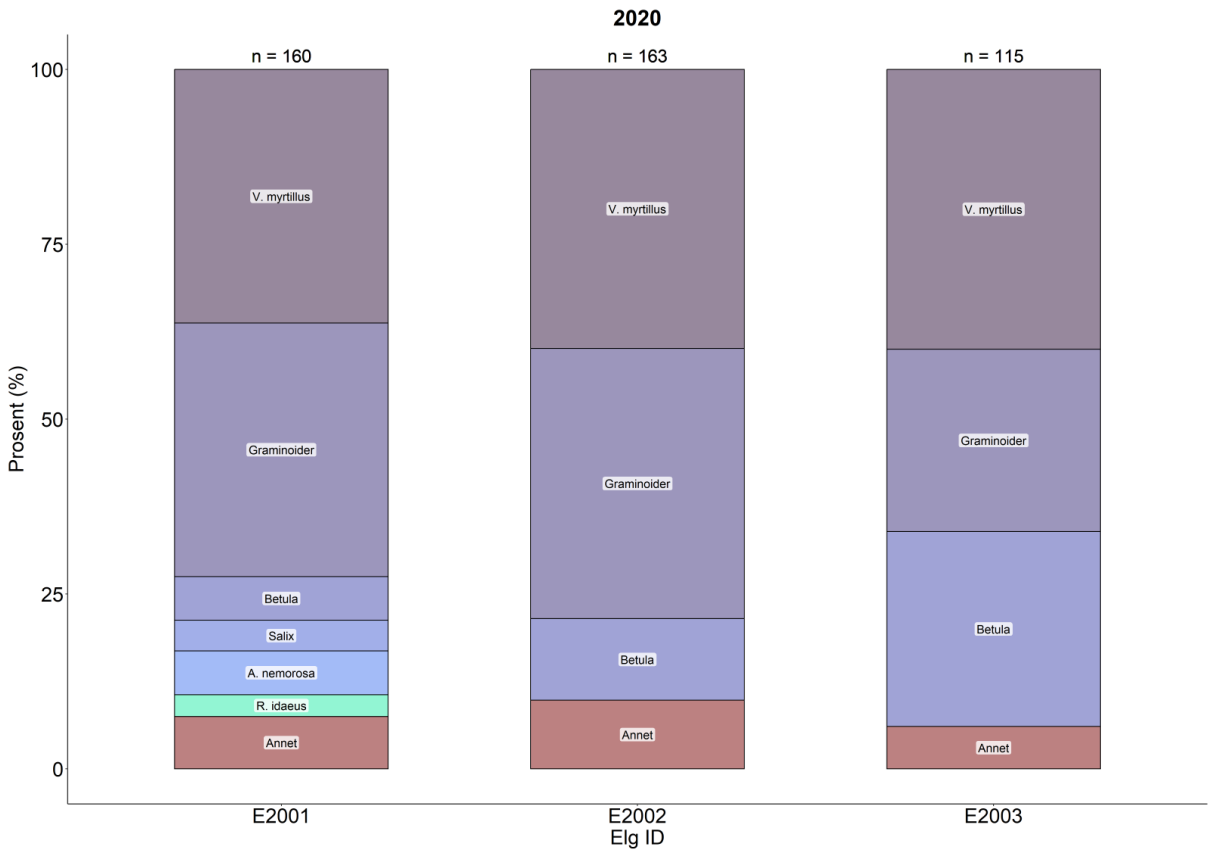
Elg ID			År	Kalvingsdato	Art	Dato «fult utsprunget»	Antall dager
E2001			2020	20.05.2020	*Betula* spp.	06.06.2020	17
			20.05.2020		Graminoider	-	-
			20.05.2020		*Salix* spp.	05.06.2020	16
			20.05.2020		*V. myrtillus*	05.06.2020	16
	2022		19.05.2022		*Betula* spp.	31.05.2022	12
			19.05.2022		Graminoider	05.06.2022	17
			19.05.2022		*Salix* spp.	04.06.2022	16
			19.05.2022		*V. myrtillus*	05.06.2022	17
	2023	27.05.2023	*Betula* spp.			01.06.2023	5
			27.05.2023		Graminoider	-	-
			27.05.2023		*Salix* spp.	-	-
			27.05.2023		*V. myrtillus*	04.06.2023	8
E2002			2020	21.05.2020	*Betula* spp.	05.06.2020	15
			21.05.2020		*Salix* spp.	-	-
			21.05.2020		Graminoider	04.06.2020	14
			21.05.2020		*V. myrtillus*	03.06.2020	13
E2003			2020	21.05.2020	*Betula* spp.	28.05.2020	7
			21.05.2020		*Salix* spp.	-	-
			21.05.2020		Graminoider	07.06.2020	17
			21.05.2020		*V. myrtillus*	04.06.2020	14
	2022		22.05.2022		*Betula* spp.	27.05.2022	5
			22.05.2022		Graminoider	-	-

	22.05.2022		*Salix* spp.	08.06.2022	17
	22.05.2022		*V. myrtillus*	31.05.2022	9
E2102	2021	29.05.2021	*Betula* spp.	05.06.2021	7
	29.05.2021		Graminoider	06.06.2021	8
	29.05.2021		*Salix* spp.	06.06.2021	8
	29.05.2021		*V. myrtillus*	01.06.2021	3
E2103	2021	28.05.2021	*Betula* spp.	02.06.2021	5
	28.05.2021		Graminoider	07.06.2021	10
	28.05.2021		*Salix* spp.	07.06.2021	10
	28.05.2021		*V. myrtillus*	05.06.2021	8
E2108	2022	22.05.2022	*Betula* spp.	03.06.2022	12
	22.05.2022		Graminoider	09.06.2022	18
	22.05.2022		*Salix* spp.	05.06.2022	14
	22.05.2022		*V. myrtillus*	03.06.2022	12

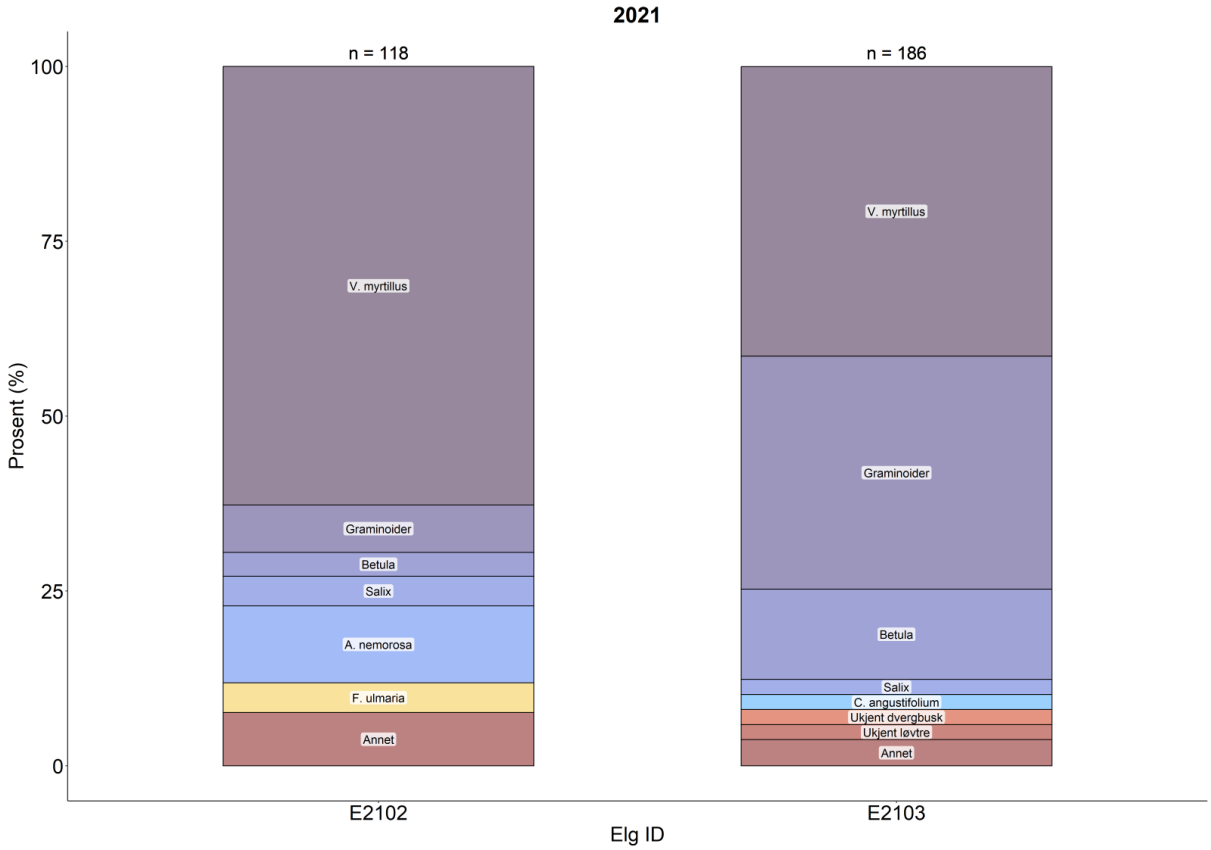
Tabell B4: *Modell sammendrag for generalisert lineær modell for forskjell mellom år og arter i antall dager mellom kalvingsdatoer og datoer bladene har sprunget fult ut.*

	Estimat	**Standardfeil**	**z-verdi**	**p-verdi**
Skjæringspunkt	12,36	1,11	11,17	< 0,001
2021	-7,60	1,44	-5,29	< 0,001
2022	-1,44	1,09	-1,32	> 0,05
2023	-7,95	1,92	-4,15	< 0,001
Graminoider	4,65	1,17	3,99	< 0,001
Salix spp.	4,15	1,18	3,51	< 0,001
V. myrtillus	1,67	1,02	1,63	> 0,05

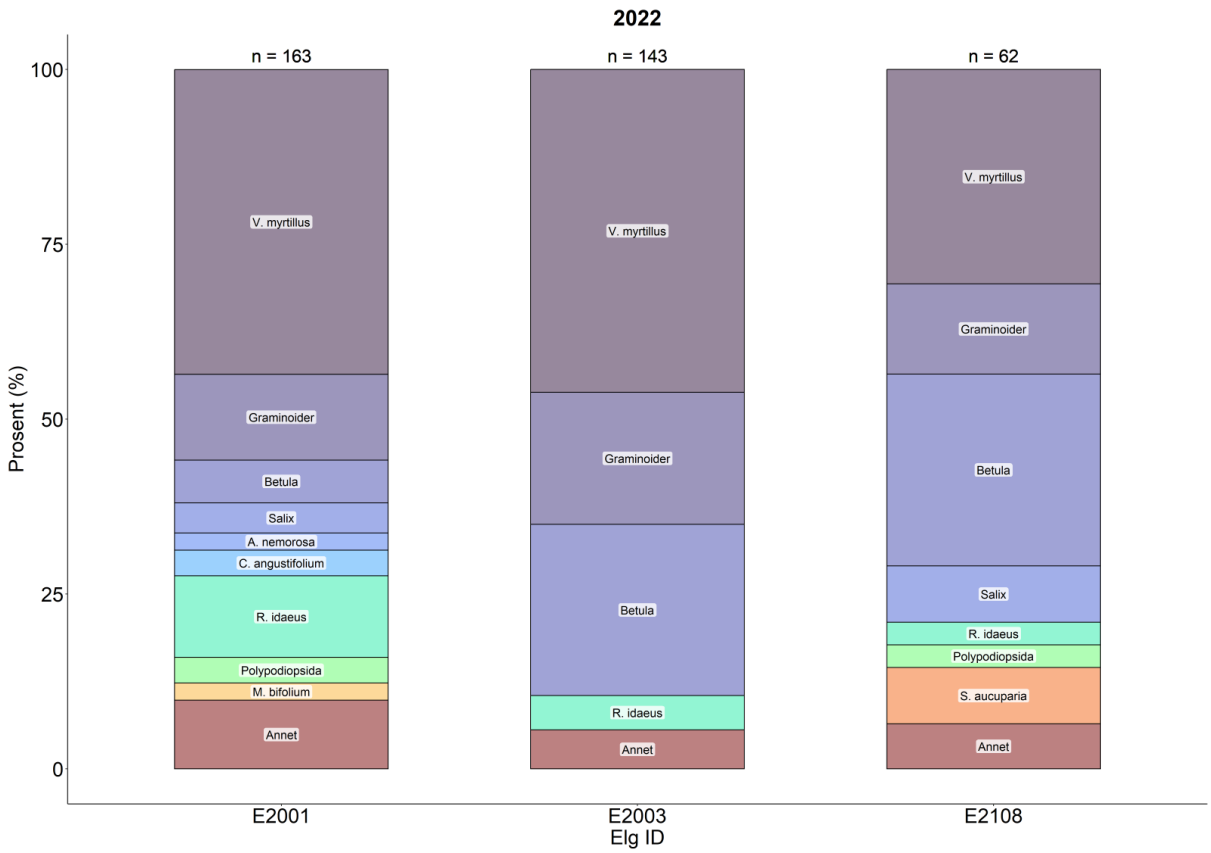
C. Diett



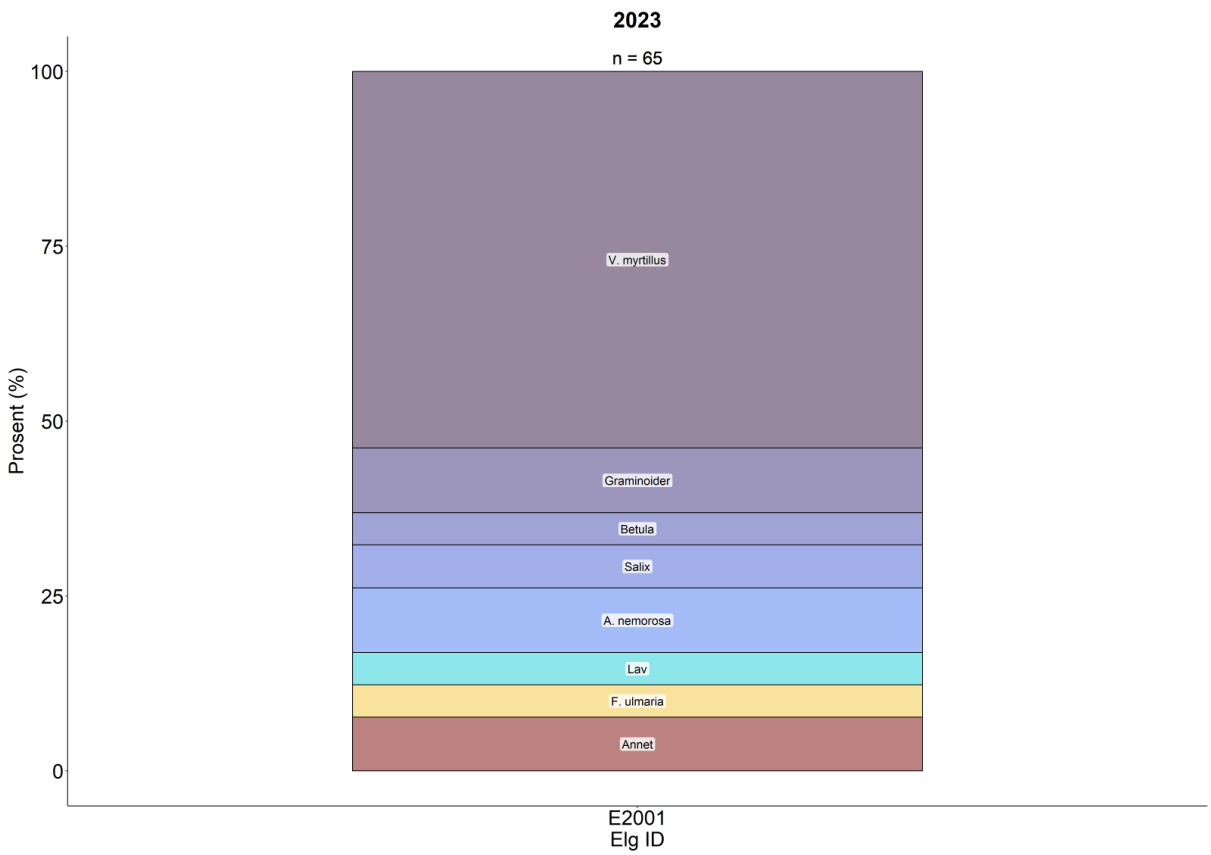
Figur C1: *Prosentandelen av artene som elgen har beitet på (y-akse) per elg (x-akse) i 2020. Plantene som ble beitet på mindre enn 2%, ble kategorisert som «Annet».*



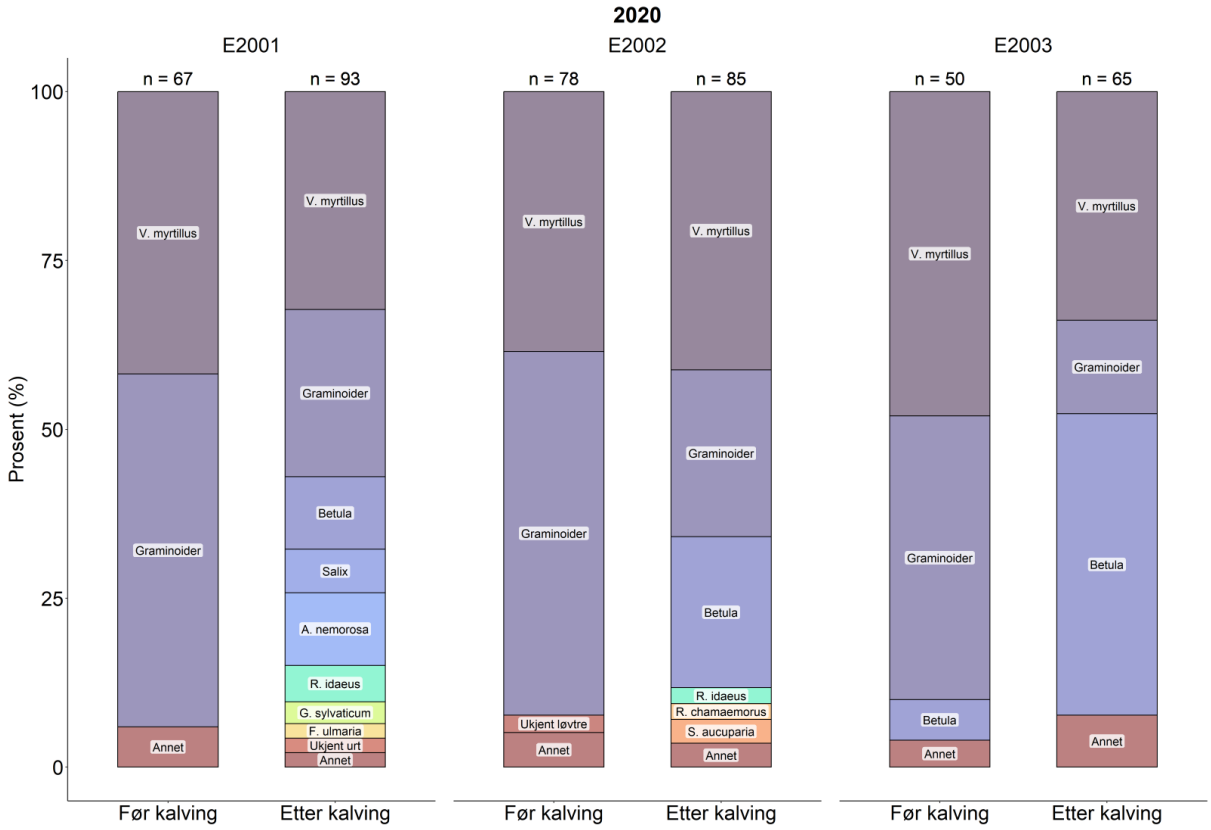
Figur C2: *Prosentandelen av artene som elgen har beitet på (y-akse) per elg (x-akse) i 2021. Plantene som ble beitet på mindre enn 2%, ble kategorisert som «Annet».*



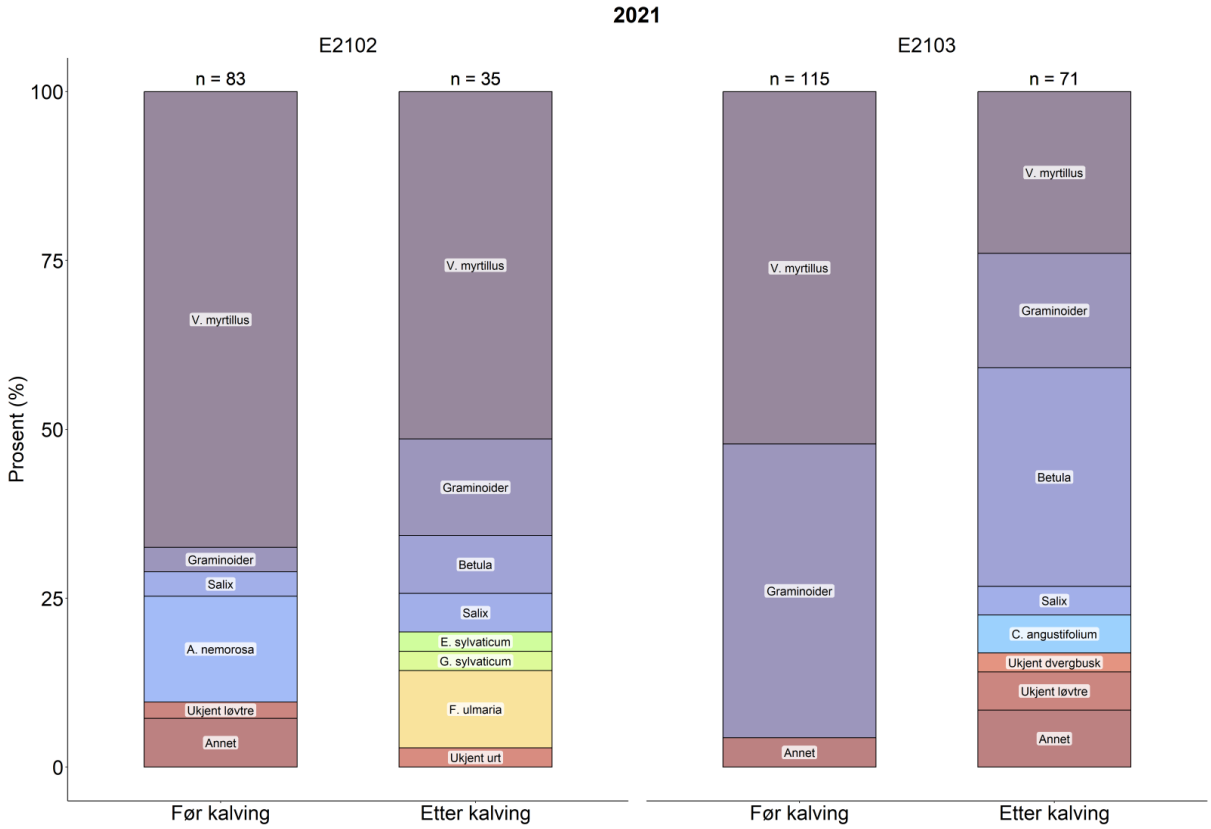
Figur C3: *Prosentandelen av artene som elgen har beitet på (y-akse) per elg (x-akse) i 2022. Plantene som ble beitet på mindre enn 2%, ble kategorisert som «Annet».*



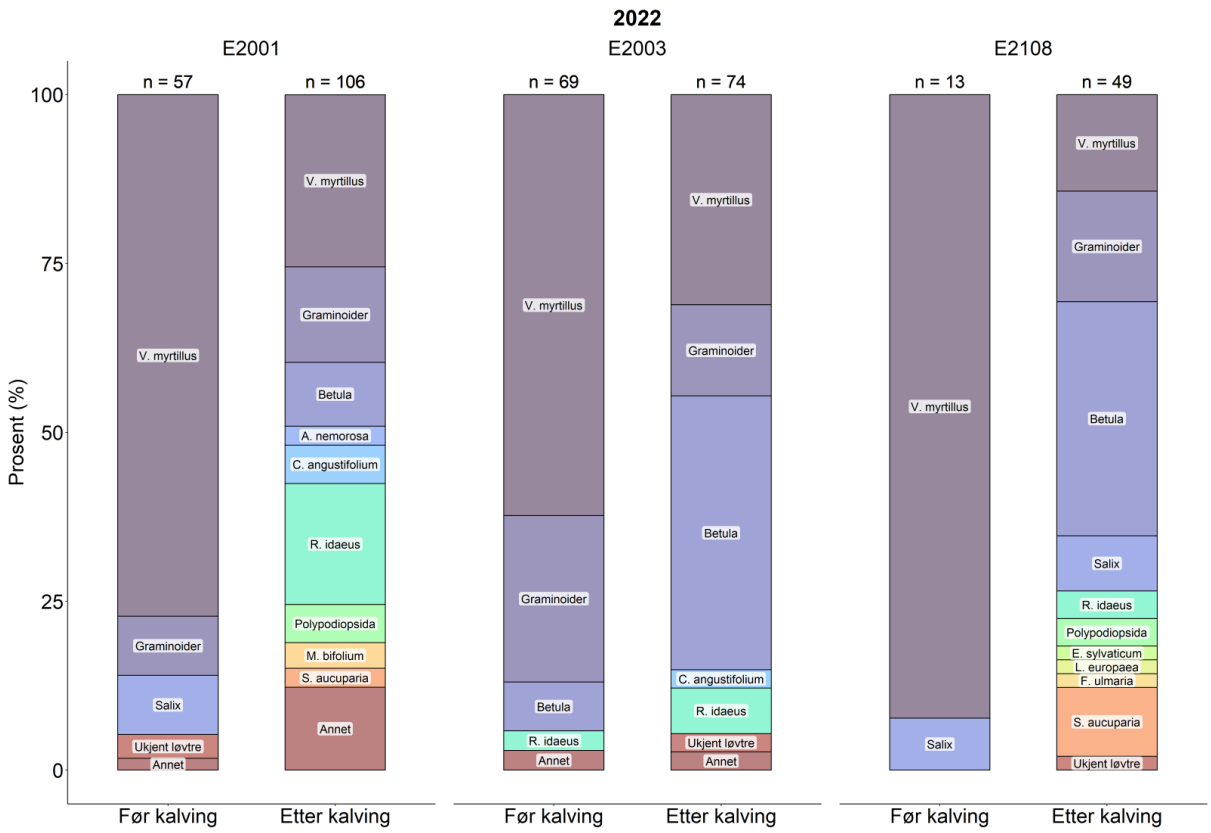
Figur C4: *Prosentandelen av artene som elgen har beitet på (y-akse) per elg (x-akse) i 2023. Plantene som ble beitet på mindre enn 2%, ble kategorisert som «Annet».*



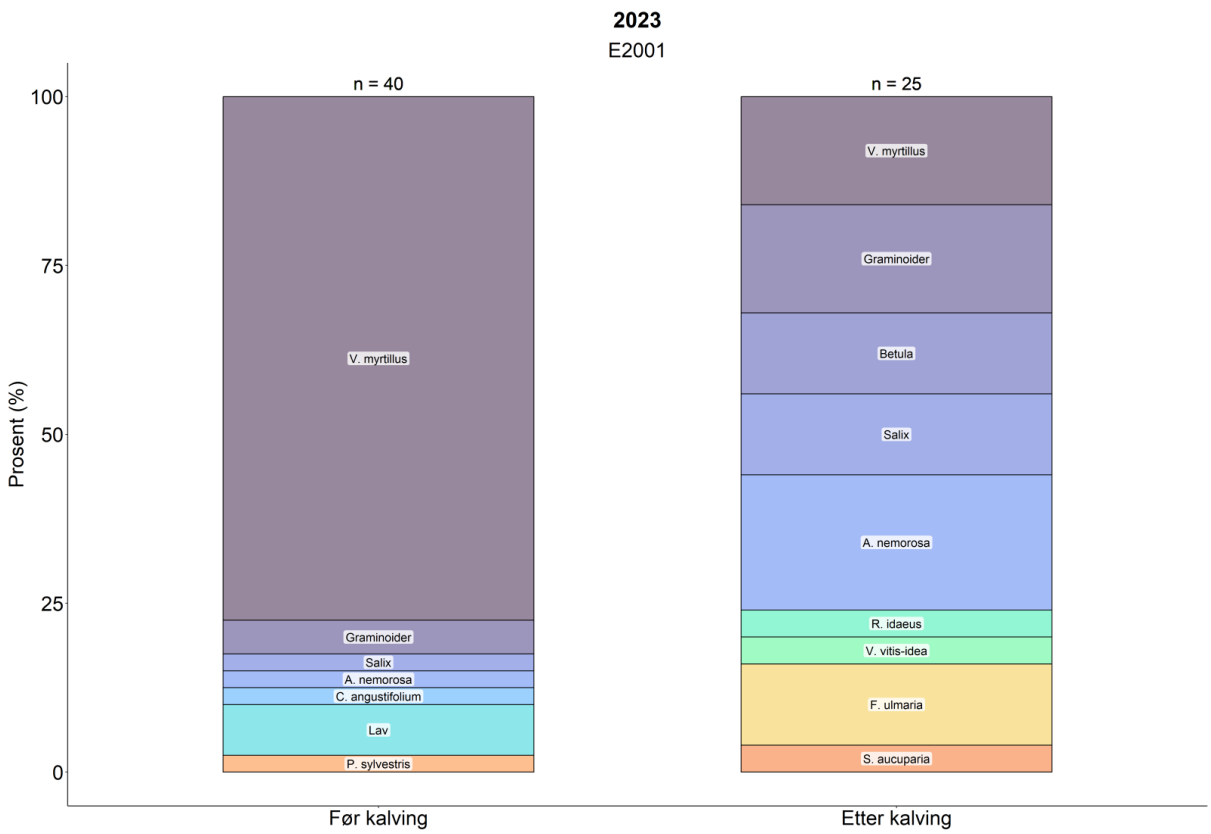
Figur C5: *Prosentandelen av artene som elgen har beitet på (y-akse) før og etter kalvingen (x-akse) per elg i 2020. Plantene som ble beitet på mindre enn 2%, ble kategorisert som «Annet».*



Figur C6: *Prosentandelen av artene som elgen har beitet på (y-akse) før og etter kalvingen (x-akse) per elg i 2021. Plantene som ble beitet på mindre enn 2%, ble kategorisert som «Annet».*



Figur C7: *Prosentandelen av artene som elgen har beitet på (y-akse) før og etter kalvingen (x-akse) per elg i 2022. Plantene som ble beitet på mindre enn 2%, ble kategorisert som «Annet».*



Figur C8: *Prosentandelen av artene som elgen har beitet på (y-akse) før og etter kalvingen (x-akse) per elg i 2023. Plantene som ble beitet på mindre enn 2%, ble kategorisert som «Annet».*

Tabell C1: *Prosentandel og antall av observasjoner (n) av artene som elgen har beitet på per år.*

År	**Beitet på**	**n**	**Prosent (%)**
2020	*V. myrtillus*	169	38,6
	Graminoider	151	34,5
	Betula spp.	61	13,9
	A. nemorosa	10	2,3
	R. idaeus	9	2,1
	Salix spp.	9	2,1
	Ukjent løvtre	5	1,1
	G. sylvaticum	3	0,7
	R. chamaemorus	3	0,7
	S. aucuparia	3	0,7
	F. ulmaria	2	0,5

	P. sylvestris	2	0,5
	Ukjent dvergbusk	2	0,5
	Ukjent urt	2	0,5
	B. nana	1	0,2
	C. angustifolium	1	0,2
	C. vulgaris	1	0,2
	E. sylvaticum	1	0,2
	Juniperus	1	0,2
	O. acetosella	1	0,2
	Polypodiopsida	1	0,2
2021	*V. myrtillus*	151	49,7
	Graminoider	70	23,0
	Betula spp.	28	9,2
	A. nemorosa	14	4,6
	Salix spp.	9	3,0
	Ukjent løvtre	6	2,0
	F. ulmaria	5	1,6
	C. angustifolium	4	1,3
	Ukjent dvergbusk	4	1,3
	Ukjent urt	2	0,7
	A. incana	1	0,3
	C. vulgaris	1	0,3
	E. sylvaticum	1	0,3
	G. sylvaticum	1	0,3
	Juniperus	1	0,3
	L. europaea	1	0,3
	Lav	1	0,3
	M. trifoliata	1	0,3
	P. tremula	1	0,3
	R. chamaemorus	1	0,3
	R. idaeus	1	0,3
2022	*V. myrtillus*	156	42,4
	Betula spp.	62	16,9
	Graminoider	55	15,0
	R. idaeus	28	7,6
	Salix spp.	14	3,8
	S. aucuparia	9	2,5
	C. angustifolium	8	2,2

	Polypodiopsida	8	2,2
	Ukjent løvtre	6	1,6
	A. nemorosa	4	1,1
	M. bifolium	4	1,1
	L. europaea	3	0,8
	V. vitis-idaea	2	0,5
	C. vulgaris	1	0,3
	E. sylvaticum	1	0,3
	F. ulmaria	1	0,3
	Lav	1	0,3
	Linnaea borealis	1	0,3
	R. chamaemorus	1	0,3
	Taraxacum	1	0,3
	Ukjent dvergbusk	1	0,3
	Ukjent urt	1	0,3
2023	*V. myrtillus*	35	53,9
	A. nemorosa	6	9,2
	Graminoider	6	9,2
	Salix spp.	4	6,2
	Betula spp.	3	4,6
	F. ulmaria	3	4,6
	Lav	3	4,6
	C. angustifolium	1	1,5
	P. sylvestris	1	1,5
	R. idaeus	1	1,5
	S. aucuparia	1	1,5
	V. vitis-idaea	1	1,5

Tabell C2: *Prosentandel og antall av observasjoner (n) av artene som elgen har beitet på per år og i tidsperiodene før og etter kalvingen.*

År	**Tidspunkt**	**Beitet på**	**n**	**Prosent (%)**
2020	Før kalving	Graminoider	98	50,3
	V. myrtillus		82	42,1
	Betula spp.		3	1,5
	Ukjent løvtre		3	1,5
	R. idaeus		2	1,0
	Salix spp.		2	1,0

		B. nana	1	0,5
		C. vulgaris	1	0,5
		Juniperus	1	0,5
		P. sylvestris	1	0,5
		Ukjent dvergbusk	1	0,5
	Etter kalving	*V. myrtillus*	87	35,8
		Betula spp.	58	23,9
		Graminoider	53	21,8
		A. nemorosa	10	4,1
		R. idaeus	7	2,9
		Salix spp.	7	2,9
		G. sylvaticum	3	1,2
		R. chamaemorus	3	1,2
		S. aucuparia	3	1,2
		F. ulmaria	2	0,8
		Ukjent løvtre	2	0,8
		Ukjent urt	2	0,8
		C. angustifolium	1	0,4
		E. sylvaticum	1	0,4
		O. acetosella	1	0,4
		P. sylvestris	1	0,4
		Polypodiopsida	1	0,4
		Ukjent dvergbusk	1	0,4
2021	Før kalving	*V. myrtillus*	116	58,6
		Graminoider	53	26,8
		A. nemorosa	13	6,6
		Salix spp.	4	2,0
		Betula spp.	2	1,0

		Ukjent dvergbusk	2	1,0
		Ukjent løvtre	2	1,0
		C. vulgaris	1	0,5
		F. ulmaria	1	0,5
		Juniperus	1	0,5
		L. europaea	1	0,5
		Lav	1	0,5
		P. tremula	1	0,5
	Etter kalving	*V. myrtillus*	35	33,0
		Betula spp.	26	24,5
		Graminoider	17	16,0
		Salix spp.	5	4,7
		C. angustifolium	4	3,8
		F. ulmaria	4	3,8
		Ukjent løvtre	4	3,8
		Ukjent dvergbusk	2	1,9
		Ukjent urt	2	1,9
		A. incana	1	0,9
		A. nemorosa	1	0,9
		E. sylvaticum	1	0,9
		G. sylvaticum	1	0,9
		M. trifoliata	1	0,9
		R. chamaemorus	1	0,9
		R. idaeus	1	0,9
2022	Før kalving	*V. myrtillus*	99	71,2
		Graminoider	22	15,8
		Salix spp.	7	5,0
		Betula spp.	5	3,6
		R. idaeus	2	1,4

		Ukjent løvtre	2	1,4
		A. nemorosa	1	0,7
		C. vulgaris	1	0,7
	Etter kalving	*Betula* spp.	57	24,9
		V. myrtillus	57	24,9
		Graminoider	33	14,4
		R. idaeus	26	11,4
		S. aucuparia	9	3,9
		C. angustifolium	8	3,5
		Polypodiopsida	8	3,5
		Salix spp.	7	3,1
		M. bifolium	4	1,8
		Ukjent løvtre	4	1,8
		A. nemorosa	3	1,3
		L. europaea	3	1,3
		V. vitis-idaea	2	0,9
		E. sylvaticum	1	0,4
		F. ulmaria	1	0,4
		Lav	1	0,4
		Linnaea borealis	1	0,4
		R. chamaemorus	1	0,4
		Taraxacum	1	0,4
		Ukjent dvergbusk	1	0,4
		Ukjent urt	1	0,4
2023	Før kalving	*V. myrtillus*	31	77,5
		Lav	3	7,5
		Graminoider	2	5,0

		A. nemorosa	1	2,5
		C. angustifolium	1	2,5
		P. sylvestris	1	2,5
		Salix spp.	1	2,5
	Etter kalving	*A. nemorosa*	5	20,0
		Graminoider	4	16,0
		V. myrtillus	4	16,0
		Betula spp.	3	12,0
		F. ulmaria	3	12,0
		Salix spp.	3	12,0
		R. idaeus	1	4,0
		S. aucuparia	1	4,0
		V. vitis-idaea	1	4,0

D. Kameramateriale

Figur D1: Eksempel på kameramateriale av en nyfødt kalv, filmet fra kamerahalsbåndet som bæres av kalvens mor.

Figur D2: Eksempel på kameramateriale av en elg som spiser som spiser fra en blåbærbusk.

Literaturliste

Asuero, A.G., Sayago, A., González, A.G., 2006. The correlation coefficient: An overview. Crit. Rev. Anal. Chem. 36, 41–59. https://doi.org/10.1080/10408340500526766

Ausilio, G., Wikenros, C., Sand, H., Wabakken, P., Eriksen, A., Zimmermann, B., 2022. Environmental and anthropogenic features mediate risk from human hunters and wolves for moose. Ecosphere 13, e4323. https://doi.org/10.1002/ecs2.4323

Bergmann, C., 1848. Über die Verhältnisse der Wärmeökonomie der Thiere zu ihrer Grösse. Vandenhoeck und Ruprecht.

Bø, S., Hjeljord, O., 1991. Do continental moose ranges improve during cloudy summers? Can. J. Zool. 69, 1875–1879. https://doi.org/10.1139/z91-260

Bourdin, A., Bord, S., Durand, J., Galon, C., Moutailler, S., Scherer-Lorenzen, M., Jactel, H., 2022. Forest diversity reduces the prevalence of pathogens transmitted by the tick Ixodes ricinus. Front. Ecol. Evol. 10, 891908. https://doi.org/10.3389/fevo.2022.891908

Bowyer, R.T., Stewart, K.M., Bleich, V.C., Whiting, J.C., Monteith, K.L., Blum, M.E., LaSharr, T.N., 2020. Metrics of harvest for ungulate populations: Misconceptions, lurking variables, and prudent management. Alces J. Devoted Biol. Manag. Moose 56, 15–38.

Bürkner, P.-C., 2017. brms: An R package for Bayesian multilevel models using Stan. J. Stat. Softw. 80, 1–28. https://doi.org/10.18637/jss.v080.i01

Cederlund, G., Ljungqvist, H., Markgren, G., Stalfelt, F., 1980. Foods of moose and roe-deer at Grimsö in central Sweden-results of rumen content analyses.

Chmielewski, F.-M., Rötzer, T., 2001. Response of tree phenology to climate change across Europe. Agric. For. Meteorol. 108, 101–112. https://doi.org/10.1016/S0168-1923(01)00233-7

Clauss, M., Hume, I.D., Hummel, J., 2010. Evolutionary adaptations of ruminants and their potential relevance for modern production systems. Animal 4, 979–992. https://doi.org/10.1017/S1751731110000388

Clutton-Brock, T.H., 1991. The evolution of parental care. Princeton University Press.

De Pelsmaeker, N., Korslund, L., Steifetten, Ø., 2021. High-elevational occurrence of two tick species, Ixodes ricinus and I. trianguliceps, at their northern distribution range. Parasit. Vectors 14, 1–14. https://doi.org/10.1186/s13071-021-04604-w

DeCesare, N.J., Harris, R.B., Atwood, M.P., Bergman, E.J., Courtemanch, A.B., Cross, P.C., Fralick, G.L., Hersey, K.R., Hurley, M.A., Koser, T.M., 2024. Warm places, warm years, and warm seasons increase parasitizing of moose by winter ticks. Ecosphere 15, e4799. https://doi.org/10.1002/ecs2.4799

Elmore, R.D., Carroll, J.M., Tanner, E.P., Hovick, T.J., Grisham, B.A., Fuhlendorf, S.D., Windels, S.K., 2017. Implications of the thermal environment for terrestrial wildlife management. Wildl. Soc. Bull. 41, 183–193. https://doi.org/10.1002/wsb.772

Felton, A.M., Felton, A., Raubenheimer, D., Simpson, S.J., Krizsan, 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. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0150870

Førland, E.J., Skaugen, T.E., Benestad, R.E., Hanssen-Bauer, I., Tveito, O.E., 2004. Variations in thermal growing, heating, and freezing indices in the Nordic Arctic, 1900–2050. Arct. Antarct. Alp. Res. 36, 347–356. https://doi.org/10.1657/1523-0430(2004)036[0347:VITGHA]2.0.CO;2

Forst API, 2024. Meteorologisk institutt [WWW Document]. URL https://frost.met.no/index.html (accessed 12.15.24).

Gaillard, J.-M., Loison, A., Toïgo, C., Delorme, D., Van Laere, G., 2003. Cohort effects and deer population dynamics. Ecoscience 10, 412–420. https://doi.org/10.1080/11956860.2003.11682789

Garel, M., Solberg, E.J., Sæther, B., Grøtan, V., Tufto, J., Heim, M., 2009. Age, Size, and Spatiotemporal Variation in Ovulation Patterns of a Seasonal Breeder, the Norwegian Moose (Alces alces). Am. Nat. 173, 89–104. https://doi.org/10.1086/593359

Geonorge, 2024. Kartkatalogen [WWW Document]. URL https://kartkatalog.geonorge.no/ (accessed 1.12.24).

Græsli, A.R., Thiel, A., Fuchs, B., Stenbacka, F., Neumann, W., Malmsten, J., Singh, N.J., Ericsson, G., Arnemo, J.M., Evans, A.L., 2022. Body temperature patterns during pregnancy and parturition in moose. J. Therm. Biol. 109, 103334. https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2022.103334

Grøtan, V., Sæther, B.-E., Lillegård, M., Solberg, E.J., Engen, S., 2009. Geographical variation in the influence of density dependence and climate on the recruitment of Norwegian moose. Oecologia 161, 685–695. https://doi.org/10.1007/s00442-009-1419-5

Grøva, L., Olesen, I., Steinshamn, H., Stuen, S., 2013. The effect of lamb age to a natural Anaplasma phagocytophilum infection. Small Rumin. Res. 112, 208–215. https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2012.12.009

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. Biol. Lett. 10, 20140786. https://doi.org/10.1098/rsbl.2014.0786

Herfindal, I., Solberg, E.J., Sæther, B.-E., Høgda, K.A., Andersen, R., 2006. Environmental phenology and geographical gradients in moose body mass. Oecologia 150, 213–224. https://doi.org/10.1007/s00442-006-0519-8

Herfindal, I., Tveraa, T., Stien, A., Solberg, E.J., Grøtan, V., 2020. When does weather synchronize life-history traits? Spatiotemporal patterns in juvenile body mass of two ungulates. J. Anim. Ecol. 89, 1419–1432. https://doi.org/10.1111/1365-2656.13192

Hjeljord, O., 2024. Kondisjonssvikt i Østfold: Kan kvalitetsbeite sommerstid være forklaringen? Hjorteviltet 10–14.

Holmes, S.M., Cromsigt, J.P., Danell, K., Ericsson, G., Singh, N.J., Widemo, F., 2021. Declining recruitment and mass of Swedish moose calves linked to hot, dry springs and snowy winters. Glob. Ecol. Conserv. 27, e01594. https://doi.org/10.1016/j.gecco.2021.e01594

Holmes, S.M., Dressel, S., Morel, J., Spitzer, R., Ball, J.P., Ericsson, G., Singh, N.J., Widemo, F., Cromsigt, J.P.G.M., Danell, K., 2023. Increased summer temperature is associated with reduced calf mass of a circumpolar large mammal through direct thermoregulatory and indirect, food quality, pathways. Oecologia 201, 1123–1136. https://doi.org/10.1007/s00442-023-05367-0

Jung Kjær, L., Soleng, A., Edgar, K.S., Lindstedt, H.E.H., Paulsen, K.M., Andreassen, Å.K., Korslund, L., Kjelland, V., Slettan, A., Stuen, S., Kjellander, P., Christensson, M., Teräväinen, M., Baum, A., Klitgaard, K., Bødker, R., 2019. Predicting the spatial abundance of Ixodes ricinus ticks in southern Scandinavia using environmental and climatic data. Sci. Rep. 9, 18144. https://doi.org/10.1038/s41598-019-54496-1

Karlsen, S.R., Høgda, K.A., Wielgolaski, F.E., Tolvanen, A., Tømmervik, H., Poikolainen, J., Kubin, E., 2009. Growing-season trends in Fennoscandia 1982–2006, determined from satellite and phenology data. Clim. Res. 39, 275–286. https://doi.org/10.3354/cr00828

Keech, M.A., Lindberg, M.S., Boertje, R.D., Valkenburg, P., Taras, B.D., Boudreau, T.A., Beckmen, K.B., 2011. Effects of predator treatments, individual traits, and environment on moose survival in Alaska. J. Wildl. Manag. 75, 1361–1380. https://doi.org/10.1002/jwmg.188

Kjær, L.J., Klitgaard, K., Soleng, A., Edgar, K.S., Lindstedt, H.E.H., Paulsen, K.M., Andreassen, Å.K., Korslund, L., Kjelland, V., Slettan, A., Stuen, S., Kjellander, P., Christensson, M., Teräväinen, M., Baum, A., Jensen, L.M., Bødker, R., 2020. Spatial patterns of pathogen prevalence in questing Ixodes ricinus nymphs in southern Scandinavia, 2016. Sci. Rep. 10, 19376. https://doi.org/10.1038/s41598-020-76334-5

Klein, D.R., 1965. Ecology of deer range in Alaska. Ecol. Monogr. 35, 259–284. https://doi.org/10.2307/1942139

Król, E., Murphy, M., Speakman, J.R., 2007. Limits to sustained energy intake. X. Effects of fur removal on reproductive performance in laboratory mice. J. Exp. Biol. 210, 4233–4243. https://doi.org/10.1242/jeb.009779

Lenart, E.A., Bowyer, R.T., Hoef, J.V., Ruess, R.W., 2002. Climate change and caribou: effects of summer weather on forage. Can. J. Zool. 80, 664–678. https://doi.org/10.1139/z02-034

Malmsten, J., Söderquist, L., Thulin, C.-G., Gavier Widén, D., Yon, L., Hutchings, M.R., Dalin, A.-M., 2014. Reproductive characteristics in female Swedish moose (Alces alces), with emphasis on puberty, timing of oestrus, and mating. Acta Vet. Scand. 56, 23. https://doi.org/10.1186/1751-0147-56-23

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. https://doi.org/10.1111/oik.05494

Milner, J.M., van Beest, F.M., Storaas, T., 2013. Boom and bust of a moose population: a call for integrated forest management. Eur. J. For. Res. 132, 959–967. https://doi.org/10.1007/s10342-013-0727-9

Mysterud, A., 2006. The concept of overgrazing and its role in management of large herbivores. Wildl. Biol. 12, 129–141. https://doi.org/10.2981/0909-6396(2006)12[129:TCOOAI]2.0.CO;2

Mysterud, A., Stigum, V.M., Seland, I.V., Herland, A., Easterday, W.R., Jore, S., Østerås, O., Viljugrein, H., 2018. Tick abundance, pathogen prevalence, and disease incidence in two contrasting regions at the northern distribution range of Europe. Parasit. Vectors 11, 1–11. https://doi.org/10.1186/s13071-018-2890-9

Neumann, W., Singh, N.J., Stenbacka, F., Malmsten, J., Wallin, K., Ball, J.P., Ericsson, G., 2020. Divergence in parturition timing and vegetation onset in a large herbivore—differences along a latitudinal gradient. Biol. Lett. 16, 20200044. https://doi.org/10.1098/rsbl.2020.0044

Ogden, N.H., Ben Beard, C., Ginsberg, H.S., Tsao, J.I., 2021. Possible effects of climate change on ixodid ticks and the pathogens they transmit: predictions and observations. J. Med. Entomol. 58, 1536–1545. https://doi.org/10.1093/jme/tjaa220

Pebesma, E., Graeler, B., Pebesma, M.E., 2015. Package ‘gstat.’ Compr. R Arch. Netw. CRAN 1–0.

Pettorelli, N., Pelletier, F., Hardenberg, A. von, Festa-Bianchet, M., Côté, S.D., 2007. Early onset of vegetation growth vs. rapid green-up: Impacts on juvenile mountain ungulates. Ecology 88, 381–390. https://doi.org/10.1890/06-0875

R Core Team, 2024. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing.

Ražanskė, I., Rosef, O., Radzijevskaja, J., Krikštolaitis, R., Paulauskas, A., 2021. Impact of tick-borne Anaplasma phagocytophilum infections in calves of moose (Alces alces) in southern Norway. Folia Parasitol. (Praha) 68. https://doi.org/10.14411/fp.2021.023

Rolandsen, C.M., Solberg, E.J., Sæther, B.-E., Moorter, B.V., Herfindal, I., Bjørneraas, K., 2017. On fitness and partial migration in a large herbivore–migratory moose have higher reproductive performance than residents. Oikos 126, 547–555. https://doi.org/10.1111/oik.02996

Sæther, B.-E., 1985. Annual variation in carcass weight of Norwegian moose in relation to climate along a latitudinal gradient. J. Wildl. Manag. 977–983. https://doi.org/10.2307/3801382

Sæther, B.-E., Andersen, R., Hjeljord, O., Heim, M., 1996. Ecological correlates of regional variation in life history of the moose Alces alces. Ecology 77, 1493–1500. https://doi.org/10.2307/2265546

Sand, H., 1996. Life history patterns in female moose (Alces alces): the relationship between age, body size, fecundity and environmental conditions. Oecologia 106, 212–220. https://doi.org/10.1007/BF00328601

Sand, H., Bergström, R., Cederlund, G., Östergren, M., Stålfelt, F., 1996. Density-dependent variation in reproduction and body mass in female moose Alces alces. Wildl. Biol. 2, 233–245. https://doi.org/10.2981/wlb.1996.026

Sand, H., Cederlund, G., 1996. Individual and geographical variation in age at maturity in female moose (Alces alces). Can. J. Zool. 74, 954–964. https://doi.org/10.1139/z96-108

Sand, H., Wabakken, P., Zimmermann, B., Johansson, Ö., Pedersen, H.C., Olof, L., 2008. Summer kill rates and predation pattern in a wolf-moose system: Can we rely on winter estimates? Oecologia 156, 53–64. https://doi.org/10.2307/40213227

Schwartz, C.C., Monfort, S.L., Dennis, P.H., Hundertmark, K.J., 1995. Fecal Progestagen Concentration as an Indicator of the Estrous Cycle and Pregnancy in Moose. J. Wildl. Manag. 59, 580–583. https://doi.org/10.2307/3802466

Shively, R.D., Crouse, J.A., Thompson, D.P., Barboza, P.S., 2019. Is summer food intake a limiting factor for boreal browsers? Diet, temperature, and reproduction as drivers of consumption in female moose. PLOS ONE 14, e0223617. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0223617

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., 2023. Elgstudiene på Vega. Erfaringer fra 30 år i havgapet. Norsk institutt for naturforskning, NINA Rapport 2258.

Solberg, E.J., Rolandsen, C.M., Heim, M., 2021. Bestandsutvikling og avskyting av elg i Stjørdal og Meråker. Evaluering av måloppnåelse og forslag til videre forvaltning.

Solberg, E.J., Rolandsen, C.M., Heim, M., Grøtan, V., Garel, M., Sæther, B.-E., Nilsen, E.B., Austrheim, G., Herfindal, I., 2006. Elgen i Norge sett med jegerøyne. En analyse av jaktmaterialet fra overvåkingsprogrammet for elg og det samlede sett elg-materialet for perioden 1966-2004. NINA Rapp. https://doi.org/10.7577/nova/rapporter/2006/8

Solberg, E.J., Veiberg, V., Strand, O., Hansen, B.B., Rolandsen, C.M., Andersen, R., Heim, M., Solem, M.I., Holmstrøm, F., Granhus, A., 2022. Hjortevilt 1991–2021. Oppsummeringsrapport fra Overvåkingsprogrammet for hjortevilt.

Spitzer, R., Ericson, M., Felton, A.M., Heim, M., Raubenheimer, D., Solberg, E.J., Wam, H.K., Rolandsen, C.M., 2024. Camera collars reveal macronutrient balancing in free-ranging male moose during summer. Ecol. Evol. 14, e70192. https://doi.org/10.1002/ece3.70192

SSB, 2024. Statistisk sentralbyrå [WWW Document]. URL https://www.ssb.no/jord-skog-jakt-og-fiskeri/jakt/statistikk/elgjakt (accessed 5.1.24).

Storaas, T., Brainerd, S.M., 2024. Viltforvalting mot ein ny horisont: Biologi–men mest om folk. Universitetsforlaget.

Tallian, A., Ordiz, A., Zimmermann, B., Sand, H., Wikenros, C., Wabakken, P., Bergqvist, G., Kindberg, J., 2021. The return of large carnivores: Using hunter observation data to understand the role of predators on ungulate populations. Glob. Ecol. Conserv. 27, e01587. https://doi.org/10.1016/j.gecco.2021.e01587

Thompson, D.P., Crouse, J.A., Jaques, S., Barboza, P.S., 2020. Redefining physiological responses of moose (Alces alces) to warm environmental conditions. J. Therm. Biol. 90, 102581. https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2020.102581

van Beest, F.M., Milner, J.M., 2013. Behavioural responses to thermal conditions affect seasonal mass change in a heat-sensitive northern ungulate. PloS One 8, e65972. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0065972