www.nina.no

1701

NINA Rapport

Avskytingsstrategier for elg og hjort:

Hva skal vi velge, og hva blir konsekvensene?

Erling J. Solberg, Erlend B. Nilsen, Christer M. Rolandsen, Vebjørn Veiberg

NINA

Norsk institutt for naturforskning

NINAs publikasjoner

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

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

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

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

Avskytingsstrategier for elg og hjort:
Hva skal vi velge, og hva blir konsekvensene?

Erling J. Solberg
Erlend B. Nilsen
Christer M. Rolandsen
Vebjørn Veiberg

Norsk institutt for naturforskning

Solberg, E.J. Nilsen, E.B., Rolandsen, C.M., Veiberg, V. 2021. Avskytingsstrategier for elg og hjort: Hva skal vi velge, og hva blir konsekvensene? NINA Rapport 1701. Norsk institutt for naturforskning.

Trondheim, september 2021

ISSN: 1504-3312
ISBN: 978-82-426-3451-1

RETTIGHETSHAVER
© Norsk institutt for naturforskning
Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET
Åpen

PUBLISERINGSTYPE
Digitalt dokument (pdf)

KVALITETSSIKRET AV
Bente Rønning

ANSVARLIG SIGNATUR
Forskningssjef Svein-Håkon Lorentsen (sign.)

OPPDRAGSGIVER(E)/BIDRAGSYTER(E)
Miljødirektoratet

OPPDRAGSGIVERS REFERANSE
M-2099 I 2021

KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVER/BIDRAGSYTER
Kari Bjørneraas

FORSIDEBILDE
Elgjakt © Erling J. Solberg

NØKKELORD
Beiteuttak, bestandsmodell, bestandsplan, hjortevilt, jakt, metabolsk vekt, sett elg, sett hjort, slaktevekt og viltforvaltning

KEY WORDS
Browsing pressure, carcass mass, harvest plan, hunting, metabolic body mass, population model, seen moose, seen red deer, wild cervids, wildlife management

KONTAKTOPPLYSNINGER

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

NINA Oslo
Sognsveien 68
0855 Oslo
Norway
P: +47 73 80 14 00

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

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

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

www.nina.no

Sammendrag

Solberg, E.J. Nilsen, E.B., Rolandsen, C.M., Veiberg, V. 2021. Avskytingsstrategier for elg og hjort: Hva skal vi velge, og hva blir konsekvensene? NINA Rapport 1701. Norsk institutt for naturforskning.

Et tilbakevendende spørsmål i hjorteviltforvaltningen er hvordan avskytingen av dyr bør fordeles mellom kjønns- og aldersgrupper for å oppnå ulike forvaltningsmål. Til forskjell fra de fleste småviltartene, er elg og hjort relativt enkle å bestemme til kjønn og aldersgruppe i en jaktsituasjon, og ved å styre avskytingen mot spesifikke grupper er det mulig å påvirke sammensetningen av bestand og jaktutbytte. Denne kunnskapen har gjennom de siste 50 årene vært benyttet til å øke jaktutbyttet i form av antallet felte dyr og mengden kjøtt, men ikke uten omkostninger for andre kvaliteter som man ønsker å fremme ved bruk av jakt som forvaltningstiltak.

I denne rapporten har vi undersøkt hvordan varierende kjønns- og alderssammensetning av jaktuttaket (rettet avskyting) ved høsting av elg og hjort påvirker jaktutbytte (antall felte dyr, antall felte store hanndyr, mengde kjøtt høstet), jaktinnsats og skadepotensial (bestandsstørrelse og beiteuttak på vinter). Innledningsvis gjennomgår vi tidligere publiserte høstingsstudier for hjortevilt og oppsummerer hovedkonklusjonene fra disse arbeidene. Deretter benytter vi teoretiske modeller til å utforske hvordan 9 ulike avskytingsstrategier påvirker de samme målparameterne i bestander med balansert (1:1) og hunndyrdominert (2:1) kjønnsrate. De valgte avskytingsstrategiene varierte fra lav til høy kalveandel i jaktuttaket (eks. kalv: åringsdyr: eldre dyr = 0:50:50 - 60:20:20 for elg) og er alle innenfor variasjonsbredden av de strategiene som brukes under jakt i norske elg- og hjortebestander. Inntrykket er at modellstudiene gir et realistisk bilde på hvordan relevante avskytingsstrategier påvirker jaktutbytte, jaktinnsats og ulike bestandsegenskaper, og at forskjellene er relativt moderate mellom de minst selektive strategiene. Forskjellene er større mellom de mest selektive strategiene, men disse benyttes i mindre grad.

I modellstudiene testet vi også betydningen av to skaleringsfaktorer for utfallet av de ulike avskytingsstrategiene. Hensikten med skaleringsfaktoren er å gjøre de ulike målparameterne sammenlignbare på tvers av avskytingsstrategier, men uavhengig av andre forhold som kan innvirke. Det vanligste har vært å benytte bestandens størrelse etter jakt som skaleringsfaktor (konstant vinterbestand), men ofte vil det være mer relevant å benytte bestandens samlede beiteuttak som skaleringsfaktor (konstant beiteuttak). Dette er fordi elg og hjort øker i størrelse og matinntak fra kalv til voksen. En gitt mengde beiteressurser kan derfor underholde en større bestand gjennom vinteren dersom den inkluderer en stor andel kalv enn om den hovedsakelig består av eldre individer.

Vi benyttet den samlede metabolske biomasse til alle individer i bestanden som mål på bestandens relative beiteuttak. Den metabolske biomassen til et individ tar høyde for at små individer konsumerer mer mat pr. kilo kroppsmasse enn store individer, men likevel mindre mat i absolutt forstand fordi de har lavere kroppsmasse. Erfaringene fra analysene er at bruken av de to skaleringsfaktorene fører til det samme generelle resultatet, men at variasjonsbredden endrer seg. Når beiteuttaket (metabolsk biomasse) benyttes som skaleringsfaktor blir det større variasjon i kjøttuttak og lavere variasjon i antall felte dyr mellom de ulike avskytingsstrategiene. Vi valgte å legge mest vekt på resultatene fra modellene med konstant metabolsk biomasse ettersom mattilbudet vinterstid ofte vurderes som den viktigste begrensende faktoren for bestandsveksten til elg og hjort.

Resultatene viste at valget av avskytingsstrategi har betydning for størrelsen på de ulike jaktproduktene (antall dyr, mengde kjøtt, antall trofédyr), og at det ikke finnes én avskytingsstrategi eller kjønnsrate som maksimerer alle jaktproduktene samtidig. Dersom vi ønsker å felle mange dyr må vi velge en mer kalvedominert avskytingsstrategi enn om vi ønsker å maksimere mengden kjøtt – og i begge tilfeller må vi velge en bestand med skjev kjønnsrate. Hjorteviltbestander med en lav andel hanndyr kan derfor tilby et langt høyere utbytte av felte dyr og mengde kjøtt enn hva som er tilfelle når hanndyrandelen er høy.

I tillegg til høyere antall dyr og mengde kjøtt fant vi for alle avskytingsstrategiene et høyere antall felte eldre hanndyr (2 år +) i bestander med skjev kjønnsrate (eks. 2 hunndyr pr. hanndyr). Dette kan framstå overraskende, men skyldes at hunndyrdominerte bestander er langt mer produktive. På grunn av det høyere jakttrykket, vil imidlertid få hanndyr rekrutteres til de eldste aldersklassene i bestander med skjev kjønnsrate, og av den grunn kan det felles flere 4 år og eldre hanndyr fra bestander med balansert kjønnsrate (1 hanndyr pr. hunndyr). For både elg og hjort var det også en effekt av avskytingsstrategi på antallet felte eldre hanndyr, men forskjellene var små så lenge voksenandelen var over 40 %.

Foruten å påvirke jaktutbyttet har valget av avskytingsstrategi konsekvenser for hvor mye innsats som må til for å felle det nødvendige antallet dyr. Som forventet var de mest selektive avskytingsstrategiene de mest innsatskrevende. Strategier som inkluderer få eller ingen kalver i avskytingen er blant de mest selektive, mens det motsatte er tilfelle for avskytingsstrategier som inkluderer en moderat andel kalv. Også strategier med en svært høy kalv- og åringsandel i avskytingen er krevende å gjennomføre fordi flere dyr skal felles og fordi den nødvendige innsatsen pr. dyr er høyere. Behovet for økt innsats vil forsterkes dersom det innføres regler som detaljstyrer hvilke dyr som kan felles innenfor kvotekategori. En regel som har stor oppslutning blant jegere, er at mordyret ikke skal felles fra kalven. En slik regel vil kreve økt jaktinnsats, og særlig dersom avskytingen av kalv er lav.

Når modellene skaleres med bestandens beiteuttak vinterstid, vil bestandens størrelse variere mellom avskytingsstrategier. Vinterbestanden vil være størst dersom bestanden høstes med voksendominerte avskytingsstrategier og okseandelen i bestanden samtidig er lav. Valg av avskytingsstrategi kan derfor ha implikasjoner for hvor mange elg eller hjort som blir påkjørt i trafikken da påkjørselsfrekvensen synes å øke proporsjonalt med bestandsstørrelsen.

I diskusjonen viser vi også til andre forhold som kan påvirke valget av avskytingsstrategi og bestandskjønnsrate. Disse inkluderer 1) følelsesmessige motforestillinger mot kalveskyting, 2) genetiske effekter, og 3) valg av avskytingsstrategi i ulveområder. Mange vegrer seg for å felle kalv på grunn av det sterke båndet mellom mor og avkom, og tidvis understøttes dette valget av biologiske konsekvenser for mordyret. På den annen side er kalvedominerte avskytingsstrategier assosiert med lavere tap av genetisk variasjon over tid, og er forbundet med mindre risiko for uventede bestandssvingninger i ulveområder. I rapporten diskuterer vi for- og motargumenter for kalveavskyting og gjør en vurdering av hvorvidt det finnes faglig støtte for alle argumentene som fremmes.

Avslutningsvis beskriver vi seks «pakkeløsninger» som kan benyttes for å nå ulike forvaltningsmål. Vi kaller pakkene for jaktforvaltningsstrategier ettersom de i hovedsak bygger på hvordan jaktuttaket og bestanden må formes for å nå forvaltningsmålet. For hver av pakkene viser vi hva som er det overordnede forvaltningsmålet og hvilken kjønnsrate og avskytingsstrategi som er best egnet til å nå målet. I tillegg viser vi hvilke kostnader som følger av de ulike valgene. Tanken er at forvaltningen her har muligheten til å velge den pakkeløsningen som best innfrir lokale ønsker og samtidig få en realistisk forståelse av hva de må ofre.

Fire av jaktforvaltningsstrategiene er utbytteorientert og har til hensikt å maksimere én eller en kombinasjon av jaktproduktene (felte dyr, mengde kjøtt, felte trofédyr), mens de to siste jaktforvaltningsstrategiene også inkluderer 1) en vurdering av nødvendig jaktinnsats og bestandens skadepotensial, og 2) etiske, estetiske og bevaringsøkologiske verdier i avveiingen.

Erling J. Solberg, Erlend B. Nilsen, Christer M. Rolandsen, Vebjørn Veiberg, Norsk institutt for naturforskning, Postboks 5685 Torgarden, 7485 Trondheim. erling.solberg@nina.no

Abstract

Solberg, E.J. Nilsen, E.B., Rolandsen, C.M., Veiberg, V. 2021. Hunting strategies for moose and red deer: What are the options and what are the consequences? NINA Report 1701. Norwegian Institute for Nature Research.

A returning question in Norwegian moose and red deer management is about how to best distribute the harvest among sex and age groups to achieve different management goals. Unlike most small game species, it is quite easy to determine the sex and age group (calf, yearling, adult) of individual moose and red deer in a hunting situation, which in turn can be used to influence the sex and age composition of the population and the size and composition of the harvest. Such a sex and age specific harvesting has for more than 50 years been conducted by Norwegian hunters to increase the annual hunting yield in terms of number of killed moose and red deer, as well as the harvested biomass of meat, but not without costs to other population and hunting related qualities.

In this study we examined how varying sex and age specific harvesting of moose and red deer affects hunting yield (number of kills, biomass of meat, number of trophy males), hunting effort, and the damage potential of both species (population size and a browsing pressure during winter). We first surveyed the literature for relevant harvesting studies of moose and red deer and presents the main conclusions from these studies. We then used theoretical models to explore how 9 different sex and age specific harvesting strategies affect various qualities in populations with balanced (1:1 female: male) and female dominated (2:1) sex ratios. The strategies varied from a low to a high proportion of calves in the harvest (e.g. calf: yearling: adult = 0:50:50 - 60:20:20 for moose) and were all within the range of strategies used for harvesting moose and red deer in Norway. The model study suggests that the variation in hunting yield, hunting effort and other qualities are rather moderate when populations are harvested using the least selective harvesting strategies. The outcome was more variable among the more selective strategies, but these strategies are less used.

In the model study we also tested the significance of two different scaling factors for the outcome of the different harvesting strategies. Previously, the most common scaling factor has been the population size after hunting (constant winter population), but often it is more relevant to use the total feed consumption of the population as scaling factor (constant feed consumption). This is because moose and red deer substantially increase in body size and food consumption from calf to adult. A given quantity of feed may therefore be able to sustain a larger population of moose and red deer during winter if the proportion of calves is large than if it is small.

We used the total metabolic biomass of all individuals as a measure of the relative feed consumption of the population. The metabolic biomass control for the fact that small individuals consume more energy per kilo body mass than larger individuals. The two scaling factors led to pretty much the same general outcome, but the variation width differed. When we used feed consumption (metabolic biomass) as scaling factor, we found larger variation in the harvested biomass of meat and lower variation in the number of harvested animals among harvesting strategies. We mainly discussed the results from the models with constant feed consumption as the food supply during winter is often assumed to be the most important limiting factor for population growth of moose and red deer.

The results suggest that the harvesting strategies have significant impact on the hunting yield and that there is no single harvesting strategy or population sex ratio that can be used to maximize all hunting products simultaneously. To achieve a high yield in terms of number of kills, we need to use a harvesting strategy with a high proportion of calves, whereas the opposite should be the chosen strategy for maximizing the total biomass of meat. In both cases the population sex ratio should be female biased (2:1).

For all harvesting strategies we also found a substantially higher yield of adult males (2 years +) from sex biased than sex balanced populations. This is because female biased populations are far more productive than sex balanced populations and thus produce more males. Following the higher harvest pressure on males than females, however, few males will recruit to the higher age classes in sex biased populations. Therefore, less 4 years and older males (trophy males) can be harvested in such populations compared to populations with balanced sex ratio (1 female per male). For both species we also found an effect of harvesting strategy on the yield of trophy males, but the variation was small, as long as the proportion of adults in the harvest exceeded 40 %.

Besides the effects on hunting yield, the harvesting strategy will also affect the effort needed to find and kill the necessary number animals. As expected, we found the most selective harvesting strategies to be the most demanding in terms of hunting effort (number of hunter-days). Strategies that include no or a low proportion of calves in the harvest were among the most selective and demanding, whereas the opposite was the case for strategies with a moderate proportion of calves. Also, strategies with a high share of calves and yearlings in the harvest are demanding because more animals must be killed to fill the hunting quota and because the necessary effort per animal killed is higher. The need of high hunting effort will increase further if the management introduces informal rules that specify the type of animals that are legal targets within quota category. One rule that receive high support among hunters is that the mother accompanied with a calf should not be shot unless the calf is also shot. By following this rule, the hunting becomes more demanding, if the harvesting strategy includes a small proportion of calves.

In the Discussion, we also discuss other factors that may affect the choice of harvesting strategy and population sex ratio. These include 1) emotional arguments against calf harvesting, 2) genetical consequences of various harvesting strategies, and 3) selection of harvesting strategy in wolf areas. Many hunters resist shooting calves because of the strong bound between mother and offspring, and sometimes this resistance is underpinned by potential biological consequences for the mother from the loss of her calf. There are also arguments in favor of calf shooting, as calf dominated harvesting strategies are associated with a lower loss of genetic variation due to genetic drift, and they are associated with lower risk of unintended population fluctuations in wolf areas. In the report we assess to what extent there is scientific support for the arguments that are promoted.

In the end of the report, we describe six hunting management strategies that can be used to achieve different management goals. For each strategy we show the general management goal, as well as the harvesting strategy and population sex ratio that is best suited to achieve the goal. In addition, we show the different costs that are associated with the various strategies. The intention is that the local management from this list of strategies can choose the strategy that best meet their goals and that they simultaneously get a realistic understanding of what they need to sacrifice.

Erling J. Solberg, Erlend B. Nilsen, Christer M. Rolandsen, Vebjørn Veiberg, Norwegian Institute for Nature Research, P.O. Box 5685 Torgarden, 7485 Trondheim, Norway.

Innhold

Sammendrag **3**

Abstract **5**

Innhold **7**

Forord **9**

1 Innledning **10**

2 Materiale og metode **12**
2.1 Litteraturstudie 12
2.2 Teoretiske høstingsmodeller 12
2.2.1 Bestandsmodellering 15
2.2.2 Metabolsk biomasse 16
2.3 Empiriske resultater 17

3 Erfaringer fra tidligere studier **18**
3.1 Tidlige studier – generelle funn 18
3.2 Inkludering av beiteressurser og vekstpotensial 19
3.3 Verdisettingskriterier og effekter av inn- og utvandring 20
3.4 Predasjon 20
3.5 Beiteskader og andre samfunnskostnader 20
3.6 Kompleksitet og praktisk forvaltning 21

4 Prediksjoner fra teoretiske høstingsmodeller for elg **23**
4.1 Kjønns- og alderssammensetning i bestand og jaktuttak 23
4.2 Antall elg felt og mengde kjøtt høstet 25
4.3 Metabolsk biomasse (beiteuttak) og bestandsstørrelse 27
4.4 Antall okser i bestanden og antall okser felt 28
4.5 Nødvendig jaktinnsats og jaktinnsats pr. dyr felt 30
4.6 Betydningen av varierende kalveoverlevelse 33

5 Prediksjoner fra teoretiske høstingsmodeller for hjort **35**
5.1 Kjønns- og alderssammensetning i bestanden og i jaktuttaket 35
5.2 Antall hjort felt og mengde kjøtt høstet 36
5.3 Beiteuttak (metabolsk biomasse) og bestandsstørrelse 38
5.4 Antall felte bukk i bestand og avskyting 39
5.5 Nødvendig jaktinnsats og jaktinnsats pr. dyr felt 41

6 Hvilke avskytingsstrategier praktiseres i Norge? **43**
6.1 Variasjon i avskytingsmønster for elg over tid og mellom områder 43
6.2 Variasjon i avskytingsmønster av hjort over tid og mellom områder 46

7 Hvor godt stemmer modellprediksjonene med virkeligheten? **50**
7.1 Metodisk tilnærming 50
7.2 Resultater 51
7.2.1 Antallet elg skutt pr. km^2 52
7.2.2 Antall kilo elgkjøtt høstet pr. km^2 53

8 Oppsummering og diskusjon **55**
8.1 Forholdet mellom avskytingsstrategi og ulike jaktprodukter 56
8.2 Forholdet mellom avskytingsstrategi og jaktinnsats 58
8.3 Kalv eller ungdyr? 59

8.3.1 Følelsesmessige aspekter og dyrevelferdsmessige forhold 59
8.3.2 Indirekte effekter av kalveskyting på fruktbarhet og atferd 60
8.3.3 Uttak av morløse kalver 61
8.3.4 Kjønnsnøytral høsting 61
8.4 Andre forhold 61
8.4.1 Genetiske effekter av skjeve kjønnsrater og ulike avskytingsstrategier 61
8.4.2 Avskytingsstrategier i ulveområder 63
8.5 Hvilke avskytingsstrategier bør vi velge? 64
8.5.1 Utbytteorientert jaktforvaltning – maksimere antall felte dyr 64
8.5.2 Utbytteorientert jaktforvaltning – maksimere kjøttavkastning 65
8.5.3 Utbytteorientert jaktforvaltning – maksimere antallet trofédyr 66
8.5.4 Utbytteorientert jaktforvaltning – maksimalt netto jaktutbytte 67
8.5.5 Samfunnsorientert jaktforvaltning – maksimal netto nytte 68
8.5.6 Bevaringsøkologisk jaktforvaltning – opprinnelig bestandsstruktur og bestandskondisjon 68

9 Nye utfordringer 71

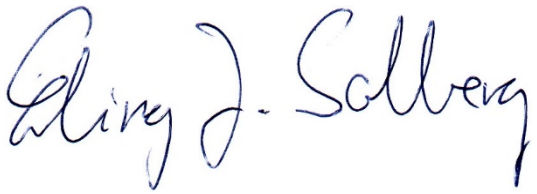
10 Referanser 73

11 Vedlegg 77
11.1 Høstingsstudier for hjortevilt 78
11.2 Modellresultater for elg 90
11.3 Modellresultater for hjort 94

Forord

I denne rapporten oppsummerer vi resultatene fra Prosjektet «Avskytingsstrategier for elg og hjort» der hensikten har vært å vise til hvilke muligheter og begrensninger som ligger i de ulike avskytingsstrategiene som benyttes ved høsting av våre økonomisk viktigste hjorteviltarter. Prosjektet er i sin helhet initiert og gjennomført av rapportforfatterne og har mottatt vesentlig økonomisk støtte fra Miljødirektoratet. I tillegg er det benyttet interne ressurser i form av egenforskningstimer fra NINA. Prosjektet ble igangsatt i 2016 og rapporten var opprinnelig planlagt ferdigstilt i 2018. På grunn av økt arbeidsbyrde i forbindelse med oppdagelsen av skrantesyke hos villrein og elg i 2016, ble imidlertid avslutningen av prosjektet midlertidig utsatt i samråd med oppdragsgiver (Miljødirektoratet). Vi takker Miljødirektoratet for støtten til prosjektet og håper resultatet var verdt å vente på.

Trondheim, september 2021



Erling J. Solberg

1 Innledning

Et tilbakevendende spørsmål i hjorteviltforvaltningen er hvordan bestander best kan høstes for å oppnå ulike forvaltningsmål. Hjorteviltbestander høstes fortrinnsvis ved bruk av fritidsjakt, og ved å kontrollere jegernes avskyting kan forvaltningen styre bestandsstørrelsen og avkastningen innenfor visse grenser. Dersom forvaltningsmålet utelukkende er relatert til bestandsstørrelsen, kan for eksempel forvaltningen løse dette ved å variere på antallet individer som tillates felt. I mange tilfeller har imidlertid forvaltningen flere ulike mål, noe som kompliserer det hele. Hva er for eksempel riktig strategi dersom vi ønsker å maksimere jaktutbyttet for en gitt bestandsstørrelse, og hva om jakteffektivitet (antall dyr skutt pr. innsats) og antallet viltpåkjørsler også er viktig? Dette er en vanskelig avveiing for de fleste viltforvaltere, og ofte kreves det inngående studier for å avdekke de beste strategiene. Resultatene fra flere slike studier er publisert i den vitenskapelige litteraturen, men disse er ofte vanskelig tilgjengelig for forvaltningen og inkluderer ofte kun et fåtall ulike strategier i samme analyse. I tillegg har det skjedd en utvikling med hensyn til valg av forvaltningsmål, med den følge at tidligere studier bare delvis er relevante for dagens hjorteviltforvaltning.

Mange modellstudier ble gjennomført på 1980- og 1990-tallet, i en fase da jaktinteressene stod sterkt og forvaltningsmålene var relatert til jaktutbyttet — enten i form av antallet dyr, kilo kjøtt eller antallet trofédyr. Disse studiene viste at jaktutbyttet kunne variere mye, avhengig av hvordan avskytingen ble rettet mot ulike kjønns- og aldersgrupper. Til forskjell fra de fleste småviltartene er flere kjønns- og aldersgrupper lett gjenkjennelig hos hjortedyr, og ved å strategisk styre avskytingen mot spesifikke grupper, er det mulig å endre avkastningen i ønsket retning. I det minste er dette tilfelle i de enkleste teoretiske modellene. Senere erfaringer avdekket imidlertid en rekke praktiske utfordringer med flere av avskytingsstrategiene, særlig med hensyn til jegernes tidsbruk og effektivitet. Jegere har ikke uendelig mengder av fritid og motivasjon, og følgelig er også jaktas effektivitet av betydning. I tillegg har ulike moralske oppfatninger påvirket valget, der særlig strategier som innebærer kalveskytning har vist seg vanskelig å etablere i enkelte områder. Senere dukket det også opp andre økologiske og evolusjonære betenkeligheter med flere av strategiene. Avskytingsstrategier som på papiret gir en ønsket avkastning og bestandsutvikling kan derfor være vanskelig å gjennomføre i praksis, eller avkastningen kan på sikt vise seg å bli langt lavere enn forespeilet i modellene.

Et annet aspekt som har vakt en del oppmerksomhet i Norge er bruken av ulike skaleringsfaktorer i avskytingsmodellene (Solbraa 1989, 1998, Sæther et al. 1992). Den vanligste skaleringsfaktoren i de fleste simuleringsmodellene er vinterbestandens størrelse. Med andre ord blir avkastningen fra de ulike avskytingsstrategiene målt som antallet skutte individer, kilo kjøtt eller antallet trofédyr med utgangspunkt i et gitt antall individer i vinterbestanden. Dette er basert på forståelsen av at vinteren er flaskehalsen for hjorteviltet og at bestandenes bæreevne er bestemt av antallet dyr som konkurrerer om maten vinterstid. På den annen side vil matbehovet også variere med størrelse på dyret, og derfor kan også bestandens sammensetning innvirke (Solbraa 1998). For eksempel trenger kalvene vesentlig mindre mat enn voksne individer, og av den grunn vil en vinterbestand med et gitt antall dyr forbruke mindre mat med økende andel kalv (Solbraa 1998). Bestandens samlede beiteuttak (eller konsum) vinterstid kan derfor være en mer relevant skaleringsfaktor enn bare antallet dyr i vinterbestanden når de ulike avskytingsstrategiene skal vurderes.

I denne rapporten ønsker vi å vise hvilke muligheter og begrensninger som ligger i ulike avskytingsstrategier. Mange av disse benyttes allerede i norske elg- og hjorteforvaltning, men det eksisterer lite kunnskap om hvordan de alternative strategiene påvirker de ulike parameterne som benyttes som forvaltningsmål (eks. bestandsstørrelse, avkastning, beiteuttak og viltulykker). Denne mangelen skaper ofte usikkerhet og frustrasjon lokalt, der elgen og hjorten forvaltes, og gir grobunn for utallige omkamper når valg av forvaltningsmål og avskytingsstrategi skal besluttes. Dette kommer særlig til uttrykk når de lokale målsetningene eller avskytingsstrategiene skal endres, gjerne som en konsekvens av endrede bestandsforhold.

I rapporten presenterer vi først resultatene fra ulike modellbaserte høstingsstudier, og viser deretter basert på egne modellstudier hvordan ulike målparametere endrer seg når avskytingen av elg og hjort fra ulike kjønns- og aldersgrupper varierer. Målparameterne vil være ulike jaktprodukter som antall individer skutt, kilo kjøtt høstet og antallet felte trofédyr (fullvoksne elgokser eller kronhjorter). I tillegg er det interessant å kjenne til hvordan de ulike valgene påvirker jakteffektivitet, beiteuttak, bestandsstørrelse og bestandsstruktur.

I rapportens andre del viser vi hvilke avskytingsstrategier som benyttes i dagens elg- og hjorteforvaltning, og undersøker i hvilken grad antallet dyr og mengden kjøtt i jaktuttaket samsvarer med hva vi kan forvente fra modellstudiene. I Norge er det stor variasjon mellom kommuner med hensyn til andelen dyr som felles fra de ulike kjønns- og aldersgruppene, særlig med hensyn til andelen kalv og åringsdyr. Ifølge modellene bør dette avstedkomme ulikt utbytte med hensyn til antall dyr, kilo med kjøtt og antall trofédyr — gitt at andre forhold holdes konstant. Modellene inkluderer imidlertid bare et utvalg av mulige påvirkningsfaktorer, og spørsmålet er hvorvidt disse er av tilstrekkelig betydning til å dominere dynamikken i jaktede bestander.

I den siste delen av rapporten presenterer vi et sett med 'pakkeløsninger' som relativt enkelt kan tas i bruk av kommunene avhengig av hvilke forvaltningsmål de ønsker å prioritere. Kommuner med mange viltulykker i trafikken vil trolig prioritere slike forhold når forvaltningsmålene skal besluttes. I andre kommuner kan størrelsen på jaktutbyttet, etiske betraktninger eller evnen til å gjennomføre en effektiv jakt være viktigere. Fordi enhver strategi påvirker flere viktige målparametere, er det umulig å velge strategier som maksimerer alle gode ønsker samtidig. Ved å angi utfallet for alle målparameterne innenfor de ulike strategiene, vil det likevel være mulig å velge den pakkeløsningen som best dekker kommunens eller regionens ønsker.

2 Materiale og metode

2.1 Litteraturstudie

Som del av prosjektet har vi gått igjennom og systematisert hovedfunnene fra en rekke studier som har utforsket alternative optimaliseringskriteria og/eller strategier knyttet til høsting fra hjorteviltbestander. Formålet var ikke å gjennomføre en strengt systematisk litteraturgjennomgang, men å gå igjennom sentrale studier som representerer bredden i problemstillinger, forutsetninger og metodisk tilnærming. Rene teoretiske studier, som ikke har inkludert parameterestimater fra konkrete studiearter, er ikke inkludert. Hensikten med gjennomgangen er å presentere det vi oppfatter som de mest sentrale og relevante arbeidene fra de siste 30 årene. Litteratursøketjenestene Google Scholar (https://scholar.google.com) og Web of Science (https://clarivate.com/webofsciencegroup) ble brukt i søkearbeidet. I tillegg inkluderte vi ikke-vitenskapelige arbeider som har vært grunnlag for omfattende diskusjon i den norske hjorteviltforvaltningen.

Søkeprosessen ble gjennomført i to trinn. Trinn 1 bestod i et ordinært litteratursøk ved bruk av ulike kombinasjoner av søkeordene «ungulate*», «herbivore*», «deer», «harvest*», «hunt*» og «optimal». Søkeresultatene ble deretter gitt en relevansvurdering basert på tittel og sammendrag. Trinn 2 i prosessen bestod i en gjennomgang av litteraturlistene i artiklene plukket ut i trinn 1 (snøballsøk). I tillegg ble studier som refererte til studier plukket ut i trinn 1 gitt en relevansvurdering. I de tilfeller hvor trinn 2 medførte at nye studier ble inkludert, ble en ny trinn 2 gjennomgang gjort for disse nye studiene. Resultatene fra gjennomgangen er presentert i vedlegg 10.1. Tabellen gir en oversikt over hovedproblemstillinger, hovedfunn, metodisk tilnærming og art i de enkelte studiene.

2.2 Teoretiske høstingsmodeller

For å beregne det teoretiske utfallet av ulike avskytingsstrategier for jaktuttak og bestandsstruktur, benyttet vi en deterministisk matrisemodell med kjønns- og aldersspesifikke slaktevekter og rekrutteringsrater (**Tabell 2.1**). Vi laget en modell for elg og en for hjort, og for begge arter benyttet vi slaktevekter, overlevelsesrater (andelen som overlever) og rekrutteringsrater (antall kalv pr. hunndyr før jakt) som ligger nærme gjennomsnittet i norske elg- og hjortebestander. Videre antok vi at slaktevekten for begge arter er 50 % av levendevekten (Austrheim et al. 2008), og benyttet levendevekten for å beregne den metabolske vekten (**Tabell 2.1**) til dyr i ulike kjønns- og aldersklasser (som mål på beiteuttaket).

Modellen tar utgangspunkt i et gitt antall individer i ulike kjønns- og aldersgrupper i år *t* (dvs. startåret). Disse individene vil så gi sitt bidrag til de ulike kjønns- og aldersklassene i år *t+1* (dvs. året etter) i form av overlevelse og reproduksjon. Vi modellerte endringen i bestandsstørrelse og sammensetning fra rett etter jakt i år *t* (dvs. ca. 23. desember) til rett etter jakt i år *t+1*. Med andre ord benyttet vi i modellen den årlige overlevelsesraten (andel individer som overlever) for individer som var i live ved jaktstart, mens overlevelsen for yngre kalver var inkludert i rekrutteringsraten. Det siste ble gjort fordi vi ofte har bedre kunnskap om antallet kalv pr. hunndyr rett før jakta enn rett etter kalving (eks. fra radiomerkede dyr og fra sett dyr-overvåkingen). I kapittel 2.2.1 viser vi skjematisk hvordan matrisemodellen benyttes til å beregne bestandsutvikling og avskyting.

Høstslaktevekter for elg og hjort varierer mellom kjønn og aldersgrupper, og varierer også noe mellom landsdeler. Hos begge arter er hanndyrene i gjennomsnitt tyngre enn hunndyrene, og de fullvoksne dyrene er fra 3 (hunndyr begge arter) til 5 (hanndyr hjort) ganger tyngre enn kalvene (**Tabell 2.1**). Av spesiell interesse er forholdet mellom kalver og åringsdyr da mange av avskytingsstrategiene skiller på den relative avskytingen av disse to kategoriene. Hos begge

arter er det vanlig at åringsdyrene i gjennomsnitt er omkring dobbelt så tunge som kalvene (eks. Solberg et al. 2017). I modellene er åringsdyrene ca. 111 % tyngre enn elgkalvene, og ca. 83 % tyngre enn hjortekalvene (**Tabell 2.1**).

Tabell 2.1. *Parameterverdier benyttet i bestandsmodellen for henholdsvis elg og hjort. Metabolsk vekt er beregnet som (slaktevekt*2)^{0,75}.*

Art	Kjønn og alder	Slaktevekt	Metabolsk vekt	Dødelighets-rate	Rekrutterings-rate
Elg	Kukalv	62	37,2	0,10	0
	Åringsku	131	65,1	0,05	0
	Ku 2 år	166	77,8	0,05	0,20
	Ku 3 år	173	80,2	0,05	1,00
	Ku 4 år +	181	83,0	0,05	1,40
	Oksekalv	66	38,9	0,10	
	Åringsokse	139	68,1	0,05	
	Okse 2 år	182	83,3	0,05	
	Okse 3 år	210	92,8	0,05	
	Okse 4 år +	232	100,0	0,05	
Hjort	Kollekalv	26	19,4	0,12	0
	Åringskolle	44	28,7	0,07	0
	Kolle 2 år	53	33,0	0,07	0,40
	Kolle 3 år	57	34,9	0,07	0,90
	Kolle 4 år +	62	37,2	0,07	0,95
	Bukkekalv	27	19,9	0,12	
	Åringsbukk	52	32,6	0,07	
	Bukk 2 år	70	40,7	0,07	
	Bukk 3 år	83	46,2	0,07	
	Bukk 4 år +	99	52,8	0,07	

For begge arter er hunndyra kjønnsmodne tidligst som åringsdyr og kan komme med kalv som 2-åring. Andelen 2-åringer som kommer med kalv vil variere med dyras kondisjon og følgelig vil det være store forskjeller mellom områder. Dagens bestandstetthet er høy, og kondisjonen er generelt lavere enn hva den var for noen tiår tilbake (Solberg et al. 2017). Av samme grunn er andelen 2-åringer som kommer med kalv relativt lav i de fleste delene av landet. I modellen har vi derfor valgt å sette rekrutteringsratene lavere for 2- og 3- års gamle hunndyr enn for eldre hunndyr av begge arter (**Tabell 2.1**). Legg for øvrig merke til at rekrutteringsraten er høyere for elg enn for hjort og at raten er høyere enn 1 for de eldste elgkyrne (**Tabell 2.1**). Dette skyldes at elgen kan produsere tvillinger. For begge arter antar vi en høy kalvingsrate (andel reproduserende hunndyr) for de eldste hunndyra i bestanden, og en relativt lav kalvedødelighet i løpet av sommeren. Følgelig er også rekrutteringsraten høy for denne aldersgruppen.

Overlevelsen utenom jakt er generelt høy for både elg og hjort i områder uten større rovdyr, som ulv og bjørn. Basert på en rekke ulike elgmerkestudier i Skandinavia anslo Solberg et al. (2005) en gjennomsnittlig naturlig dødelighetsrate på 0,05 i norske bestander (dvs. 95 % overlevelse utenom jakt) og med relativt liten variasjon mellom kjønns- og aldersgrupper. Siden den gang er det gjennomført flere radiomerkestudier av elg i Norge (eks. Rolandsen et al. 2010, Roer et al. 2018, Solberg et al. 2018, Markussen et al. 2018), og i alle disse studiene har den naturlige dødelighetsraten vært relativt moderat. For eksempel ble den estimert til 0,046 for begge kjønn

i elgbestanden i Nord-Trøndelag (Rolandsen et al. 2010), 0,061 for begge kjønn i elgbestanden i Hallingdal og Valdres (Solberg et al. 2018), 0,02 for voksne hunndyr i elgbestanden på Vega, og 0,095 for begge kjønn i elgbestanden på Øvre Romerike (Roer et al. 2018). Sistnevnte område er preget av relativt høy vegtetthet og trafikkintensitet, noe som kan forklare de høyere verdiene.

Fordi kalvene først merkes på vinteren, ved ca. 8 måneders alder, finnes det få estimat på naturlig dødelighetsrate for elgkalver. Ved å følge kalvene til radiomerkede elgkyr er det likevel gjort noen forsøk på å estimere dødeligheten, og i disse studiene er den estimerte dødelighetsraten høyere for kalv enn for voksne individer (Solberg et al. 2005, Markussen et al. 2018). På Vega ble for eksempel dødelighetsraten for kalv estimert til 0,05, mens den var 0,02 for voksne elgkyr. I andre studier har den estimerte dødeligheten av kalv variert mellom 0,02 og 0,17 (Stubsjøen et al. 2000, Ericsson og Wallin 2001), men da gjerne basert på vintersesongen alene. Med bakgrunn i disse verdiene valgte vi i bestandsmodellen for elg å benytte en naturlig dødelighetsrate på 0,10 for kalv og 0,05 for voksne individer (**Tabell 2.1**).

For hjorten eksisterer det få estimat på naturlig dødelighet. Det eneste gode studiet er fra et merkeprosjekt på Nord-Vestlandet og Trøndelag i perioden 1977-1995 (Loison & Langvatn 1998). Resultatene antyder en årlig naturlig dødelighet på 0,07 for voksne individer. Anekdotiske resultat fra et pågående merkeprosjekt lenger sør på Vestlandet antyder en tilsvarende dødelighet (0,09, Solberg et al. 2019). For kalvene eksisterer det ingen dødelighetsestimat, men den er sannsynligvis noe høyere enn for voksne. I bestandsmodellen for hjort har vi valgt å benytte en naturlig dødelighetsrate på 0,12 for kalv og 0,07 for eldre individer (**Tabell 2.1**).

I modellen har vi antatt en bestandsvekstrate (λ) = 1. Dette betyr at bestanden etter jakt hverken øker eller synker fra ett år til det neste (stabil vinterbestand). All tilvekst blir dermed tatt ut i form av jaktutbytte. I tillegg forutsetter vi at kjønnsraten for eldre dyr (1 år +) ikke dreies mer enn til 2:1 (to hunndyr pr. hanndyr). Den bestandsdynamiske effekten av å dreie kjønnsraten mot flere hunndyr er at kalveproduksjonen øker og at flere dyr kan høstes for en gitt vinterbestand. Effekten på kalveproduksjonen av å dreie kjønnsraten til mer ekstreme nivå er mindre kjent da hanndyras bedekningskapasitet er begrenset.

I modellberegningene utforsket vi kun utfallet av relativt moderate avskytingsstrategier da mer ekstreme varianter gjerne kommer i konflikt med normalt gjeldene etiske retningslinjer (eks. mordyr skal ikke felles fra kalv(er)), praktisk gjennomføringsevne (eks. felle kun åringsdyr) eller forutsetningene som er angitt over (eks. felle kun voksne hanndyr). Mer konkret beregnet vi utfallet av 9 ulike avskytingsstrategier varierende fra hovedsakelig åringsdyr og voksne (2 år +) individer i jaktuttaket til hovedsakelig kalv og ungdyr. I tillegg varierte vi uttaket av voksne hunn- og hanndyr slik at bestandens kjønnsrate etter jakt var henholdsvis 1:1 eller 2:1.

Utfallet ble målt som 1) antall individer skutt, 2) samlet slaktevekt av skutte individer, 3) antall skutte hanndyr 2 år og eldre, 4) antall hanndyr 2 år og eldre i bestanden før jakt, 5) nødvendig jaktinnsats (totalt antall jegerdager), 6) nødvendig jaktinnsats pr. felte dyr, 7) antall dyr vinterstid, 8) bestandens metabolske biomasse på sommer og 9) metabolsk biomasse på vinter (et mål på beiteuttaket). Nødvendig total jaktinnsats ble beregnet ut fra forutsetningen om at ett dyr (elg eller hjort) blir sett pr. jegerdag (omkring to ganger gjennomsnittet i norske elgbestander, Solberg et al. 2017) og at dyr i ulike kjønns- og aldersgrupper har samme sannsynlighet for å bli sett og felt. Mindre selektive avskytingsstrategier (dvs. der jaktuttaket avviker lite fra sammensetningen av bestanden) vil kreve lavere jaktinnsats pr. dyr felt (jegerne ser mange dyr som kan felles) enn ved mer selektive avskytingsstrategier (jegerne ser mange dyr som ikke kan felles), men fordi antallet som må felles også varierer, er det ikke gitt hvordan den samlede jaktinnsatsen varierer mellom avskytingsstrategier.

2.2.1 Bestandsmodellering

Bestandsmodelleringen ble gjennomført med utgangspunkt i en deterministisk Leslie-matrise. Matrisemodellen består av en populasjonsvektor (n_t), en projeksjonsmatrise (A) og en høstingsmatrise (H). I populasjonsvektoren finner vi antallet dyr i hver av de fem aldersklassene (kalv, åring, 2-åring, 3-åring, 4 år og eldre) for hunner (*f*) og hanner (*m*) i år *t*,

$$n_{t=}\begin{bmatrix} n_{f,0} \\ n_{f,1} \\ n_{f,2} \\ n_{f,3} \\ n_{f,4+} \\ n_{m,0} \\ n_{m,1} \\ n_{m,2} \\ n_{m,3} \\ n_{m,4+} \end{bmatrix}$$

Projeksjonsmatrisen viser rekrutteringsraten (F_x) og naturlig overlevelsesrate (S_x) for individer i de ulike kjønns- og aldersklassene fra rett etter jakt i år *t* til rett før jakt i år *t+1*. I modellene antar vi en kjønnsrate for kalvene ved rekruttering på 1:1.

$$\boldsymbol{A} = \begin{bmatrix} 0 & F_1/2 & F_2/2 & F_3/2 & F_{4+}/2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ S_{0,f} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & S_{1,f} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & S_{2,f} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & S_{3,f} & S_{4+,f} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & F_1/2 & F_2/2 & F_3/2 & F_{4+}/2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & S_{0,m} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & S_{1,m} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & S_{2,m} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & S_{3,m} & S_{4+,m} \end{bmatrix}$$

Høstingsmatrisen har samme dimensjon som projeksjonsmatrisen og angir høstingsraten (dvs. andelen dyr skutt, h_x) innenfor ulike kjønns- og aldersklasser. I modellene har vi antatt at høstingsraten kan variere mellom kalver (h_0), åringsdyr (h_1) og eldre dyr (h_{2+}), men ikke mellom ulike aldersklasser av eldre dyr.

$$\boldsymbol{H} = \begin{bmatrix} 1 & h_{1,f} & h_{2+,f} & h_{2+,f} & h_{2+,f} & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ h_0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & h_{1,f} & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & h_{2+,f} & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & h_{2+,f} & h_{2+,f} & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & h_{1,f} & h_{2+,f} & h_{2+,f} & h_{2+,f} & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & h_0 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & h_{1,m} & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & h_{2+,m} & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & h_{2+,m} & h_{2+,m} \end{bmatrix}$$

Ved å multiplisere populasjonsvektoren med projeksjonsmatrisen (n_t x A) finner vi den kjønns- og aldersspesifikke bestandsstørrelsen i år *t+1* i fravær av jakt. Dette produktet kan så multipliseres med høstingsmatrisen (n_t x A x H) for å finne hvor mange dyr som kan høstes fra ulike

kjønns- og aldersklasser i år *t+1* for en gitt bestandsvekstrate, λ. Ved å sette λ = 1 beregnes utfallet av de ulike avskytingsstrategiene i en stabil bestand, dvs. en bestand som hverken øker eller synker. Utfallene ble målt som jaktutbytte, jaktinnsats og beiteuttak. Modellen tok ikke hensyn til stokastiske (tilfeldige) effekter (eks. snørike vintre, tørre somre), og antok ingen netto inn- eller utvandring. Modelleringen ble gjennomført i statistikkprogrammet R via RStudio Server versjon 1.3.1093 (RStudio Server 2020), og biblioteket *popbio* (Stubben og Milligan 2007) ble benyttet til matriseberegninger.

I modellen simulerte vi alle tenkelige kombinasjoner av høstingsrater for kalv (0-80 %), åringer (0-80 %), voksne hanndyr (0-66 %) og voksne hunndyr (0-33 %). Dette tar imidlertid mye tid, siden hver kombinasjon må kjøres som en egen simuleringsmodell. I kjøringene valgte vi derfor å dele opp høstingsraten i 30 trinn (f.eks. kalv: 0 %, 2 %, 4 % osv.). Deretter plukker vi ut alle kombinasjoner som gir λ ~1, og kjønnsrate på henholdsvis 1:1 og 2:1.

I neste omgang benyttet vi regresjonsmodeller til å predikere jaktuttak og bestandsstruktur for 9 ulike avskytingsstrategier som er dekkende for de strategiene som benyttes ved høsting av elg og hjort i Norge (**kap. 4 og 5**). Vi benyttet en slik tilnærming da vi selv ved svært mange simuleringer, ikke nødvendigvis oppnår resultater fra kombinasjoner som stemmer nøyaktig overens med en gitt avskytingsstrategi (eks. 20 % kalv, 20 % åringsdyr, 60 % voksne dyr). Regresjonsmodellene hadde en forklaringsprosent (R^2) på ca. 99,5 %, noe som betyr at de predikerte verdiene i de fleste tilfeller var svært presise.

2.2.2 Metabolsk biomasse

Bestandens totale metabolske biomasse ble beregnet som summen av produktet av gjennomsnittlig metabolsk vekt (**Tabell 2.1**) og antall dyr i ulike kjønns- og aldersgrupper på henholdsvis vinter og sommer. Den gjennomsnittlige metabolske vekten ble estimert basert på det allometriske forholdet mellom kroppsmasse og energibehov, kroppsmasse^{0,75} (Kleiber 1961), og der den gjennomsnittlige kroppsmassen innenfor kjønns- og aldersgrupper var gjennomsnittlig slaktevekt x 2 (**Tabell 2.1**). Fordi vi benyttet gjennomsnittlig slaktevekt framfor individuelle slaktevekter vil den estimerte metabolske biomassen av bestanden være et svakt overestimat, men effekten av dette på resultatene er neglisjerbar.

Den metabolske biomassen av bestanden korrigerer for det faktum at små dyr har behov for mer energi pr. kilo kroppsmasse enn store dyr (Demment & Van Soest 1985). Av den grunn vil en bestand bestående av mange små dyr kreve mer mat (energi) enn en bestand med færre store dyr, gitt at den samlede kroppsmassen i de to bestandene er lik. Bestandens metabolske biomasse kan derfor brukes som et mål på det samlede beiteuttaket uten at vi kjenner i detalj hvor mye mat som konsumeres av dyr i ulike kjønns- og aldersklasser (eks. Austrheim et al. 2008). Elgens beiteforbruk gjennom vinteren er tidligere funnet å være nært relatert med dyrenes metabolske biomasse (Sæther et al. 1992) og vi antar at det samme er tilfelle for hjorten.

I modellkjøringene testet vi utfallet ved bruk av to forskjellige skaleringsfaktorer. I det første settet av modeller holdt vi vinterbestandens størrelse konstant (på 1000 dyr), mens vi i det andre settet holdt bestandens metabolske biomasse konstant (på 70 000 kg for elg og 30 000 kg for hjort). På det viset kunne vi også teste hvor mye utfallet varierte som følge av valg av skaleringsfaktor. Ifølge tidligere studier (eks. Solbraa 1998) vil kjøttutbyttet bli vesentlig mye høyere ved å felle eldre fremfor yngre dyr dersom skaleringsfaktoren er metabolsk biomasse (dvs. beiteuttak).

I tillegg til å kvantifisere hvor mye målparameterne endret seg med endringene i avskytingsstrategier, estimerte vi varianskoeffisienten, CV (= standardavvik/gjennomsnittsverdi), for de ulike parameterne. Variasjonskoeffisienten kan si noe om betydningen av å endre avskytingsstrategi for å oppnå en endring i målparameterne. Generelt sett kan det forventes en stor gevinst av å endre på avskytingsstrategien for målparameterne med høy CV (stor relativ variasjon), mens det vil være lite å hente for målparameterne som viser lav variasjon mellom avskytingsstrategier.

2.3 Empiriske resultater

I denne delen benyttet vi tilgjengelig data på avskyting (www.ssb.no), sett elg-data (www.hjorteviltregisteret.no), slaktevekter (www.hjorteviltregisteret.no) og beiteuttak (www.nibio.no) fra 1986 til 2016, med spesielt fokus på tilstanden i årene 2012-2016. Data på avskyting er tilgjengelig fra alle år, og det samme gjelder for sett elg-data fra de fleste elgjakt-kommuner. Data på beiteuttak har vi tilgjengelig fra alle aktuelle kommuner siden 2005 da Lands-skogtakseringen startet med denne typen taksering. Materialet er innsamlet fra et stort nettverk av prøveflater (n ~ 12000) fordelt over hele den skogkledde delen av landet.

Dette er til dels grove overvåkingsdata, men gitt det store antallet kommuner forventet vi likevel å kunne avdekke relevante forskjeller. Så vidt oss bekjent er det aldri tidligere gjennomført en slik vurdering av ulike avskytingsstrategier, og det å få kunnskap om deres ulike kvaliteter vil derfor være av stor interesse.

3 Erfaringer fra tidligere studier

Hva er de bestandsmessige effektene av ulike avskytingsstrategier, og hvilke strategier gir best avkastning? Dette har vært sentrale spørsmål gjennom flere tiår i høstingsstudier for en mengde arter både på land og til vanns. I løpet av den samme perioden har de metodiske verktøyene og kunnskapsgrunnlaget endret seg radikalt, og de forvaltningsmessige målsetningene har endret seg i mer økologisk retning. I dette ligger også en større vektlegging av bærekraftprinsipper og fokus på samfunnsmessige effekter.

Utviklingen i metodiske verktøy og regnekapasitet har gjort at teoretiske modeller i dag kan inkludere stadig flere faktorer og gjensidige påvirkninger (interaksjoner). Dette har gitt økte muligheter til å etterligne kompleksiteten i naturlige systemer, og følgelig har de teoretiske resultatene fått økt overføringsverdi for den praktiske forvaltningen. Alle modellstudier er likevel avhengig av å gjøre visse valg med hensyn til hva som skal vektlegges og hvilke parameterverdier som skal benyttes i modellene. Disse valgene representerer forenklinger av den kompleksiteten som i realiteten påvirker de naturlige bestandene, og er viktig å ha i minnet når den praktiske overføringsverdien vurderes.

Eksperimentelle studier med praktisk utprøving av ulike avskytingsstrategier er et alternativ til modellstudier, men også denne tilnærmingen har en rekke utfordringer. Arealmessig avgrensing av et egnet studieområde, praktisk gjennomføring og tilstrekkelig innsamling av data fra relevante påvirkningsfaktorer er konkrete forhold som må løses. I tillegg er eksperimentelle studier ofte mer tid- og ressurskrevende. Dette er viktige årsaker til at slike studier dessverre er sjeldne.

Den tredje formen for studier av høstingseffekter er såkalte tverrsnittstudier og longitudinelle studier basert på observasjonsdata. Slike studier har som mål å sannsynliggjøre årsaken til konkrete endringer i studerte bestander med utgangspunkt i tidsserier av utvalgte variabler. Styrken ved denne typen studier er at de samlede bestandsresponsene representerer summen av alle effektene som faktisk påvirker bestandene. Det kan likevel være utfordrende å skille mellom rent korrelative sammenhenger og faktiske årsaks- og virkningsforhold. En må også utvise forsiktighet ved overføring av resultater fra systemspesifikke enkeltstudier (eksempelvis elg i Trøndelag) til andre arter eller studiesystemer. Til sist må man huske på at dokumenterbare sammenhenger ikke kan ekstrapoleres utover variasjonsbredden til de ulike variablene som faktisk er representert i datamaterialet.

Sammen utgjør de tre beskrevne studietilnærmingene den vitenskapelige læringsarenaen for å forstå sammenhengen mellom avskytingsstrategier og høstingseffekter. I den følgende gjennomgangen vil vi gi en presentasjon av sentrale funn fra tidligere studier og viktige utviklingstrekk i metodiske verktøy og tilnærminger.

3.1 Tidlige studier – generelle funn

Et grunnleggende premiss i de fleste studiene som omfatter høstingsmodeller for hjortevilt, er at jaktuttaket bidrar til å regulere bestandens størrelse, demografiske sammensetning og produksjonspotensial. Høstingsuttaket kommer i tillegg til naturlig dødelighet og kan målrettes mot ulike kjønn og alderskategorier.

De to eldste studiene i litteraturgjennomgangen var ledet av Susanne Sylvén og omhandlet optimale avskytingsstrategier for elg (Sylvén 1995, Sylvén et al. 1987). De alternative maksimaliseringsmålene var enten antall felte individer, antall felte troféokser (≥ 5 år) eller kilo kjøtt høstet. Felles for de tidlige studiene var at de kun fokuserte på elgbestanden uten hensyn til ressursgrunnlaget, tetthetsavhengige bestandseffekter, andre samfunnsinteresser etc. Mange av de generelle hovedresultatene har likevel vist seg å være robuste over tid, på tvers av arter og ved inkludering av alternative kostnads- og nytteaspekter.

Blant de generelle hovedresultatene bør følgende funn fremheves:

- Gjennomsnittsalder blant eldre dyr øker ved økende andel kalver og ettåringer i uttaket
- Flere elger kan felles ved økende andel kalv i uttaket
- Kjøttutbyttet øker ved synkende andel kalv og økende andel åringsdyr og eldre individer i uttaket
- Bestandens kjønnsrate og hunndyrenes gjennomsnittsalder har stor innvirkning på bestandens produktivitet og tilvekstrate
- Uttaket av troféokser vil være vedvarende høyest når kjønnsraten i uttaket samsvarer med kjønnsraten i rekrutteringen

Sylvén et al. (1987) var også tidlig ute med å påpeke generelle utfordringer knyttet til reduksjonsavskyting. Spesielt gjaldt dette ved overhøsting av hunndyrsegmentet. Slik overhøsting kan få langvarige konsekvenser for aldersstrukturen og produksjonsevnen i bestanden. En robust reduksjonsavskyting må derfor ta hensyn til kjønnsfordelingen i rekrutteringen og til den demografiske fordelingen i den stående bestanden. Om ikke kan det ta mange år å restituere bestandens produktivitet og vekstrate (Sæther et al. 1992).

3.2 Inkludering av beiteressurser og vekstpotensial

En generell antagelse for hjorteviltbestander ved våre breddegrader, er at ressurstilgangen vinterstid begrenser bestandsstørrelsen og at ressurstilgangen gjennom sommeren begrenser bestandstilveksten. Prosjektet Elg-Skog-Samfunn (Sæther et al. 1992) bidrog til utarbeiding av metodikk for kvantifisering av vinterbeitetilgangen for norsk elg. Dette studiet viste at produksjonen av vinterbeite per arealenhet varierer mye mellom områder og følgelig er det betydelig variasjon i hvor stor vinterbestand av elg et område kan opprettholde over tid.

Dyr i ulike alderskategorier trenger varierende mengde mat for å overleve vinteren. Samtidig har de varierende vekst- og produksjonspotensial i kommende vekstsesong. Dersom den overordnede målsetningen er å maksimere kjøttuttaket, vil de aldersspesifikke forskjellene i vinterbeitebehov ha konsekvenser for valg av avskytingsstrategi. Som poengtert i introduksjonen var professor Knut Solbraa tidlig ute med å påpeke dette forholdet, og han har i en rekke påfølgende artikler vist konsekvensene dette har for valg av avskytingsstrategi. I følge Solbraa (1998) vil maksimalt kjøttuttak kunne oppnås ved lavt uttak av kalv og hardere beskatning av ettåringer av begge kjønn. I tillegg vil en dreiing av kjønnsraten i bestanden i favør av hunndyr resultere i større kalveproduksjon og følgelig raskere tilvekst og større kjøttproduksjon.

Ønsket om å optimalisere viltets verdiskaping gitt ulike verdimål eller begrensninger har vært grunnlag for sterke diskusjoner på ulike forvaltningsarenaer. I tillegg er fordelingsprinsipper, forutsigbarhet og praktisk gjennomførbarhet forhold som påvirker det endelige strategivalget. Hensynet til de sistnevnte forholdene er sannsynligvis en viktig årsak til at konseptet med terskelhøsting (Sæther et al. 2001) ikke har fått gjennomslag innen hjorteviltforvaltningen. Terskelhøsting innebærer at det defineres en nedre bestandsgrense for når høsting er tillatt. Når denne grensen overstiges høstes hele overskuddet i løpet av en sesong. Motsatt vil det ikke være tilrådelig å høste noen dyr når bestanden befinner seg under grenseverdien. Beregninger viser at terskelhøsting gir større avkastning enn alternative strategier med et mer forutsigbart høstingsuttak. Fordelene med terskelhøsting er spesielt store ved høy kalvedødelighet, stor variasjon i miljøbetingelser og sterke tetthetsavhengige effekter på overlevelsen (Sæther et al. 2001). Det er imidlertid store praktiske utfordringer knyttet til utøvelsen av terskelhøsting rent jaktmessig, og i forhold til å innhente tilstrekkelig presise bestandsdata. Fordi hjorteviltjakta gjennomføres som rekreasjonsjakt er det også tvilsomt om jegerstanden vil være i stand til å gjennomføre (og akseptere) en jaktstrategi som innebærer store variasjoner i antallet dyr som kan høstes hvert år.

3.3 Verdisettingskriterier og effekter av inn- og utvandring

Verdisettingen av hjorteviltet i Norge har primært vært basert på kjøttverdi. Dette har følgelig konsekvenser for den demografiske utformingen av bestandene og for sammensetningen av uttaket. I land med andre verdisettingskriterier vil avskytingsstrategiene være tilpasset disse. I Skottland er eksempelvis jakta på hanndyr tradisjonelt en langt større inntektskilde for jaktrettshaverne enn inntekter basert på salg av viltkjøtt (Milner-Gulland et al. 2004). Gode bakgrunnsdata om tetthetsavhengige bestandseffekter knyttet til inn- og utvandring, reproduksjon og dødelighet har likevel gitt verdifull innsikt i mekanismer med stor overføringsverdi til norske forhold.

Clutton-Brock et al. (2002) viste hvordan økt bestandstetthet hos hjort resulterer i redusert andel fødte bukkekalver, generell reduksjon i overlevelse for alle alderskategorier og økt netto utvandring av bukker. Optimal utnyttelse av en bestands produksjonspotensial og et områdes bæreevne, vil derfor innebære at bestanden holdes på et nivå godt under den naturlige bæreevnen (Clutton-Brock et al. 2002, Milner-Gulland et al. 2004). Milner-Gulland et al. (2004) viste også at suboptimal høsting av nærliggende delbestander kan utnyttes til å øke jaktuttaket og verdiskapingen fra egen delbestand. Tilgang til gode overvåkingsdata er et vilkår for å kunne realisere en slik gevinst.

Et forvaltningsregime drevet av troféhøsting ble også modellert for en norsk elgbestand (Naevdal et al. 2012). Resultatene fra denne studien viste at en troféavgift (30 000,- pr. elgokse ≥ 2 år) ga vesentlig større økonomisk utbytte fra en elgbestand enn «ren kjøttjakt». En optimal avskytingsstrategi innebar null høsting av kalver eller ettåringer, betydelig høsting av eldre kyr og en sterk hanndyrdreining av bestanden. Manglende forankring i en reell forvaltningssetting og bestandsøkologiske mekanismer gjør derimot at resultatene fra denne studien har liten praktisk overføringsverdi til dagens bestandsforvaltning.

3.4 Predasjon

Predasjon fra store rovdyr kan ha stor innvirkning på høstingsgrunnlaget fra hjorteviltbestander. I Norge og Sverige tiltok denne tematikken med ulvens og bjørnens reetablering og bestandsøkning på 1990-tallet. Den økte predasjonen fikk stor innvirkning på høstingsgrunnlaget i mange elgjaktområder. Som en følge av dette ble det gjennomført modelleringsstudier (Solberg et al. 2003; Jonzén et al. 2013, Nilsen et al. 2005), og utarbeidet praktiske veiledere som støtte for det lokale forvaltningsarbeidet (Sand et al. 2011).

Predasjon fra store rovdyr medfører størst økning i dødelighetsratene for de yngste alderskategoriene. Voksne individer av begge kjønn er generelt mindre utsatt. Samtidig vil predasjonstakten (antall dyr drept pr. tidsenhet) innenfor et område (eksempelvis et ulverevir) vanligvis nå et metningsnivå fordi antallet rovdyr som kan leve i et gitt område er begrenset. I områder med store rovdyr, kan jaktuttaket delvis opprettholdes ved å øke den lokale elgbestanden eller dreie kjønnsraten mot hunndyr (Jonzén et al. 2013, Nilsen et al. 2005). Hva som til enhver tid vil være den mest optimale bestandsstruktur og avskytingsstrategi vil avhenge av rovdyrtetthet og størrelsen på byttedyrbestanden. I praksis vil det imidlertid være vanskelig å oppnå kompensasjon for predasjonstapet gjennom slike rettede tiltak.

3.5 Beiteskader og andre samfunnskostnader

Hjorteviltbestander forårsaker betydelige beiteskader på økonomisk viktige treslag i mange europeiske land (Reimoser & Putman 2011). Wam og Hofstad (2007) sammenlignet estimert verdiskaping fra elg og skogbruk innen områder med varierende produktivitet. Skogbruket stod for 69 % eller mer av den samlede verdiproduksjonen. Bare i områder med særdeles dårlig vilkår for skogbruket, eller i tilfeller med svært høye priser for elgjakta, kan elgjakt forventes å generere

større verdier til grunneier enn skogbruket. Hensynet til skadebelastning er derfor en viktig premissleverandør i elgforvaltningen. Likevel kan det synes som om de negative effektene av beiteskader og andre samfunnsøkonomiske kostnader ikke vektlegges tilstrekkelig i den utøvende forvaltningen (Olaussen & Skonhoft 2011). En utfordring er at skadene ofte er flekkvis fordelt, og at skadeomfanget kan avvike fra det enkelte områdes mulighet til å generere inntekter gjennom jakt. Samtidig kan skadeproblematikken være fraværende i andre områder som inngår i hjorteviltbestandens helårsleveområde. Slike romlige skjevheter i kostnads- og inntektsfordelingen er utfordrende å håndtere for den lokale forvaltningen.

Flere studier fra Skandinavia inkluderer beiteskader i høstingsmodeller for elg og hjort. Olaussen og Skonhoft (2011) beregnet økonomisk optimale bestandsstørrelser og avskytingsstrategier for elg gitt tre ulike kostnadsscenarier: 1) Ingen hensyn til elgbestandens kostnadssider, 2) inkludering av beitekostnader (differensiert mellom kalver, ettåringer og voksne), og 3) inkludering av beite- og trafikk-kostnader (sistnevnte differensiert mellom kalver, åringer, eldre kyr og eldre okser). De tre scenariene resulterte i svært ulik bestandsstørrelse, -sammensetning og avskytingsstrategier. Felles for alle scenariene var at bestandene var betydelig hunndyrdominert. Alternativ 1 resulterte i den høyeste bestandsstørrelsen, og en avskytingsstrategi uten kalver og voksne kyr i uttaket. I dette tilfellet bestod jaktuttaket av 92 % ettåringer og resten eldre okser. Jaktuttaket av ettåringene var likt fordelt mellom hann- og hunndyr og representerte hele 81 % av alle dyrene i dette alderssegmentet. Alternativ 2 medførte 17 % reduksjon i den optimale bestandsstørrelsen etter jakt. I tillegg ble ettåringer fredet under jakta. Det ble felt like mange kalver som kyr og noe flere eldre okser. 80 % av alle eldre okser i bestanden før jakt ble felt. Alternativ 3 medførte en ytterligere reduksjon av vinterbestanden (36 % reduksjon sammenlignet med scenario 1). Fordelingen av jaktuttaket mellom kategorier var som for scenario 2, men med enda hardere jakttrykk på de eldre oksene. Hele 94 % av alle eldre okser i bestanden før jakt ble felt.

Resultatene fra de tre scenariene i Olaussen og Skonhoft (2011) illustrerer hvordan ulike kostnadssider ved hjorteviltet kan gi store utslag på den økonomiske verdiberegningen av hjorteviltet. Det er derimot ikke gjort noen vurdering av den praktiske gjennomførbarheten til de ulike alternativene. Et liknende studium for hjort illustrerte at beiteskader påført i løpet av vekstsesongen hadde betydelige konsekvenser for den optimale bestandsstørrelsen og sammensetningen av jaktuttaket (Skonhoft et al. 2013). Sistnevnte arbeid verdsatte også selve jaktinnsatsen i form av en daglig rekreasjonsverdi. Slike studier vil alltid være en forenkling av virkeligheten. Hovedbudskapet er uansett at ulike typer kostnader vil bidra til å redusere den optimale bestandsstørrelsen. Forhold som bidrar til at enkelte kjønn eller alderskategorier verdsettes høyere enn andre, enten i form av salgsverdi, vekstpotensial eller reproduktiv nytteverdi, vil naturlig nok gjenspeiles i både jaktuttaket og i bestandsstrukturen.

Godt fungerende forvaltningssamarbeid er nødvendig for å oppnå mest mulig optimale løsninger i praksis (Nilsen et al. 2009, Skonhoft 2005, Skonhoft & Olaussen 2005). Nilsen et al. (2009) tok utgangspunkt i situasjonen i Stor-Elvdal hvor sesongtrekkende elg og ulik grad av ulvepredasjon skaper utfordringer for elgforvaltningen. Studiet viste at ulik fordeling av predasjon og/eller beiteskader i kombinasjon med sesongtrekkende bestander krever utstrakt samarbeid for å nå definerte forvaltningsmål. Dårlig samarbeid resulterer i suboptimale løsninger og manglende oppnåelse av forvaltningsmål.

3.6 Kompleksitet og praktisk forvaltning

Den store fordelen med modellstudier er at en kompleks verden kan forenkles. På denne måten kan effekten av enkeltfaktorer isoleres og betydningen av disse studeres. Viktige premisser for nytteverdien av slike studier av jaktbare arter, er god forståelse av biologiske mekanismer knyttet til eksempelvis bestandstetthet, bestandsstruktur og naturlig bæreevne. I tillegg er innsikt i sosiale drivere (for jegere / grunneiere) og administrative / organisatoriske begrensninger (jaktorganisering / samarbeidsordninger) knyttet til den praktiske jaktutøvelsen nødvendig. Når disse

forholdene blir ivaretatt kan modellstudier bidra med nyttig innsikt med stor overføringsverdi til den praktiske forvaltningen.

I det virkelige livet vil også varierende miljøforhold påvirke dyras ressurstilgang og -behov. I tillegg kan mellomartskonkurranse, sykdom eller forstyrrelser ha innvirkning på en bestands utvikling. Når det gjelder den praktiske gjennomføringen av selve jakten, vil det være en rekke forhold som både påvirker jaktas effektivitet, og jegernes motivasjon og tidsbruk. De sistnevnte forholdene har direkte betydning på gjennomførbarheten av ulike forvaltningsmodeller. Likevel er disse elementene i svært liten grad vektlagt i studiene vi har gjennomgått.

Alle begrensninger / reguleringer av den praktiske jakten representerer en tidsmessig kostnad, eller sagt med andre ord, reduserer jakteffektiviteten. Av den grunn vil et balansert, bestandsrepresentativt, uttak være enklere å gjennomføre enn et ubalansert uttak (McCullough 2001).

4 Prediksjoner fra teoretiske høstingsmodeller for elg

I den teoretiske elgjaktmodellen undersøkte vi hvordan 9 ulike avskytingsstrategier påvirker bestandens størrelse og sammensetning, i tillegg til jaktinnsats og jaktutbytte. Jaktutbyttet ble målt som antall felte dyr, mengde kjøtt, og antallet eldre okser i avskytingen. For å gjøre resultatene sammenliknbare mellom strategier tok vi utgangspunkt i en vinterbestand med 1000 dyr og en kjønnsrate på 1:1 eller 2:1 (2 kyr pr. okse) etter jakt. Deretter viser vi det samme forholdet for en bestand med et konstant beiteuttak, og der antallet dyr i vinterbestanden kan variere. Samtidig beholdt vi målsetning om at kjønnsraten skal være enten 1:1 eller 2:1 (2 kyr pr. okse) i vinterbestanden. Som et relativt mål på beiteuttaket benyttet vi den metabolske biomassen til alle dyra i vinterbestanden. Vi satte biomassen til 70 000 kg, noe som er omkring den metabolske biomassen til en gjennomsnittlig norsk elgbestand på 1000 individer.

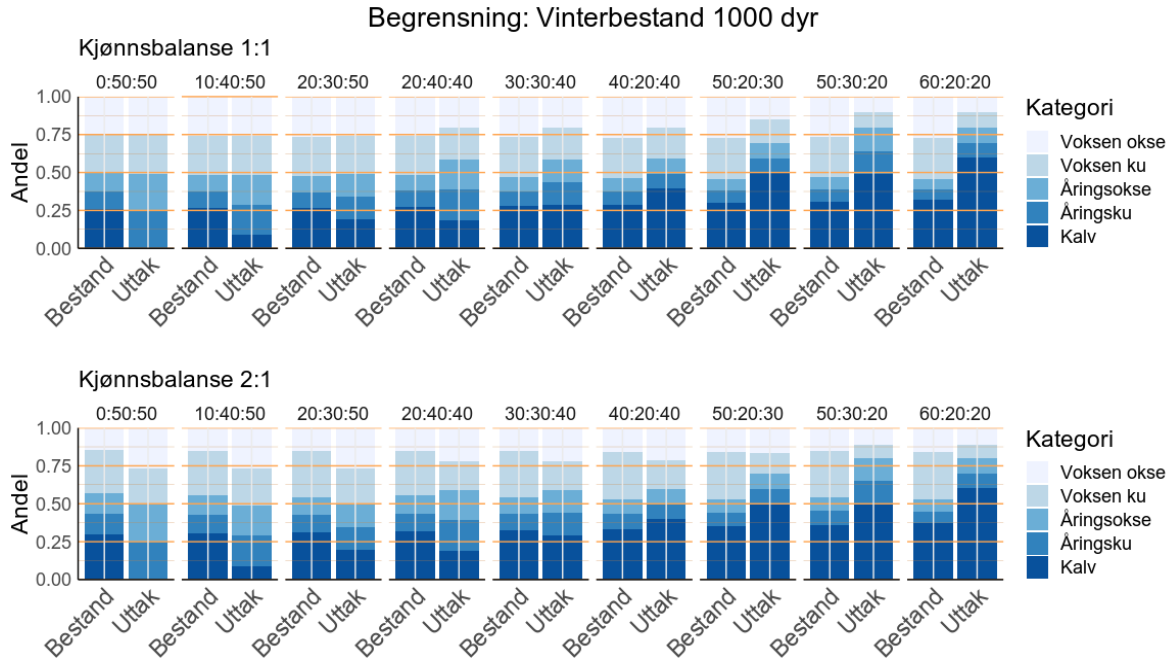
Avskytingsstrategiene varierte fra svært voksendominerte (0:50:50) til svært kalvedominerte (60:20:20), der tallene i parentes viser fordelingen av henholdsvis kalv, ettåringer og eldre dyr i jaktuttaket. Alle avskytingsstrategiene benyttes i en eller flere norske kommuner, selv om de mest selektive er lite brukt. Med selektiv mener vi her i hvilken grad sammensetningen av jaktuttaket avviker fra sammensetningen av bestanden før jakt. Som mål på dette beregnet vi en seleksjonsindeks som summen av absoluttverdien av differansen mellom andelen dyr i ulike kjønns- og alderskategorier (kalv, åringsokse, åringsku, okse, ku) i bestand og i jaktuttak. Indeksverdiene vil da variere fra 0 til 1, der 1 er mest selektivt. Avskytingsstrategier som avviker mye fra sammensetningen av bestanden før jakt er å betrakte som svært selektive, mens de som avviker lite er å betrakte som svakt selektive. Dersom avskytingen fordeler seg tilfeldig mellom kjønns- og aldersgrupper i bestanden før jakt (bestandsrepresentativ avskyting) blir seleksjonsindeksen lik 0.

4.1 Kjønns- og alderssammensetning i bestand og jaktuttak

De ulike avskytingsstrategiene for elg varierer fra et uttak dominert av åringsdyr og voksne (2 år +) individer (kvotefordeling 0:50:50) til et uttak dominert av kalv (kvotefordeling 60:20:20) (**Figur 4.1.1**). Begge avskytingsstrategiene er å betrakte som rimelig selektive da jaktuttaket avviker mye fra sammensetningen av bestanden før jakt (**Tabell 4.1.1**). I den første felles det ingen kalv, til tross for at det er hele 26 % kalv i bestanden før jakt (kjønnsrate 1:1), mens det i den andre felles 60 % kalv fra en bestand der kalvene utgjør 27 % (**Figur 4.1.1**, øvre panel). Også de andre strategier med høy kalveavskyting er ganske selektive når bestandens kjønnsrate er balansert (**Tabell 4.1.1**).

Med de minst selektive strategiene høstes det dyr fra alle kjønns- og aldersgrupper og flest dyr fra de mest dominerende. Av den grunn vil også graden av selektivitet variere mellom bestander med skjev og balansert kjønnsrate. I bestander med skjev kjønnsrate er det lav andel okser og høy andel kalv, og fordi halvparten av kalvene er hanndyr må det høstes veldig selektivt for å opprettholde en slik bestand (**Tabell 4.1.1**). Det motsatte er tilfelle når kjønnsraten er balansert og det høstes en del kalv og ungdyr (eks. 20:30:50, 30:30:40). I slike bestander produseres det relativt sett færre kalver og jakttrykket i de ulike kjønns- og aldergruppene vil være relativt likt (seleksjonsindeks 0,18, **Tabell 4.1.1, Figur 4.1.1**). Jakttrykket viser hvor stor andel av en kjønns- og alderskategori i bestanden før jakt som felles i løpet av jakta.

I **Figur 4.1.1** (nedre panel) ser vi også hvordan forskjellene i kjønnsrate påvirker bestandens produktivitet positivt. Når kjønnsraten øker fra 1 til 2 ku pr. okse, øker andelen kalv i bestanden før jakt med rundt 23 %. En ytterligere økning i kalveproduksjonen kan oppnås ved å dreie kjønnsraten enda skjevere, forutsatt at de gjenværende oksene er i stand til å bedekke alle de kjønnsmodne kyrne. Fordi vi har relativt lite kunnskap om oksenes bedekningskapasitet, har vi valgt å ikke vise den teoretiske effekten av enda skjevere kjønnsrater.



Figur 4.1.1. *Fordeling av ulike kjønns- og aldersklasser i bestanden før jakt (Bestand) og i jaktuttaket (Uttak) ved ulike avskytingsstrategier. Data fra en teoretisk bestand på 1000 vinterdyr og en kjønnsrate blant voksne individer (1 år og eldre) på 1 (1:1) eller 2 (2:1) ku pr. okse etter jakt. Avskytingsstrategiene er vist som prosentandelen kalv, åringsdyr og voksne (kalv:åringsdyr:voksne). Det antas at kjønnsfordelingen blant felte kalver er 1:1, mens kjønnsfordelingen av felte åringsdyr og voksne dyr er gitt av kjønnsbalansen i bestanden før jakt og vinterbestandens størrelse (dvs. kjønnsbalansen og vinterbestanden holdes konstant). Se* ***Figur 11.2.1*** *for tilsvarende fordeling i bestander med konstant beitetrykk.*

Tabell 4.1.1. *Seleksjonsindeks for ulike avskytingsstrategier. Skalering A: Bestander med konstant antall vinterdyr (1000 individer), B: Bestander med konstant beiteuttak (metabolsk biomasse vinterstid = 70 000 kg).*

		Avskytingsstrategi								
		0:50:50	**10:40:50**	**20:30:50**	**20:40:40**	**30:30:40**	**40:20:40**	**50:20:30**	**50:30:20**	**60:20:20**
Skalering	**Kjønnsrate**	**Seleksjonsindeks**								
A	1:1	0,52	0,35	0,18	0,38	0,21	0,26	0,47	0,64	0,68
A	2:1	0,70	0,52	0,36	0,46	0,29	0,25	0,34	0,51	0,54
B	1:1	0,52	0,37	0,20	0,41	0,23	0,27	0,48	0,64	0,68
B	2:1	0,69	0,52	0,36	0,46	0,30	0,24	0,34	0,51	0,54

Graden av jaktselektivitet påvirker også alderssammensetningen etter jakt og dermed bestandens produktivitet og neste års kalveproduksjon. De mest selektive avskytingsstrategiene hadde den største effekten på bestandens aldersstruktur, mens aldersstrukturen forble tilnærmet uforandret gjennom jakta når avskytingen var lite selektiv (**Figur 11.2.2** og **11.2.3**). Endringene var

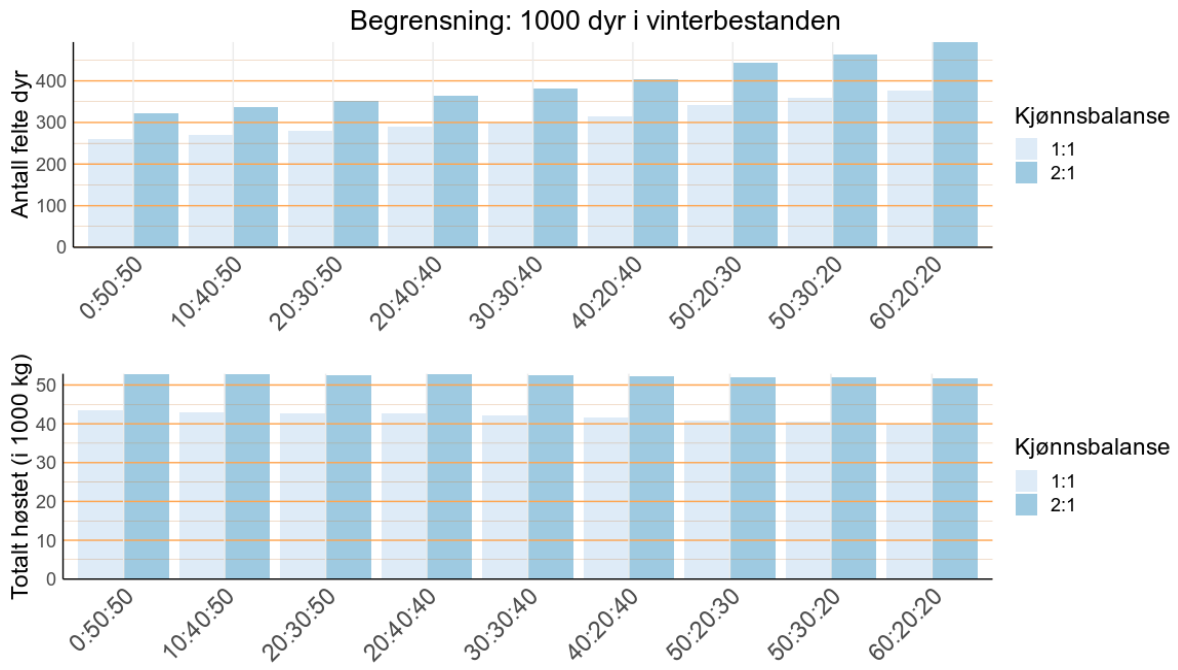
spesielt store når avskytingen var sterkt kalv- og ungdyrdominert, da en slik avskyting fører til lavt jakttrykk på eldre individer og høyere gjennomsnittsalder i bestanden. Fordi elgkyrnes produktivitet øker med alderen, vil antallet kalv pr. ku før jakt være vesentlig høyere i en bestand som høstes med kalv- og ungdyrdominerte avskytingsstrategier (**Figur 11.2.6**). Også oksenes gjennomsnittsalder økte med andelen kalv og ungdyr i avskytingen, med den følge at andelen fullvoksne okser (5 år og eldre) er høyere i bestanden (**Figur 11.2.3**).

Det var kun mindre effekter på kjønns- og alderssammensetningen av å endre på skaleringsfaktoren (**Figur 11.2.1**) og av den grunn var det kun små forskjeller i seleksjonsindeks mellom bestander med konstant antall vinterdyr og bestander med konstant beiteuttak (**Tabell 4.1.1**).

4.2 Antall elg felt og mengde kjøtt høstet

I tråd med tidligere teoretiske studier, finner vi at antallet felte dyr (uavhengig av kjønn- og alder) er høyest dersom jaktuttaket er dominert av unge dyr (**Figur 4.2.1**, øvre panel). Det kan felles omkring 45 % flere dyr dersom uttaket endres fra den mest voksendominerte (0:50:50) til den minst voksendominerte avskytingsstrategien (60:20:20) i **Figur 4.2.1**. Forskjellene i antall dyr felt er langt mindre (≈14 %) dersom vi kun øker fra 20 % til 40 % kalv i uttaket (**Figur 4.2.1**).

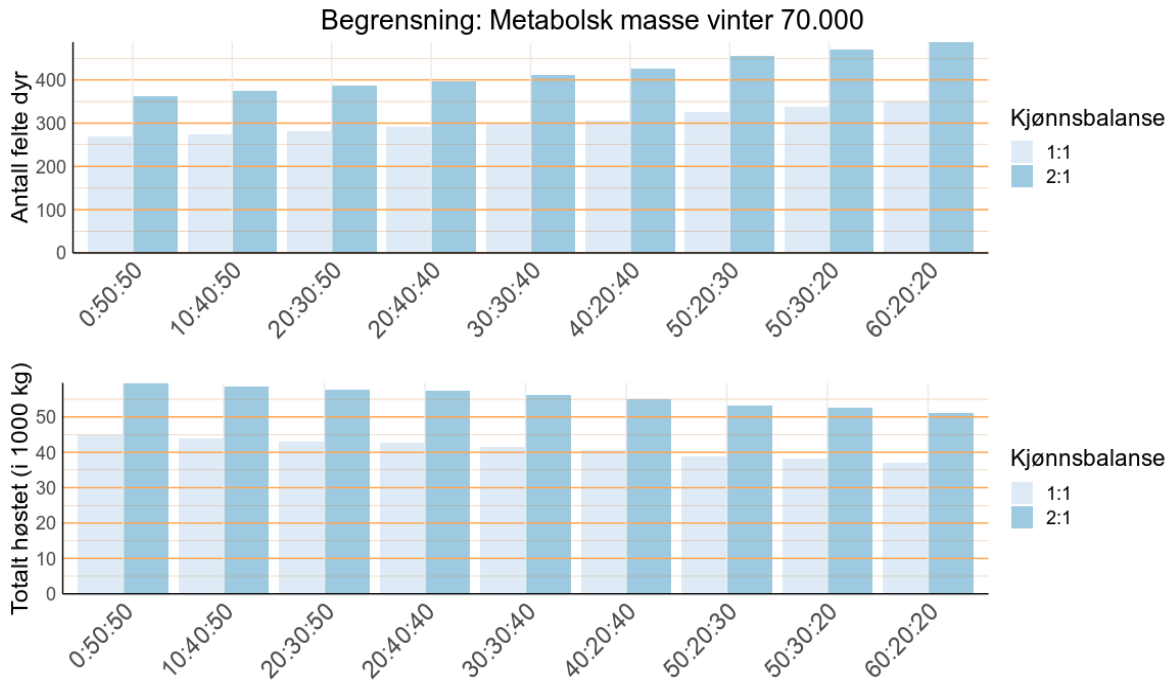
Som forventet er det også en positiv effekt på antallet felte dyr av å dreie kjønnsraten i bestanden mot flere kyr (**Figur 4.2.1**, øvre panel). I gjennomsnitt øker uttaket med omtrent 27 % når kjønnsraten i bestanden dreies fra 1 til 2 kyr pr. okse før jakt.



Figur 4.2.1. *Antall elg felt (øverst) og mengden elgkjøtt høstet (nederst) med ulike avskytingsstrategier. Data fra en teoretisk bestand på 1000 vinterdyr og en kjønnsrate blant voksne individer (1 år og eldre) på 1 (1:1) eller 2 (2:1) ku pr. okse etter jakt. Avskytingsstrategiene er vist som prosentandelen kalv, åringsdyr og voksne (kalv:åringsdyr:voksne). Det antas at kjønnsfordelingen blant felte kalver er 1:1, mens kjønnsfordelingen av felte åringsdyr og voksne dyr er gitt av kjønnsbalansen i bestanden før jakt og vinterbestandens størrelse (dvs. kjønnsbalansen og vinterbestanden holdes konstant).*

Mengden elgkjøtt som kan høstes viser den motsatte utviklingen i forhold til avskytingsstrategi (**Figur 4.2.1**, nedre panel). Mest kjøtt kan høstes fra en gitt vinterbestand dersom det i hovedsak felles voksne individer, mens det blir mindre kjøtt totalt når uttaket domineres av kalv. Uttaket av kjøtt var om lag 9 % høyere for den mest voksendominerte avskytingsstrategien (0:50:50) sammenlignet med den mest kalvedominerte (60:20:20) i en bestand med balansert kjønnsrate. Som i tilfelle med antall dyr felt er det også her en gevinst av å dreie kjønnsraten i retning av flere hunndyr i bestanden. I gjennomsnitt er det mulig å høste tilnærmet 27 % mer kjøtt ved å dreie kjønnsraten etter jakt fra 1 til 2 kyr pr. okse (**Figur 4.2.1**, nedre panel). Samtidig er det verdt å merke seg at effekten av å variere på avskytingsstrategi blir liten når bestanden har en skjev kjønnsrate (**Figur 4.2.2**).

Når vi endret modellbestanden til å ha konstant beiteuttak vinterstid, fant vi mye av det samme mønsteret. Effekten av varierende avskytingsstrategi var imidlertid noe mindre med hensyn til antallet dyr felt, og noe større med hensyn til antall kilo kjøtt høstet. Omkring 30 % flere dyr kan høstes ved å følge den mest kalv- og ungdyrdominerte avskytingsstrategien i forhold til den mest voksendominerte avskytingsstrategien, mens forskjellene er langt lavere mellom de mest moderate avskytingsstrategiene (20:40:40 vs. 40:20:40, **Figur 4.2.2**). Motsatt ser vi at den mest voksendominerte avskytingsstrategien kan gi en avkastning av kjøtt som er 21 % høyere enn om en stor andel av jaktuttaket består av kalv (**Figur 4.2.2**). Forskjellen er betraktelig mindre mellom de mest moderate avskytingsstrategiene (**Figur 4.2.2**).



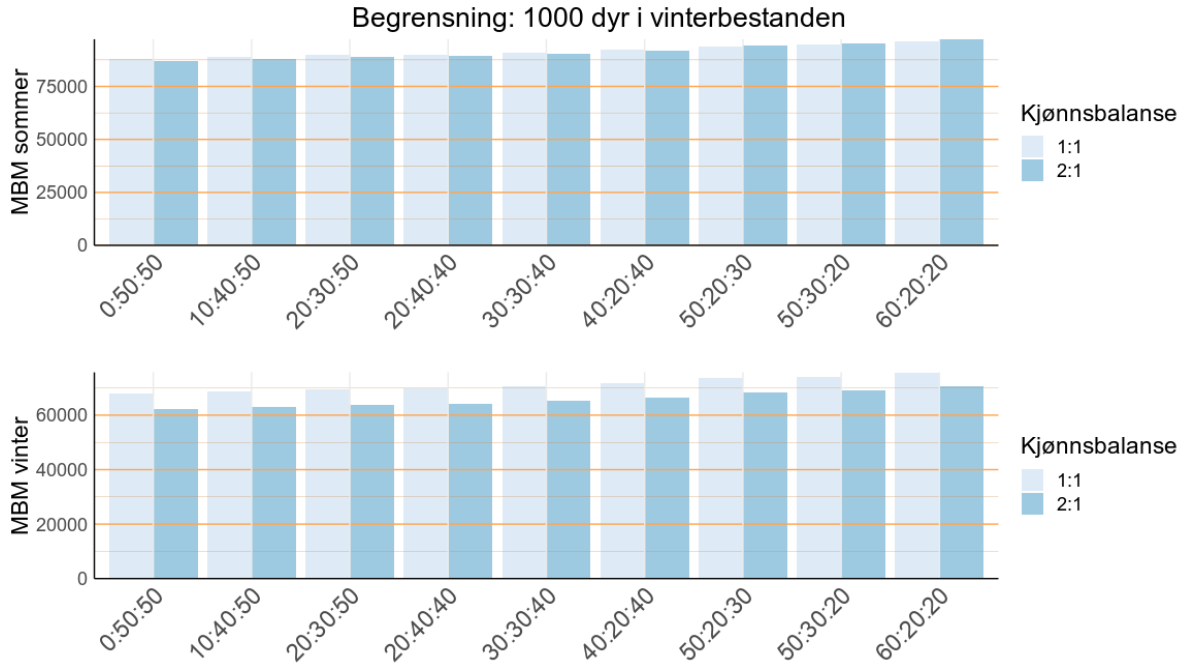
Figur 4.2.2. *Antall elg felt (øverst) og mengden elgkjøtt høstet (nederst) ved ulike avskytingsstrategier. Data fra en teoretisk bestand med metabolsk biomasse på totalt 70 000 kg og en kjønnsrate blant voksne individer (1 år og eldre) på 1 (1:1) eller 2 (2:1) ku pr. okse etter jakt. Avskytingsstrategiene er vist som prosentandelen kalv, åringsdyr og voksne (kalv:åringsdyr:voksne). Det antas at kjønnsfordelingen blant felte kalver er 1:1, mens kjønnsfordelingen av felte åringsdyr og voksne dyr er gitt av kjønnsbalansen i bestanden før jakt og vinterbestandens metabolske biomasse (dvs. kjønnsbalansen og bestandens metabolske biomasse holdes konstant).*

Også effekten av å endre kjønnsraten fra 1 til 2 ku pr. okse blir større når beiteuttaket holdes konstant (**Figur 4.2.2**). I gjennomsnitt ble det høstet omkring 38 % flere dyr og 35 % mer kjøtt når kjønnsraten økte fra 1 til 2 kyr pr. okse. Til sammenligning var forskjellen for begge 27 % i

modellen med konstant vinterbestand (**Figur 4.2.1**). Årsaken til forskjellene er relatert til forskjellene i matinntak mellom kalv og voksne. Når kjønnsraten er skjev, produseres det relativt sett flere kalv (**Figur 4.1.1**) og bestanden kan bestå av flere vinterdyr ved et gitt beiteuttak.

4.3 Metabolsk biomasse (beiteuttak) og bestandsstørrelse

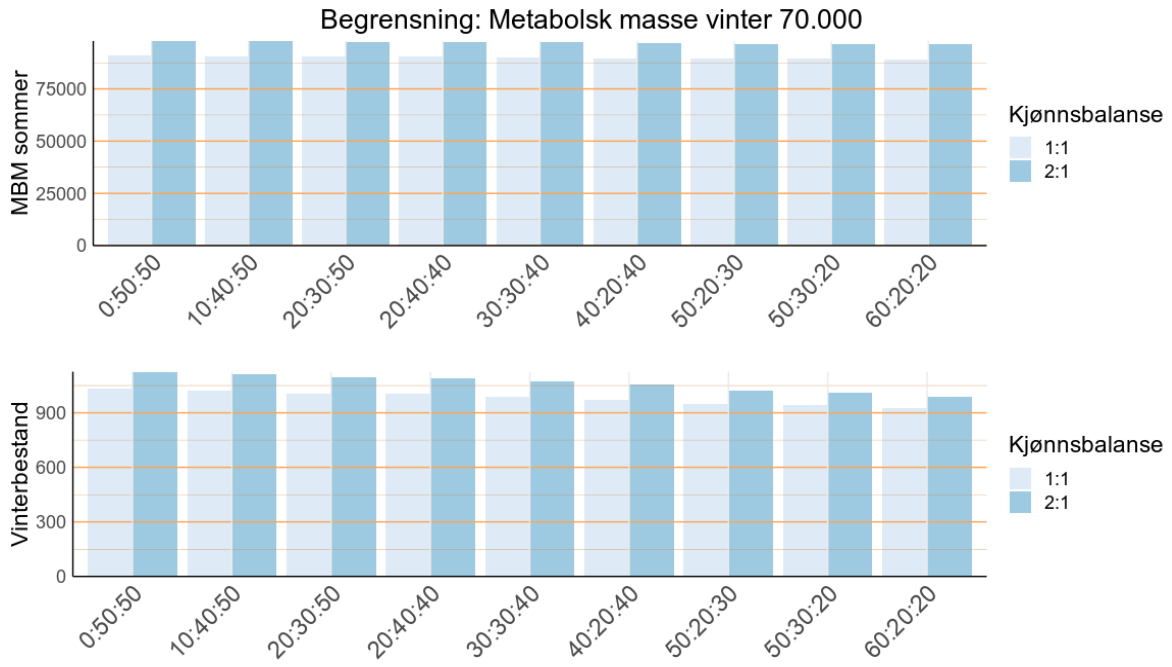
I bestander med konstant antall vinterdyr vil den metabolske biomasse sommer og vinter variere fordi avskytingsstrategien påvirker alderssammensetningen (**Figur 11.2.2, 11.2.3**). En kalv er betraktelig mindre enn et voksent individ og krever mindre mat. Et stort kalveuttak (eks. 60:20:20) vil derfor skape bestander med høyere metabolsk biomasse vinterstid (eks. 0:50:50, **Figur 4.3.1**). Forskjellene i metabolsk biomasse er imidlertid relativt små (**Figur 4.3.1**), og mindre enn hva vi kunne forvente basert på forskjellene i antall dyr og mengde kjøtt høstet. Dette er fordi kalvene har behov for mer mat pr. kilo kroppsmasse enn voksne individer, og følgelig vil også bestander med stor andel kalv ha et relativt høyt beiteuttak. Særlig gjelder dette på sommerstid når kalven fra i fjor har blitt åringsdyr (**Figur 4.3.1**, øvre panel).



Figur 4.3.1. *Samlet metabolsk biomasse (MBM) av elg på sommer (øverst) og vinter (nederst) i forhold til avskytingsstrategi. Data fra en teoretisk bestand på 1000 vinterdyr og en kjønnsrate blant voksne individer (1 år og eldre) på 1 (1:1) eller 2 (2:1) ku pr. okse etter jakt. Avskytingsstrategiene er vist som prosentandelen kalv, åringsdyr og voksne (kalv:åringsdyr:voksne). Det antas at kjønnsfordelingen blant felte kalver er 1:1, mens kjønnsfordelingen av felte åringsdyr og voksne dyr er gitt av kjønnsbalansen i bestanden før jakt og vinterbestandens størrelse (dvs. kjønnsbalansen og vinterbestanden holdes konstant). Bestandens samlede metabolske biomasse er et relativt mål på beiteuttaket.*

Den samme effekten gjør seg gjeldene dersom kjønnsraten i bestanden endres fra 1 til 2 ku pr. okse. Når kjønnsraten blir skjevere, øker andelen ku og kalv i bestanden, og fordi disse er mindre i kroppsstørrelse blir den samlede metabolske biomassen lavere. Nedgangen er imidlertid moderat fordi kalvene krever mer energi (mer beitebiomasse) pr. kilo kroppsmasse enn eldre individer (**Figur 4.3.1**).

I bestander der beiteuttaket vinterstid holdes konstant, vil den metabolske biomassen sommerstid øke med synkende andel kalv i jaktuttaket og med økende skjevhet i kjønnsraten – men forskjellene er små (**Figur 4.3.2**). For eksempel var den metabolske biomassen kun 6 % høyere for den mest voksendominerte sammenlignet med den mest kalvedominerte avskytingen, og kun 8 % høyere når bestanden var kjønnsmessig skjev enn når den var balansert. Forskjellene oppstår fordi flere dyr kan holdes i vinterbestanden når denne domineres av kalv, og relativt sett flere i bestander med konstant metabolsk biomasse enn konstant antall vinterdyr (se over). Samtidig vil hunndyrdominerte bestander være mer produktive, uavhengig av avskytingsstrategi. Resultatet er at både sommerbestanden og beiteuttaket blir høyere i skjeve bestander.



Figur 4.3.2. *Samlet metabolsk biomasse (MBM) av elg på sommer (øverst) og antall elg i vinterbestand (nederst) i forhold til avskytingsstrategi. Data fra en teoretisk bestand med metabolsk biomasse på totalt 70 000 kg og en kjønnsrate blant voksne individer (1 år og eldre) på 1 (1:1) eller 2 (2:1) ku pr. okse etter jakt. Avskytingsstrategiene er vist som prosentandelen kalv, åringsdyr og voksne (kalv:åringsdyr:voksne). Det antas at kjønnsfordelingen blant felte kalver er 1:1, mens kjønnsfordelingen av felte åringsdyr og voksne dyr er gitt av kjønnsbalansen i bestanden før jakt og den metabolske biomassen vinterstid (dvs. kjønnsbalansen og metabolsk biomasse holdes konstant). Bestandens samlede metabolske biomasse er et relativt mål på beiteuttaket.*

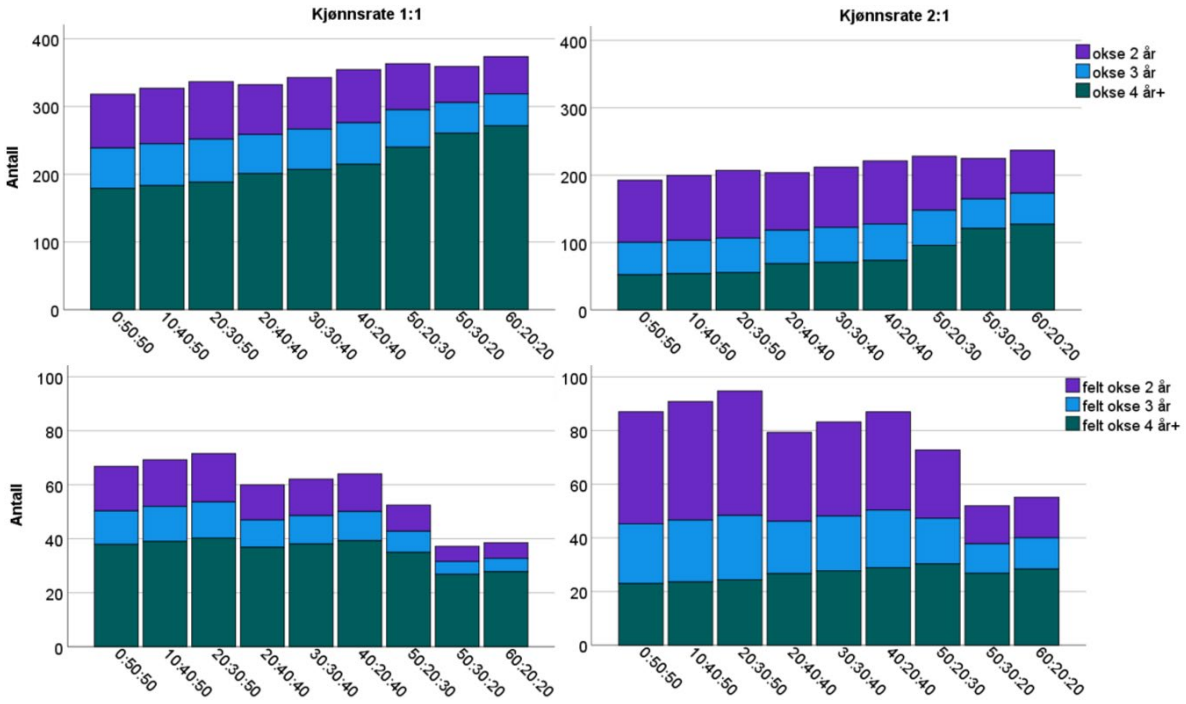
Effekten av avskytingsstrategi var generelt større på vinterbestandens størrelse. For eksempel var vinterbestanden ca. 14 % lavere når avskytingsstrategien var kalv- og ungdyrdominert (60:20:20) enn når den var voksendominert (0:50:50).

4.4 Antall okser i bestanden og antall okser felt

Antallet 2 år og eldre dyr i bestanden og som kan felles påvirkes både av bestandens kjønnsrate og avskytingsstrategien som velges. Størst andel eldre okser finner vi i bestander med balansert kjønnsrate og når vi velger kalvedominerte avskytingsstrategier (**Figur 4.4.1**, øvre venstre panel). I slike bestander vil også en større andel av oksene leve fram til fullvoksen alder (5-8 år) og oksenes gjennomsnittsalder er derfor generelt høyere.

Til tross for høyere antall 2 år eldre okser i bestander med balansert (1:1) kjønnsrate (**Figur 4.4.1**, øvre panel), kan vi likevel felle flere okser fra bestander med skjev kjønnsrate (**Figur 4.4.1**, nedre panel). Dette er fordi bestander med skjev kjønnsrate (høyere andel hunndyr) er mer produktive og gir et større høstbart utbytte for en gitt vinterbestand enn bestander med balansert kjønnsrate (1000 vinterdyr, **Figur 4.2.1**). Samtidig ser vi at avskytingsstrategien spiller en vesentlig rolle. Uansett kjønnsrate vil lite eller moderat kalvedominerte avskytingsstrategier føre til det største uttaket av 2 år og eldre okser, mens få okser kan felles dersom avskytingsstrategien er sterkt kalv- og ungdyrdominert. Dersom målet er å felle en stor andel 2 år og eldre okser vil det derfor svare seg å velge en bestand med skjev kjønnsrate og deretter høste denne med bruk av voksendominerte avskytingsstrategier.

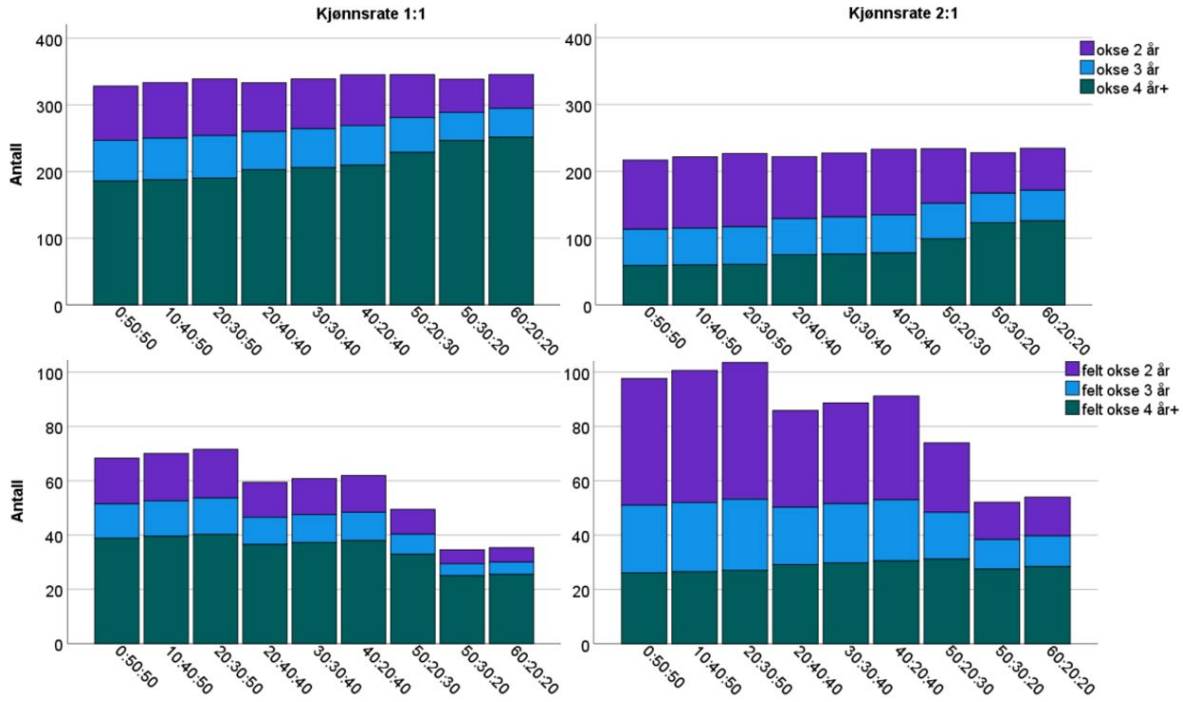
Denne vurderingen er ikke lenger gyldig dersom målet er å høste flest mulig fullvoksne (trofé) okser fra bestanden. I vårt tilfelle definerer vi troféokser til å være 4 år og eldre, og som vi ser i **Figur 4.4.1** vil antallet troféokser i avskytingen være størst når kjønnsraten er balansert. I tillegg er det langt mindre variasjon mellom avskytingsstrategier med hensyn til hvor mange troféokser som kan felles. Med andre ord vil det kunne felles et høyt antall troféokser selv om hoveddelen av avskytingen rettes mot kalv og ungdyr. Dette er fordi kalv- og ungdyrdominerte strategier fører til lavere jakttrykk på voksne individene med den følge at flere okser får leve til fullvoksen alder.



***Figur 4.4.1**. Antall eldre okser i bestand før jakt (øverst) og i avskyting (nederst) i forhold til alderskategori, kjønnsrate og avskytingsstrategi. Data fra en teoretisk bestand på 1000 vinterdyr og en kjønnsrate blant voksne (1 år og eldre) individer på 1 (1:1, venstre panel) eller 2 (2:1, høyre panel) ku pr. okse etter jakt. Avskytingsstrategi er vist som prosentandel kalv, åringsdyr og voksne (kalv:åringsdyr:voksne). Kjønnsfordelingen blant felte kalver er 1:1, mens kjønnsfordelingen av felte åringsdyr og voksne dyr er gitt av kjønnsbalansen i bestanden etter jakt og vinterbestandens størrelse (dvs. kjønnsbalansen og vinterbestanden holdes konstant). Vi antar at alle okser 1 år og eldre felles med samme sannsynlighet.*

Når vi skalerer bestanden med metabolsk biomasse, skjer det kun små endringer med hensyn til det generelle mønsteret. Den mest framtredende forskjellen er at antallet eldre okser i bestanden påvirkes mindre av bestandens kjønnsrate, mens det motsatte er tilfelle for det totale antallet eldre okser som kan felles. Når det gjelder antallet troféokser som kan felles blir effekten av kjønnsraten mindre (**Figur 4.4.2**).

Også effekten av varierende avskytingsstrategi er noe større når modellen skaleres med metabolsk biomasse. Antallet eldre okser som kan felles vil synke noe raskere med økende andel kalv i avskytingen når modellen skaleres med metabolsk biomasse (**Figur 4.4.2**).



Figur 4.4.2. *Antall eldre okser i bestand før jakt (øverst) og i avskyting (nederst) i forhold til alderskategori, kjønnsrate etter jakt og avskytingsstrategi. Data fra en teoretisk bestand med metabolsk biomasse på totalt 70 000 kg og kjønnsrate blant voksne (1 år og eldre) individer på 1 (1:1, venstre panel) eller 2 (2:1, høyre panel) ku pr. okse etter jakt. Avskytingsstrategi er vist som prosentandel kalv, åringsdyr og voksne (kalv:åringsdyr:voksne). Kjønnsfordeling blant felte kalver er 1:1, mens kjønnsfordeling av felte åringsdyr og voksne dyr er gitt av kjønnsbalansen i bestanden etter jakt og den metabolske biomassen vinterstid (dvs. kjønnsbalansen og metabolsk biomasse holdes konstant). Bestandens samlede metabolske biomasse er et relativt mål på beiteuttaket. Vi antar at alle okser 1 år og eldre felles med samme sannsynlighet.*

Alt i alt betyr dette at en bestand med balansert kjønnsrate kan tilby et større antall høstbare troféokser enn en bestand med skjev kjønnsrate, mens valget av avskytingsstrategi har noe mindre å si. Et unntak gjelder for de mest kalv- og ungdyrdominerte strategiene (> 40 % kalv). Valget av avskytingsstrategi har imidlertid også en effekt på bestandens alderssammensetning, og dette har betydning for antallet store okser som kan ses. Både før, under og etter jakt vil antallet troféokser i bestanden være størst hvis man velger en kalv- og ungdyrdominert avskytingsstrategi. Dersom estetiske kvaliteter som mange og store okser i bestanden vurderes som viktig, bør man velge en balansert kjønnsrate og en kalv og ungdyrdominert avskytingsstrategi.

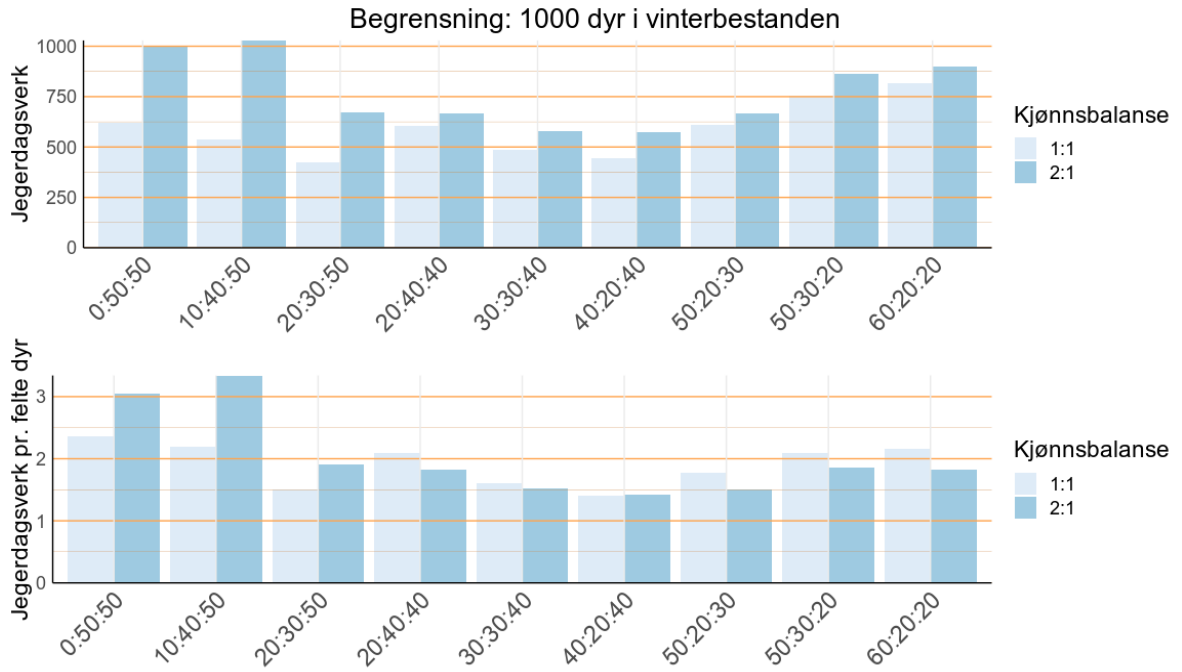
4.5 Nødvendig jaktinnsats og jaktinnsats pr. dyr felt

Den siste egenskapen vi undersøkte var jaktinnsatsen som kreves for å gjennomføre de ulike avskytingsstrategiene. Vi kaller denne parameteren *nødvendig jaktinnsats*, og skilte mellom nødvendig jaktinnsats totalt og nødvendig jaktinnsats pr. dyr. Nødvendig jaktinnsats totalt antyder hvor mye innsats som kreves for å opprettholde bestanden på ønsket nivå, mens nødvendig jaktinnsats pr. dyr er relatert til hvor effektiv jakta oppfattes av jegerne. Dersom svært mange dyr

som påtreffes av jegerne tilhører feil kvotekategori, og derfor ikke kan felles, kan dette oppfattes som frustrerende og lite effektivt.

Nødvendig jaktinnsats totalt og nødvendig jaktinnsats pr. dyr samvarierte i en viss grad, men ikke helt og fullt (**Figur 4.5.1**). Størst nødvendig innsats kreves det når jakta er svært selektiv, som når én aldersklasse dominerer i jaktuttaket. Dette gjelder både når avskytingen fokuseres mot hovedsakelig unge dyr (eks. 60:20:20) og når den fokuseres mot hovedsakelig eldre dyr (eks. 0:50:50). Likevel var ikke de mest selektive avskytingsstrategiene alltid de mest innsatskrevende. Dette er fordi seleksjonsindeksen beregnes med bakgrunn i kvotefordeling og bestandsstruktur før jakta, mens den simulerte jaktinnsatsen baserer seg på bestandsstrukturen og resterende kvote etter hvert som den endrer seg i løpet av jakta.

Også kjønnsraten i bestanden var av betydning. Spesielt gjelder dette for voksendominerte avskytingsstrategier ettersom dette skaper bestander med lav andel okser i riktig aldersgruppe. Effekten av kjønnsraten på jaktinnsatsen er mindre når fokuset rettes mot kalv og ungdyr ettersom kalvene rekrutteres med en kjønnsrate på 1:1 og også felles uavhengig av kjønn.

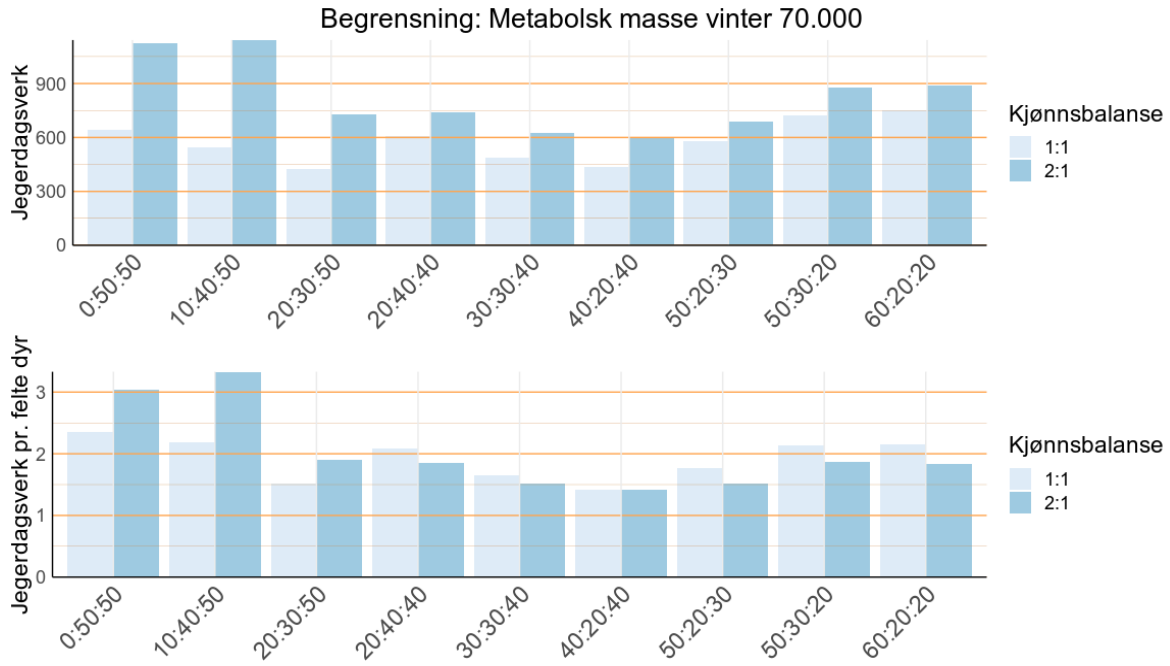


Figur 4.5.1. *Nødvendig jaktinnsats totalt (øverst) og nødvendig jaktinnsats pr. dyr (nederst) i forhold til avskytingsstrategi. Data fra en teoretisk bestand på 1000 vinterdyr og en kjønnsrate blant voksne individer (1 år og eldre) på 1 (1:1) eller 2 (2:1) ku pr. okse etter jakt. Avskytingsstrategiene er vist som prosentandelen kalv, åringsdyr og voksne (kalv:åringsdyr:voksne). Det antas at kjønnsfordelingen blant felte kalver er 1:1, mens kjønnsfordelingen av felte åringsdyr og voksne dyr er gitt av kjønnsbalansen i bestanden før jakt og vinterbestandens størrelse (dvs. kjønnsbalansen og vinterbestanden holdes konstant). Modellen bygger på antagelsen om at hver jeger får skuddmulighet på en tilfeldig elg pr. dag og at dette dyret felles dersom kvoten tillater det.*

I **Figur 4.5.1** ser vi dette eksemplifisert i den svært høye jaktinnsatsen som kreves for avskytingsstrategier med en høy andel voksne individer (eks. 0:50:50) i bestander med skjev kjønnsrate (2:1). I slike bestander er andelen voksne okser lav (**Figur 4.1.1**) og andelen kalv høy, og følgelig må en jeger la mange dyr passere for hvert dyr som kan felles.

Det motsatte er tilfelle for mindre selektive strategier i bestander med skjev kjønnsrate (**Figur 4.5.1**). For de minst selektive strategiene (eks. 40:20:40) er den nødvendige jaktinnsatsen kun noe over halvparten av innsatsen som kreves ved de mest selektive strategiene, og er nesten like lav som for samme strategi i en bestand med balansert kjønnsrate (1:1). Det siste kan framstå som et paradoks tatt i betraktning det høyere jakttrykket på voksne okser i skjeve bestander. Denne effekten oppveies imidlertid av den større forskjellen i andel felte kalv og andel kalv i bestanden med balansert kjønnsrate. Det vil derfor være mer krevende å bruke en kalvedominert avskytingsstrategi i en mindre produktiv (kjønnsrate 1:1) enn i en mer produktiv bestand (kjønnsrate 2:1).

Det er lite som skiller utfallet i modellbestander med konstant metabolsk biomasse fra modellbestander med konstant vinterbestandsstørrelse (**Figur 4.5.2**). Den største forskjellen er det høyere antallet jegerdager i bestander med konstant metabolsk biomasse. Dette er fordi gjennomsnittsbestanden er noe lavere når bestanden skaleres med antall vinterdyr enn med metabolsk biomasse (dvs. gjennomsnittlig vinterbestand er noe over 1000 dyr for bestander med konstant metabolsk biomasse), noe som utelukkende er en følge av valgt nivå på skaleringsfaktorene.

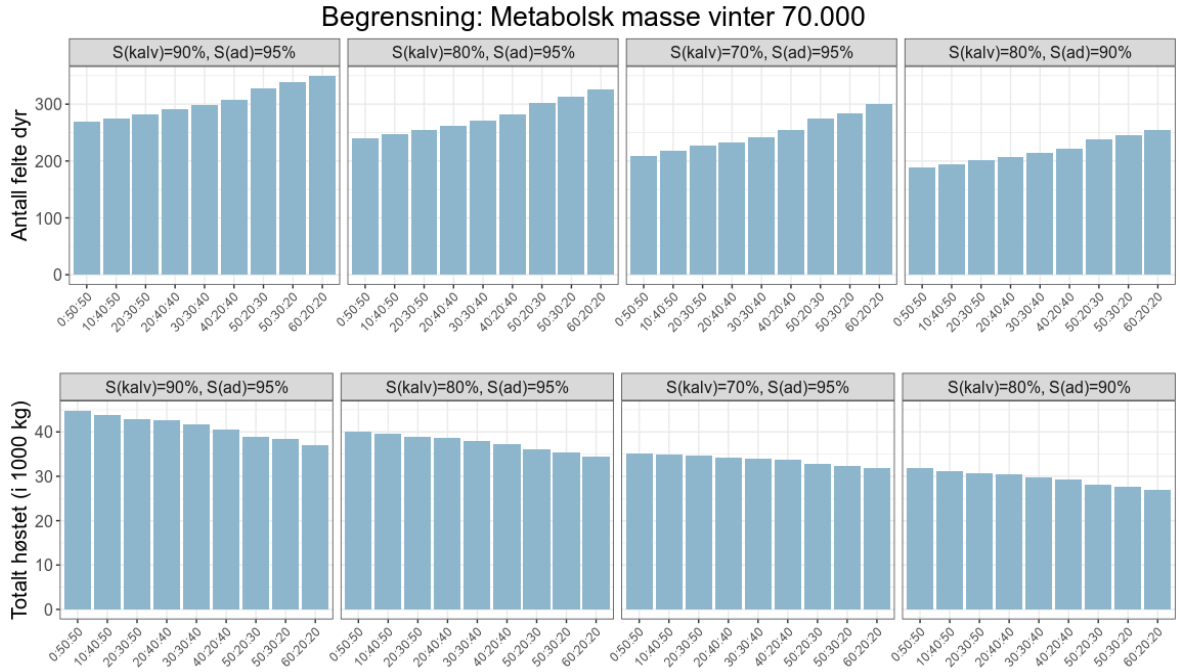


Figur 4.5.2. *Nødvendig jaktinnsats totalt (øverst) og nødvendig jaktinnsats pr. dyr (nederst) i forhold til avskytingsstrategi. Data fra en teoretisk bestand med metabolsk biomasse på totalt 70 000 kg og en kjønnsrate blant voksne individer (1 år og eldre) på 1 (1:1) eller 2 (2:1) ku pr. okse etter jakt. Avskytingsstrategiene er vist som prosentandelen kalv, åringsdyr og voksne (kalv:åringsdyr:voksne). Det antas at kjønnsfordelingen blant felte kalver er 1:1, mens kjønnsfordelingen av felte åringsdyr og voksne dyr er gitt av kjønnsbalansen i bestanden før jakt og vinterbestandens størrelse (dvs. kjønnsbalansen og vinterbestanden holdes konstant). Modellen bygger på antagelsen om at hver jeger får skuddmulighet på en tilfeldig elg pr. dag og at dette dyret felles dersom kvoten tillater det.*

Ut over dette er det en tendens til at den totale jaktinnsatsen varierer mindre mellom ulike avskytingsstrategier når bestanden skaleres med metabolsk biomasse. Dette er fordi antallet felte dyr varierer mindre med avskytingsstrategi i bestander med konstant metabolsk biomasse enn i bestander med konstant antall vinterdyr (**Figur 4.2.1, Figur 4.2.2**). Vi finner ingen tilsvarende forskjell når det gjelder jaktinnsatsen pr. felte dyr.

4.6 Betydningen av varierende kalveoverlevelse

Forskjellene i antall dyr og mengde kjøtt høstet ved bruk av de ulike avskytingsstrategiene skyldes i en viss grad valget av naturlig dødelighetsrater i bestandsmodellene, og særlig dødelighetsratene for kalv. Jo høyere naturlig kalvedødelighet, desto færre dyr vil overleve til voksen alder. Strategier som fokuserer avskytingen på de yngre aldersklassene vil da ha en fordel i forhold til voksendominerte avskytingsstrategier med hensyn antallet dyr felt og mengden kjøtt høstet. I modellene over har vi valgt å benytte en naturlig dødelighetsrate på 0,10 for kalv (overlevelsesrate = 0,90) og 0,05 for voksne individer (overlevelsesrate = 0,95). Under har vi i tillegg utforsket utfallet av å øke kalvedødeligheten til 20 % og 30 % (overlevelsesrate = 0,80 og 0,70) og voksendødeligheten til 10 % (overlevelsesrate = 0,90). Samtidig har vi beholdt betingelsen at beiteuttaket vinterstid skal være konstant (**Figur 4.6.1**).



Figur 4.6.1. *Antall dyr felt og mengde kjøtt høstet i forhold til avskytingsstrategi og naturlig overlevelse. Overlevelsesraten (S) varierer fra 70 til 90 % for kalv og fra 90 til 95 % for voksne. Data fra en teoretisk bestand med metabolsk biomasse på totalt 70 000 kg vinterstid og en kjønnsrate blant voksne individer (1 år og eldre) på 1 ku pr. okse etter jakt. Avskytingsstrategiene er vist som prosentandel kalv, åringsdyr og voksne (kalv:åringsdyr:voksne). Det antas at kjønnsfordelingen blant felte kalver er 1:1, mens kjønnsfordelingen av felte åringsdyr og voksne dyr er gitt av kjønnsbalansen i bestanden før jakt og vinterbestandens metabolske biomasse (dvs. kjønnsbalansen og metabolsk biomasse holdes konstant).*

Som forventet kan det felles færre dyr og høstes et lavere kvanta kjøtt desto høyere den naturlige dødeligheten er i bestanden (**Figur 4.6.1**). Dette er intuitivt ettersom bestanden responderer på det totale antallet dyr som dør og ikke bare dyr som dør på grunn av jakt. I tillegg ser vi at forskjellene i kjøttavkastning mellom de mest kalv- og ungdyrdominerte og voksendominerte avskytingsstrategiene reduseres når kalvedødeligheten øker (**Figur 4.6.1**, nedre panel).

I eksemplene ovenfor har vi primært variert overlevelsesraten hos kalvene. Dette henger sammen med at det også er denne aldersgruppen som er mest utsatt for slik naturlig variasjon, enten årsaken er knyttet til miljøforhold, predasjon eller effekter av endret bestandstetthet og fødekonkurranse. Voksenoverlevelsen er på sin side generelt stabil og høy, men kan påvirkes noe av alderssammensetningen. En avskytingsstrategi som bidrar til en høy gjennomsnittsalder for

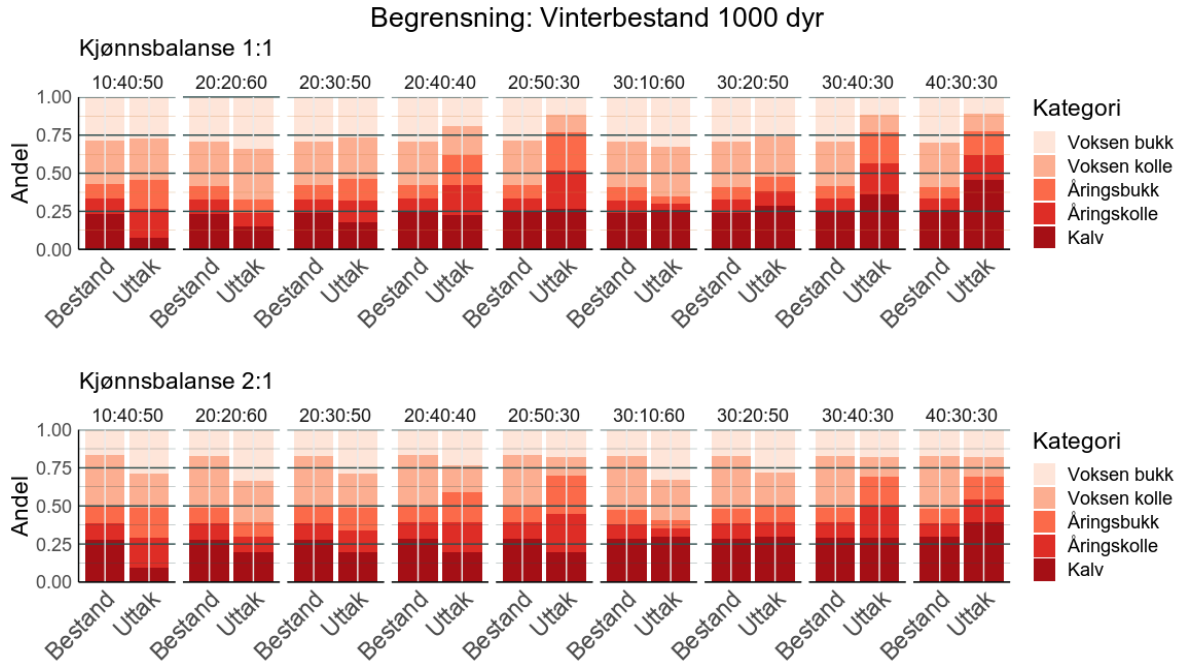
eldre dyr vil naturlig nok gi rom for at flere dyr blir gamle og av den grunn opplever økt dødelighet som følge av alderdomssvekkelser. På bestandsnivå kan dette medvirke til å redusere den generelle voksenoverlevelsen.

5 Prediksjoner fra teoretiske høstingsmodeller for hjort

I den teoretiske hjortejaktmodellen undersøkte vi utfallet av 9 ulike avskytingsstrategier i en bestand med 1000 vinterdyr eller 30 000 kg samlet metabolsk biomasse, og med balansert (1:1) eller hunndyrdominert kjønnsrate (2:1, dvs. 2 koller pr. bukk) etter jakt. En biomasse på 30 000 kg tilsvarer den metabolske biomassen til en gjennomsnittlig norsk hjortebestand på 1000 individer. Avskytingsstrategiene varierte fra svært voksendominerte (eks. 10:40:50) til kalv- og ungdyrdominerte (eks. 40:30:30, **Figur 5.1.1**). Noen av avskytingsstrategiene er de samme som vist for elgen, men variasjonen mellom strategier er noe lavere. Dette henger sammen med at hjorten er mindre produktiv enn elgen og følgelig er det også vanskeligere og mindre vanlig (**Figur 6.2.2** og **Figur 6.2.3**) å benytte sterkt kalv- og ungdyrdominerte strategier.

5.1 Kjønns- og alderssammensetning i bestanden og i jaktuttaket

I **Figur 5.1.1** ser vi hvordan kjønns- og alderssammensetningen i bestanden og avskytingen varierer avhengig av hvilken avskytingsstrategi som benyttes. I gjennomsnitt er andelen kalv før jakt omkring 24 % i bestanden med balansert kjønnsrate og snaue 29 % i bestanden med 2 koller pr. bukk etter jakt. Også ungdyrandelen varierer med kjønnsraten, fra omkring 17 % i bestander med balansert kjønnsrate til omkring 20 % i bestander med skjev kjønnsrate (**Figur 5.1.1**). Som forventet er det også en svak økning i kalveandelen i bestanden med økende andel kalv og ungdyr i uttaket (**Figur 5.1.1**).



Figur 5.1.1. *Fordeling av ulike kjønns- og aldersklasser i bestanden før jakt (Bestand) og i jaktuttaket (Uttak) ved ulike avskytingsstrategier for hjort. Data fra en teoretisk bestand på 1000 vinterdyr og en kjønnsrate blant voksne individer (1 år og eldre) på 1 (1:1) eller 2 (2:1) kolle pr. bukk etter jakt. Avskytingsstrategiene er vist som prosentandelen kalv, åringsdyr og voksne (kalv:åringsdyr:voksne). Det antas at kjønnsfordelingen blant felte kalver er 1:1, mens kjønnsfordelingen av felte åringsdyr og voksne dyr er gitt av kjønnsbalansen i bestanden og vinterbestandens størrelse.*

De ulike avskytingsstrategiene varierer mye med hensyn til selektivitet (**Tabell 5.1.1**). Lite selektive strategier fordeler avskytingen i tilnærmet samsvar med kjønns- og aldersfordelingen i bestanden før jakt, mens det motsatte er tilfelle for sterkt selektive strategier. I utvalget var avskytingsstrategier med et moderat uttak av kalv og ungdyr (eks. 20:20:60, 30:10:60) blant de minst selektive, mens avskytingsstrategier med en høy andel åringsdyr og eldre er blant de mest selektive (eks. 20:50:30, **Tabell 5.1.1**). Også kjønnsraten har en betydning ettersom dette påvirker bestandens produktivitet. De minst selektive strategiene består av en større andel kalv og åringsdyr når kjønnsraten er skjev (og produktiviteten høy) enn når kjønnsraten er balansert (og produktiviteten lav, **Tabell 5.1.1**).

Som i elgmodellen var det relativt liten effekt på kjønns- og aldersfordelingen av å endre på skaleringsfaktoren (**Figur 11.3.1**) og av den grunn var det kun små forskjeller i seleksjonsindeks mellom bestander med konstant antall vinterdyr og bestander med konstant beiteuttak (metabolsk biomasse, **Tabell 5.1.1**). I vedlegg 11.3 viser vi i større detalj hvordan kjønns- og aldersammensetningen i den teoretiske hjortebestanden varierer mellom ulike avskytingsstrategier.

Tabell 5.1.1. *Seleksjonsindeks for ulike avskytingsstrategier. Skalering A: Bestander med konstant antall vinterdyr (1000 individer), B: Bestander med konstant beiteuttak (metabolsk biomasse vinterstid = 30 000 kg).*

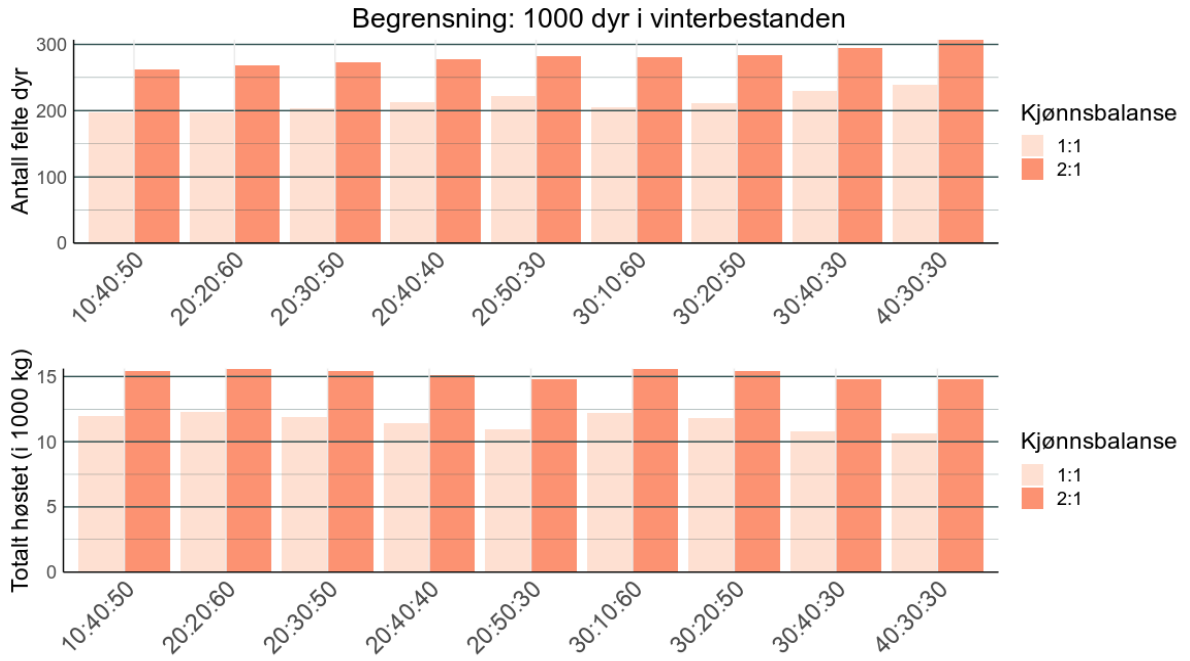
		Avskytingsstrategi								
		10:40:50	**20:20:60**	**20:30:50**	**20:40:40**	**20:50:30**	**30:10:60**	**30:20:50**	**30:40:30**	**40:30:30**
Skalering	**Kjønnsrate**	**Seleksjonsindeks**								
A	1:1	0,37	0,18	0,20	0,44	0,67	0,18	0,15	0,72	0,76
A	2:1	0,59	0,31	0,39	0,49	0,59	0,36	0,25	0,42	0,45
B	1:1	0,36	0,15	0,21	0,44	0,70	0,17	0,15	0,72	0,75
B	2:1	0,58	0,31	0,39	0,49	0,59	0,36	0,25	0,44	0,46

5.2 Antall hjort felt og mengde kjøtt høstet

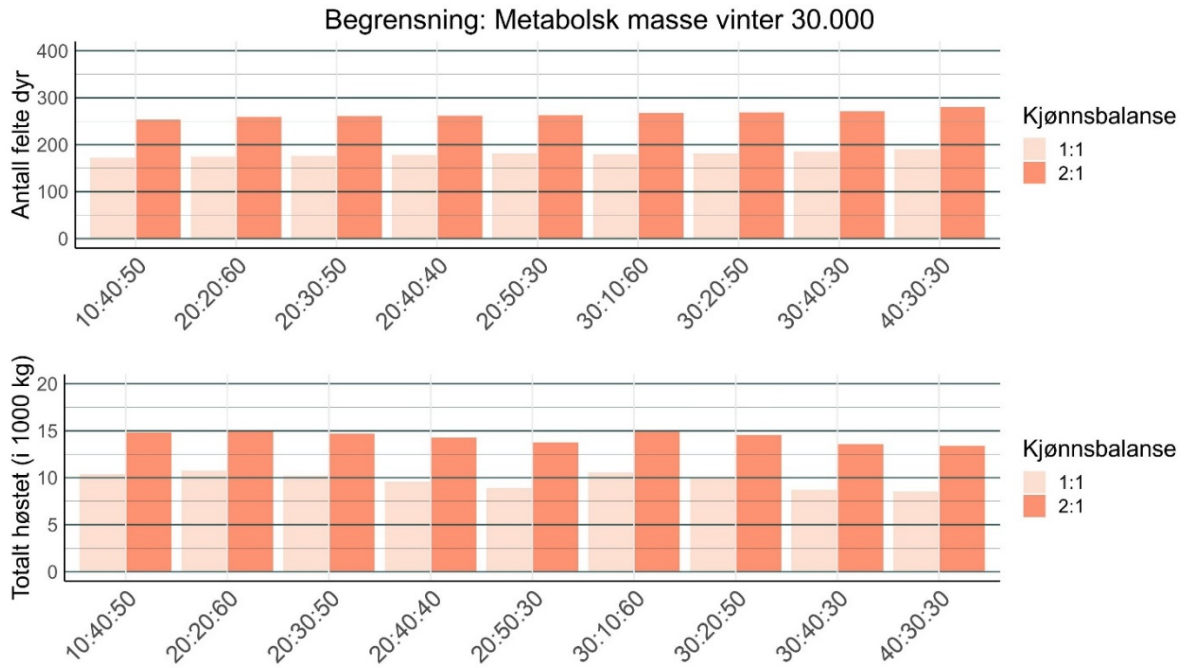
Som i elgmodellen øker antallet felte hjort desto høyere andel kalv og ungdyr i jaktuttaket (**Figur 5.2.1**). Dette er uavhengig av kjønnsraten. Men fordi bestanden med skjev kjønnsrate er mer produktiv, vil også antallet dyr som kan høstes være høyere (**Figur 5.2.1**).

Den samme effekten av kjønnsrate ser vi med hensyn til mengden kjøtt som kan høstes, men her vil avskytingsstrategier med høy andel åringsdyr og voksne gi det største utbyttet (**Figur 5.2.1**). Det var moderate forskjeller mellom strategier i antall dyr som kan felles (maksimalt 17-21 %) og små forskjeller i mengde kjøtt (5-15 %) som kan høstes.

Effekten av avskytingsstrategi på antallet dyr som kan felles blir lavere dersom vi sammenligner bestander med konstant beiteuttak (metabolsk biomasse), mens den bli noe høyere for antall kilo kjøtt som kan høstes (**Figur 5.2.2**). For eksempel kan det høstes omkring 12-27 % mer kjøtt fra en bestand med konstant beiteuttak dersom man velger den minst kalv- og ungdyrdominerte (20:20:60) fremfor den mest kalv- og ungdyrdominerte (40:30:30) strategien. Størst var forskjellen i bestander med balansert kjønnsrate, men kjøttuttaket vil da være lavere enn i bestander med skjev kjønnsrate (**Figur 5.2.2**).



Figur 5.2.1. *Antall hjort felt (øverst) og mengden hjortekjøtt høstet (nederst) ved ulike avskytingsstrategier. Data fra en teoretisk bestand på 1000 vinterdyr og en kjønnsrate blant voksne individer (1 år og eldre) på 1 (1:1) eller 2 (2:1) kolle pr. bukk etter jakt. Avskytingsstrategiene er vist som prosentandelen kalv, åringsdyr og voksne (kalv:åringsdyr:voksne). Kjønnsraten blant felte kalver er 1:1, mens kjønnsraten blant felte åringsdyr og voksne dyr er gitt av kjønnsraten i bestanden og vinterbestandens størrelse.*

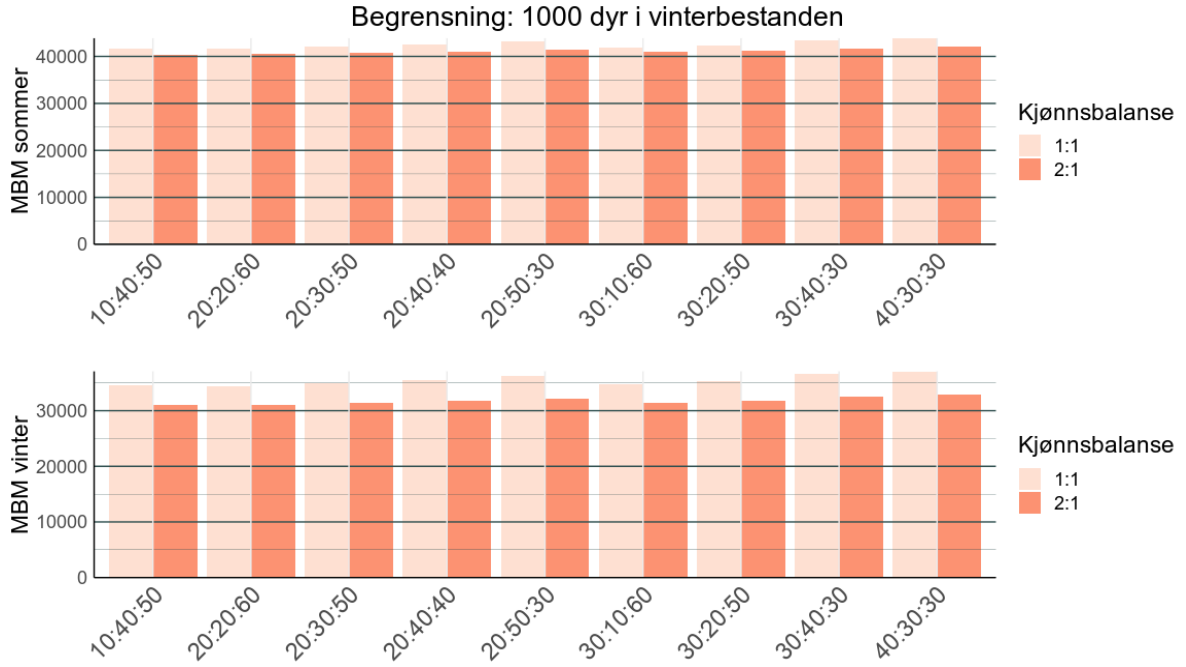


Figur 5.2.2. *Antall hjort felt (øverst) og mengden hjortekjøtt høstet (nederst) ved ulike avskytingsstrategier. Data fra en teoretisk bestand med metabolsk biomasse på totalt 30 000 kg og en kjønnsrate blant voksne individer (1 år og eldre) på 1 (1:1) eller 2 (2:1) kolle pr. bukk etter jakt. Avskytingsstrategiene er vist som prosentandelen kalv, åringsdyr og voksne (kalv:åringsdyr:voksne). Kjønnsraten blant felte kalver er 1:1, mens kjønnsraten blant felte åringsdyr og voksne dyr er gitt av kjønnsraten i bestanden og vinterbestandens metabolske biomasse.*

Årsaken til den større effekten av å variere på avskytingsstrategien når beiteuttaket er konstant, er at kalvene konsumerer mindre mat enn voksne individer. Antallet dyr i vinterbestanden vil derfor være lavere for bestander med høy kalveavskyting sammenlignet med bestander med lav kalveavskyting, og mengden kjøtt som kan høstet blir følgelig lavere når uttaket av kalv øker.

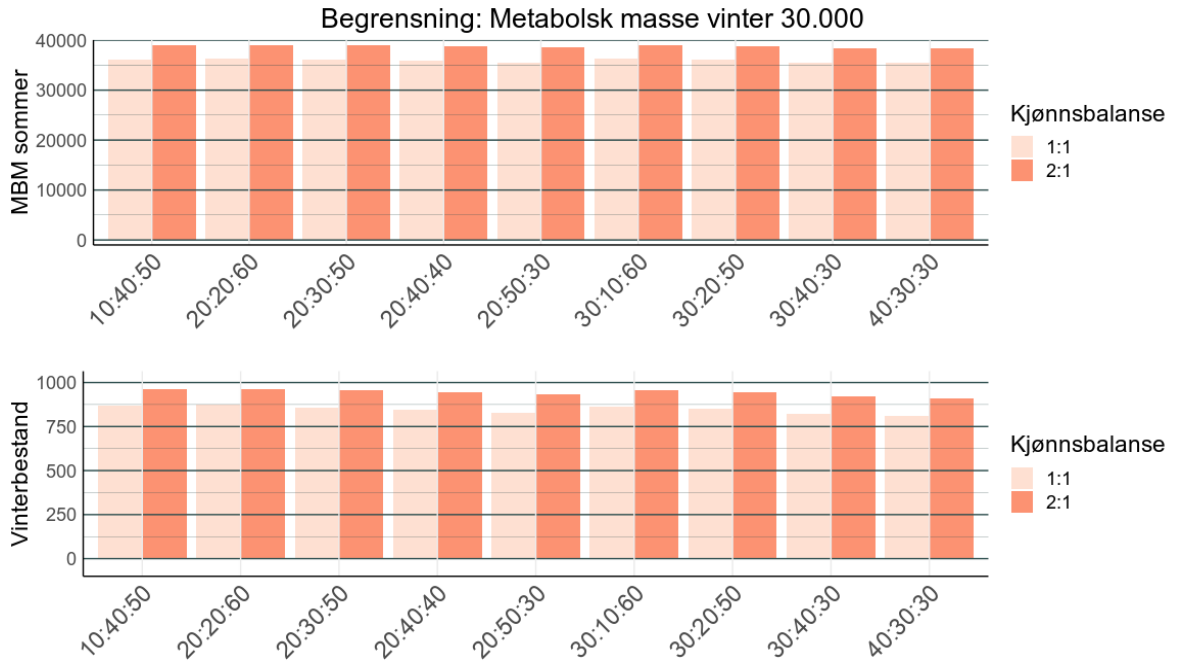
5.3 Beiteuttak (metabolsk biomasse) og bestandsstørrelse

For bestander med konstant antall vinterdyr er det liten effekt av avskytingsstrategi på beiteuttaket sommer og vinter (**Figur 5.3.1**). Beiteuttaket er generelt høyere for bestander med balansert enn skjev kjønnsrate, og i tillegg finner vi en svak økning i beiteuttaket med økende kalv og ungdyr i jaktuttaket (**Figur 5.3.1**). I begge tilfeller er dette fordi kjønnsraten og avskytingsstrategien påvirker andelen kalv og ungdyr i bestandene og fordi små dyr (eks. kalv) trenger mindre energi enn større dyr. Bestander med høy andel kalv og ungdyr har derfor et lavere beiteuttak enn bestander med lav andel kalv og ungdyr når vinterbestanden holdes konstant.



Figur 5.3.1. *Samlet metabolsk biomasse (MBM) av hjort på sommer (øverst) og vinter (nederst) i forhold til avskytingsstrategi. Data fra en teoretisk bestand på 1000 vinterdyr og en kjønnsrate blant voksne individer (1 år og eldre) på 1 (1:1) eller 2 (2:1) kolle pr. bukk etter jakt. Avskytingsstrategiene er vist som prosentandelen kalv, åringsdyr og voksne (kalv:åringsdyr:voksne). Det antas at kjønnsraten blant felte kalver er 1:1, mens kjønnsraten blant felte åringsdyr og voksne dyr er gitt av kjønnsraten i bestanden og vinterbestandens størrelse. Bestandens samlede metabolske biomasse er et relativt mål på beiteuttaket.*

Den motsatte effekten finner vi når vi skalerer bestanden med metabolsk biomasse. Beiteuttaket på sommeren blir høyere for bestander med skjev enn med balansert kjønnsrate, og svakt høyere for bestander der uttaket domineres av ungdyr og voksne (**Figur 5.3.2**, øvre panel). Dette er fordi andelen kalv er høyere og følgelig kan bestanden bestå av flere vinterdyr for en gitt metabolsk biomasse (**Figur 5.3.2**, nedre panel). Effekten på vinterbestandens størrelse er imidlertid liten (**Figur 5.3.2**), selv mellom de mest ekstreme avskytingsstrategiene (6-8 %). Dette er lavere enn effekten vi finner av å variere på avskytingsstrategi i elgmodellen, noe som skyldes mindre ekstreme avskytingsstrategier i hjortemodellen.



Figur 5.3.2. *Samlet metabolsk biomasse (MBM) av hjort på sommer (øverst) og antall hjort i vinterbestand (nederst) i forhold til avskytingsstrategi. Data fra en teoretisk bestand med metabolsk biomasse på totalt 30 000 kg og en kjønnsrate blant voksne individer (1 år og eldre) på 1 (1:1) eller 2 (2:1) kolle pr. bukk etter jakt. Avskytingsstrategiene er vist som prosentandelen kalv, åringsdyr og voksne (kalv:åringsdyr:voksne). Det antas at kjønnsraten blant felte kalver er 1:1, mens kjønnsraten blant felte åringsdyr og voksne dyr er gitt av kjønnsraten i bestanden og den metabolske biomassen vinterstid.*

5.4 Antall felte bukk i bestand og avskyting

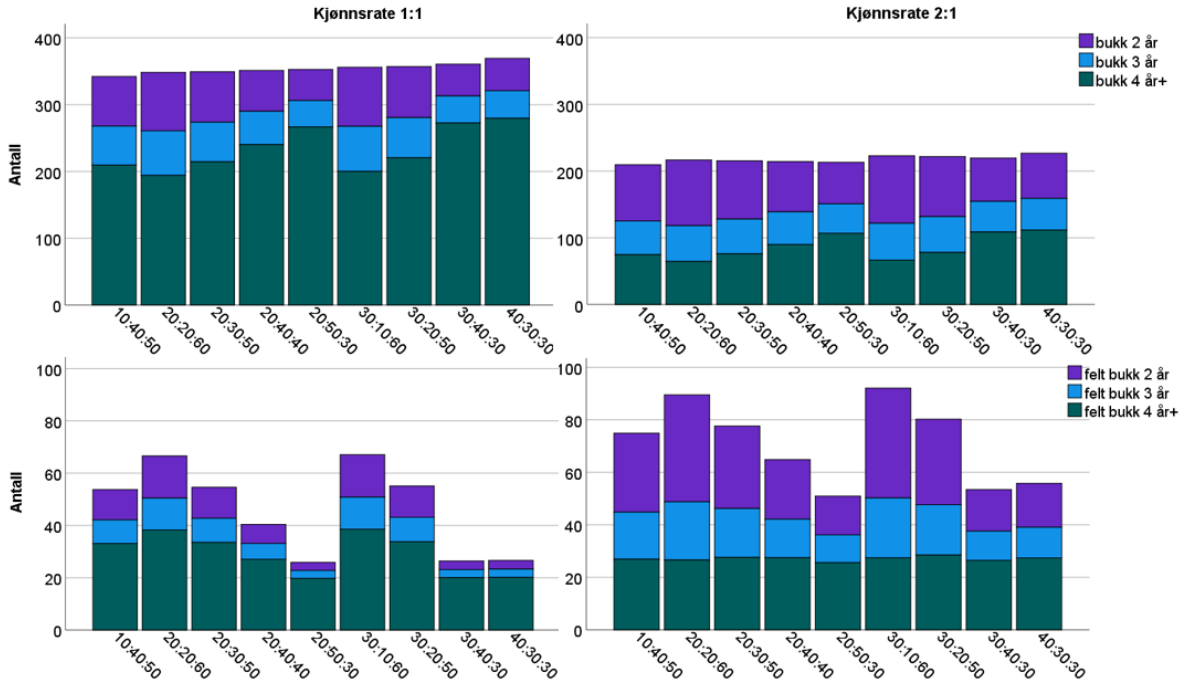
Valg av avskytingsstrategi påvirker også antallet eldre bukk (2 år og eldre) i bestanden før jakt og antallet eldre bukk som kan felles ved en gitt vinterbestand (**Figur 5.4.1**). I modellene har vi antatt at bukk felles med samme sannsynlighet, uavhengig av alder.

Gitt konstant vinterbestand er det flest 2 år og eldre bukk i bestanden med balansert kjønnsrate og når avskytingen er kalv- og ungdyrdominert (**Figur 5.4.1**, øvre panel). I tillegg er bukkenes gjennomsnittsalder langt høyere i bestander med balansert kjønnsrate og følgelig vil også antallet trofébukker (4 år og eldre) være høyest i slike bestander. Når det gjelder antallet 2 år og eldre bukk som kan felles er forholdet omvendt (**Figur 5.4.1**, nedre panel). I bestander med skjev kjønnsrate kan det felles 54 % flere 2 år og eldre bukk (71 bukk) i gjennomsnitt enn i bestander med balansert kjønnsrate (46 bukk).

Denne forskjellen skyldes at bestander med skjev kjønnsrate er mer produktive (dvs. produserer flere bukkekalver) enn bestander med balansert kjønnsrate, og følgelig kan det felles mange 2 år og eldre bukk når kjønnsraten er skjev. I tillegg påvirkes utfallet av bukkenes alder. Fordi bukkene er yngre i bestander med skjev enn balansert kjønnsrate, vil forskjellene synke med økende alder på bukken (**Figur 5.4.2**, nedre panel). For 4 år og eldre bukk, kan det i gjennomsnitt felles et noe høyere antall fra bestander med balansert kjønnsrate (29 bukk) enn med skjev kjønnsrate (27 bukk). Denne forskjellen øker i favør av balansert kjønnsrate desto høyere alder på bukkene.

Antallet felte bukk påvirkes også av avskytingsstrategi (**Figur 5.4.1**, nedre panel). Som for elgen kan flest eldre hanndyr felles når avskytingen fokuseres mot eldre individer (50-60 % 2 år og

eldre), mens færre bukk kan felles når jaktuttaket domineres av kalv og ungdyr (**Figur 5.4.1**, nedre panel). Forskjellene mellom avskytingsstrategier synker noe med økende alder på bukken, men dette er hovedsakelig fordi den eldste alderskategorien (4 år+) inkluderer dyr fra flere alderstrinn.

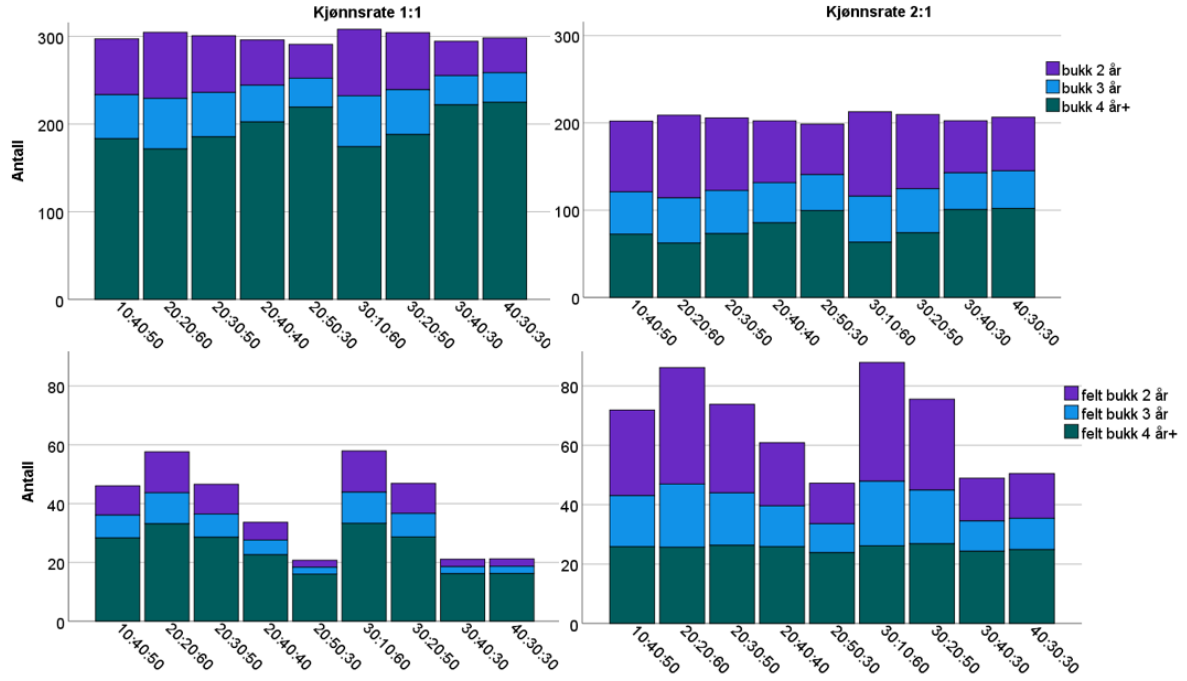


Figur 5.4.1. *Antall eldre bukk i bestand før jakt (øverst) og i avskyting (nederst) i forhold til alderskategori, kjønnsrate etter jakt og avskytingsstrategi. Data fra en teoretisk bestand på 1000 vinterdyr og en kjønnsrate blant voksne (1 år og eldre) individer på 1 (1:1, venstre panel) eller 2 (2:1, høyre panel) kolle pr. bukk etter jakt. Avskytingsstrategi er vist som prosentandel kalv, åringsdyr og voksne (kalv:åringsdyr:voksne). Kjønnsfordelingen blant felte kalver er 1:1, mens kjønnsfordelingen av felte åringsdyr og voksne dyr er gitt av kjønnsbalansen i bestanden etter jakt og vinterbestandens størrelse (dvs. kjønnsbalansen og vinterbestanden holdes konstant).*

Når vi skalerer bestanden med metabolsk biomasse skjer det kun små endringer med hensyn til antallet eldre bukk som kan felles og andelen eldre bukk i bestanden (**Figur 5.4.2**). Den mest framtredende forskjellen er, som i elgmodellen, at kjønnsraten har mindre effekt. Dette er fordi relativt flere dyr kan holdes i bestanden ved skjev kjønnsrate når det er beiteuttaket som holdes konstant.

Denne effekten påvirker også antall eldre bukk som kan høstes fra bestander med skjev og balansert kjønnsrate. I gjennomsnitt kan det høstes 46 % flere 2 år og eldre bukk fra bestander med skjev enn balansert kjønnsrate i **Figur 5.4.2**, mens forskjellen var 54 % i **Figur 5.4.1**. Først for 5 år og eldre bukk kan det høstes flere bukker i gjennomsnitt fra bestander med skjev enn balansert kjønnsrate (ikke vist). En forutsetning er at alle bukkene høstes i forhold til forekomst i bestanden.

Dette betyr at antallet hanndyr som kan felles vil variere med bestandens kjønnsrate, avskytingsstrategi og bukkenes alder. I bestander med skjev kjønnsrate produseres det flest hanndyr og følgelig kan det felles flere hanndyr fra slike bestander. Fordi andelen hanndyr som felles er høyere i bestander med skjev enn balansert kjønnsrate, vil imidlertid få individer overlever til høy alder. Sannsynligheten for å felle virkelig store (eldre) trofébukker er derfor størst i bestander med balansert kjønnsrate og når jakta fokuseres mot eldre individer (> 50 %). Dette er uavhengig av om bestanden skaleres med antall vinterdyr eller metabolsk biomasse.



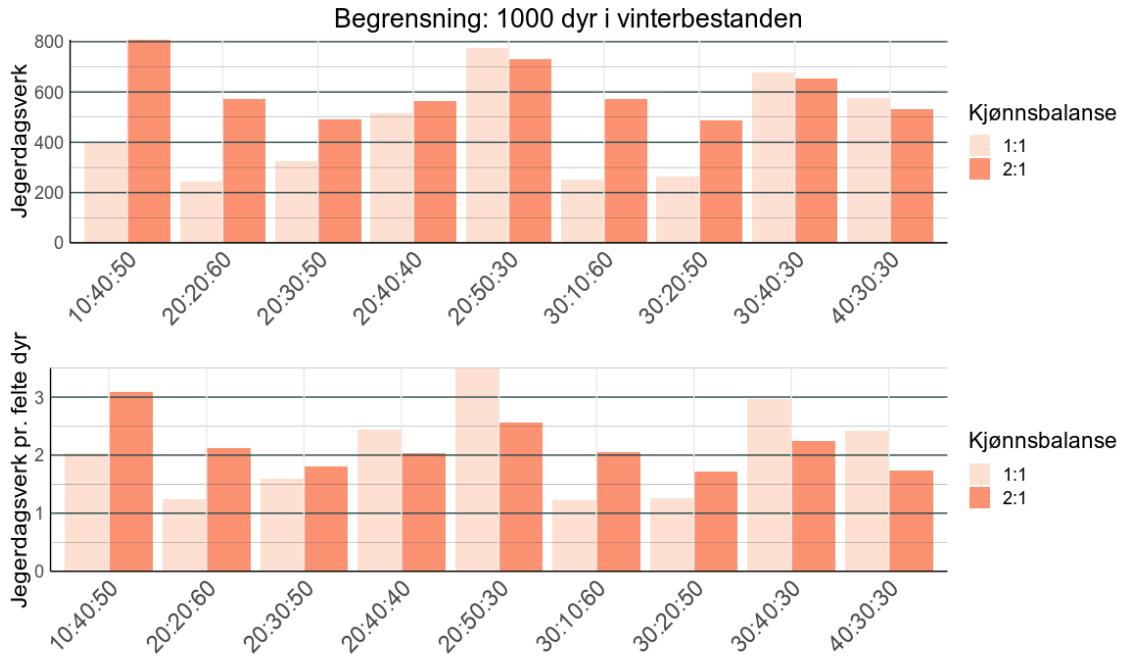
Figur 5.4.2. *Antall eldre bukk i bestand før jakt (øverst) og i avskyting (nederst) i forhold til alderskategori, kjønnsrate etter jakt og avskytingsstrategi. Data fra en teoretisk bestand med metabolsk biomasse på totalt 30 000 kg og en kjønnsrate blant voksne (1 år og eldre) individer på 1 (1:1, venstre panel) eller 2 (2:1, høyre panel) kolle pr. bukk etter jakt. Avskytingsstrategi er vist som prosentandel kalv, åringsdyr og voksne (kalv:åringsdyr:voksne). Kjønnsfordelingen blant felte kalver er 1:1, mens kjønnsfordelingen blant felte åringsdyr og voksne dyr er gitt av kjønnsbalansen i bestanden etter jakt og den metabolske biomassen vinterstid (dvs. kjønnsbalansen og metabolsk masse holdes konstant).*

5.5 Nødvendig jaktinnsats og jaktinnsats pr. dyr felt

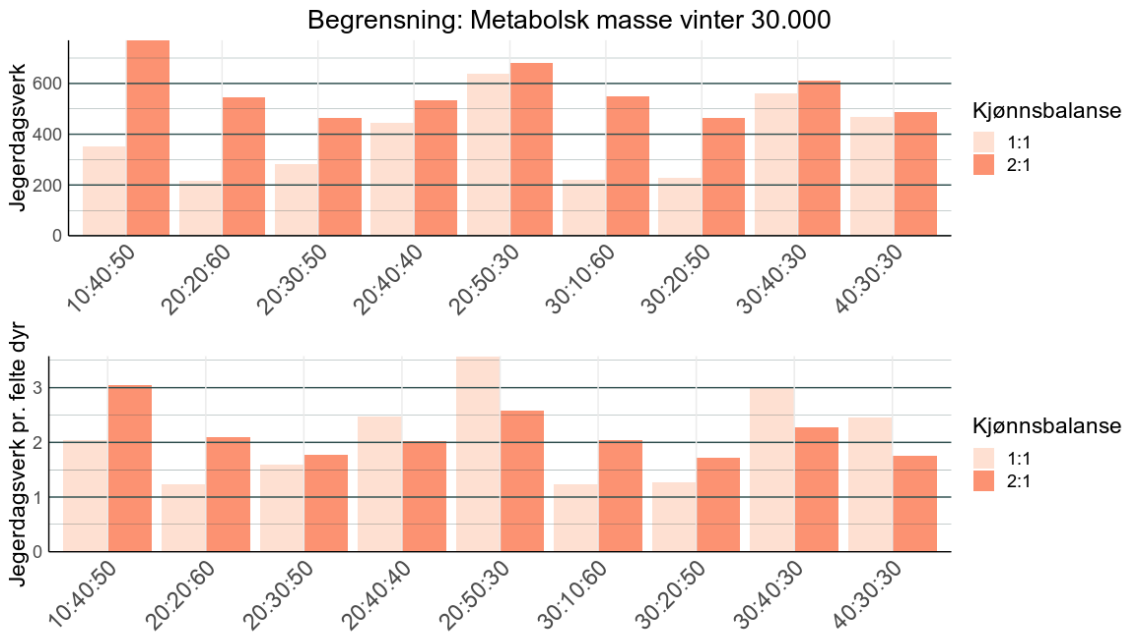
Nødvendig jaktinnsats totalt og nødvendig jaktinnsats pr. dyr var positivt korrelert (**Figur 5.5.1**) og størst jaktinnsats var nødvendig for de mest selektive avskytingsstrategiene (**Tabell 5.1.1**). Aller høyest var den nødvendige jaktinnsatsen for avskytingsstrategier med høy andel åringsdyr og eldre dyr (eks. 10:40:50 og 20:50:30, **Figur 5.5.1**) i bestander med skjev kjønnsrate. Nødvendig jaktinnsats var noe lavere i bestander med balansert kjønnsrate, ettersom andelen okser i bestanden i mindre grad begrenser gjennomføringen av uttaket. Dette fremgår spesielt tydelig for avskytingsstrategien med 80-90 % åringsdyr og eldre (**Figur 5.5.1**).

For de minst selektive strategiene, er den nødvendige jaktinnsatsen under halvparten av innsatsen som kreves ved de mest selektive strategiene, gitt samme kjønnsrate. Den mest ekstreme forskjellen fant vi mellom den mest (20:50:30) og minst (20:20:60) selektive avskytingsstrategien for en bestand med balansert kjønnsrate (**Figur 5.5.1**). Her var nødvendig jaktinnsats nesten tre ganger større for den mest selektive avskytingsstrategien.

Det var liten forskjell mellom modellbestander med konstant metabolsk biomasse og modellbestander med konstant vinterbestandsstørrelse (**Figur 5.5.2**). Den største forskjellen er det lavere antallet jegerdager som kreves i bestander med konstant metabolsk biomasse. Dette skyldes hovedsakelig at vi satte nivået for metabolsk biomasse noe lavere (30 000) enn hva vi kan forvente i en bestand med 1000 vinterdyr. I tillegg varierer den totale jaktinnsatsen noe mindre mellom avskytingsstrategier når bestanden skaleres med metabolsk biomasse (**Figur 5.5.2**).



Figur 5.5.1. *Nødvendig jaktinnsats totalt (øverst) og nødvendig jaktinnsats pr. dyr (nederst) i forhold til avskytingsstrategi. Data fra en teoretisk bestand på 1000 vinterdyr og en kjønnsrate blant voksne individer (1 år og eldre) på 1 (1:1) eller 2 (2:1) kolle pr. bukk etter jakt. Avskytingsstrategiene er vist som prosentandelen kalv, åringsdyr og voksne (kalv:åringsdyr:voksne). Kjønnsraten blant felte kalver er 1:1, mens kjønnsraten blant felte åringsdyr og voksne dyr er gitt av kjønnsraten i bestanden og vinterbestandens størrelse.*



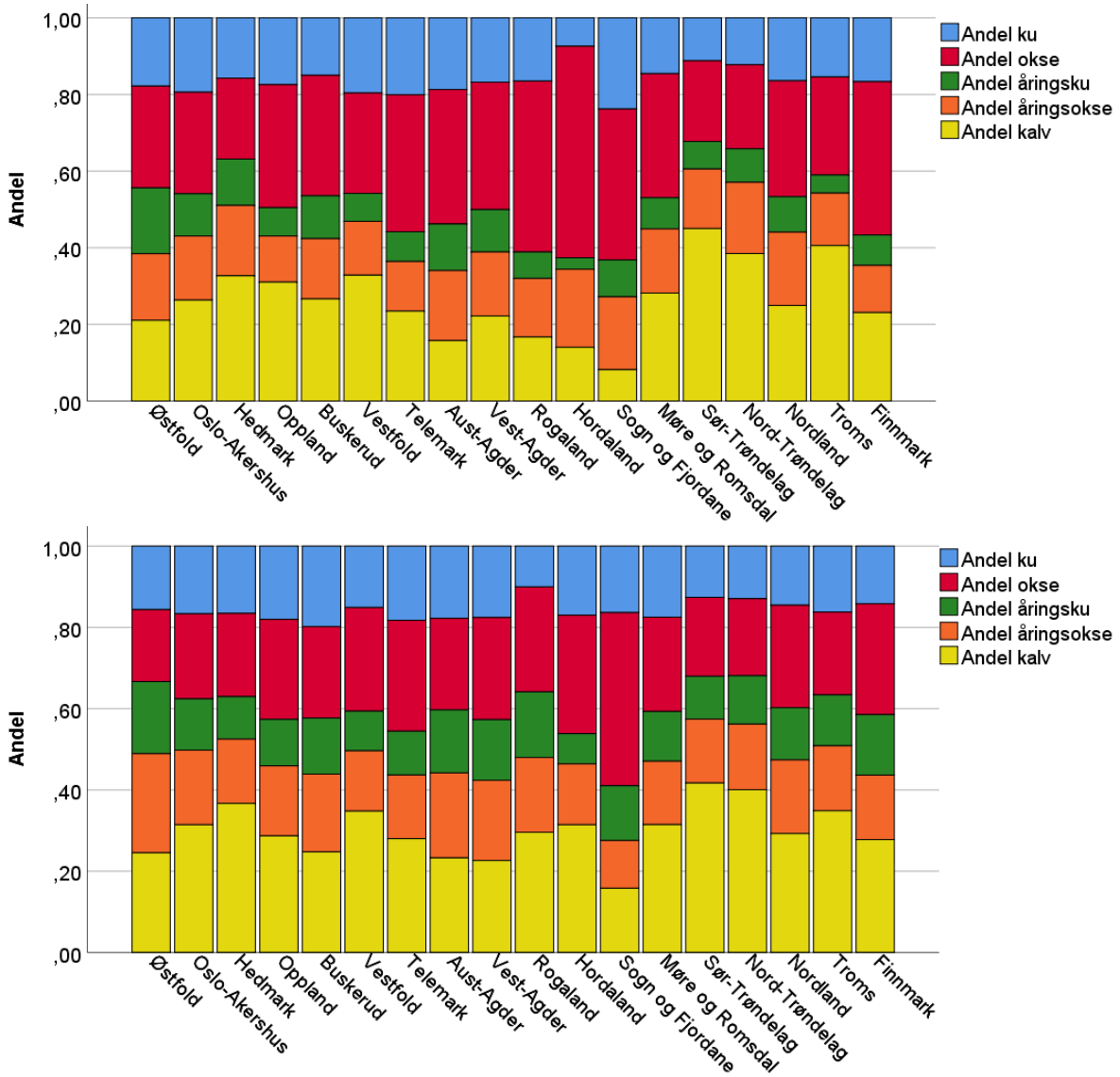
Figur 5.5.2. *Nødvendig jaktinnsats totalt (øverst) og nødvendig jaktinnsats pr. dyr (nederst) i forhold til avskytingsstrategi. Data fra en teoretisk bestand med metabolsk biomasse på totalt 30 000 kg og en kjønnsrate blant voksne individer (1 år og eldre) på 1 (1:1) eller 2 (2:1) kolle pr. bukk etter jakt. Avskytingsstrategiene er vist som prosentandelen kalv, åringsdyr og voksne (kalv:åringsdyr:voksne). Kjønnsraten blant felte kalver er 1:1, mens kjønnsraten blant felte åringsdyr og voksne dyr er gitt av kjønnsraten i bestanden og vinterbestandens størrelse.*

6 Hvilke avskytingsstrategier praktiseres i Norge?

I dette kapittelet ser vi på hvordan den kjønns- og aldersspesifikke avskytingen av elg og hjort varierer innen og mellom norske fylker og kommuner over tid.

6.1 Variasjon i avskytingsmønster for elg over tid og mellom områder

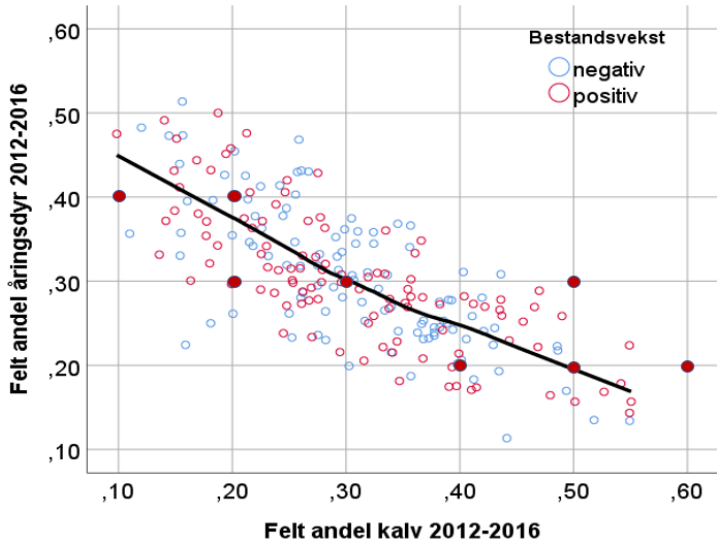
Andelen elg som felles i ulike kjønns- og aldersgrupper varierer relativt mye mellom norske kommuner og har også forandret seg over tid (**Figur 6.1.1**). I starten av perioden (1987-1991) var det særlig stor variasjon i andelen felte kalv (**Figur 6.1.1**, øvre panel), men denne variasjonen er siden redusert (**Figur 6.1.1**, nedre panel). I perioden 2012-2016 ble det felt omkring 33 % kalv, 29 % åringsdyr og 38 % voksne elg i Norge. I tillegg ble det felt en overvekt av hanndyr blant åringsdyr (59 %), voksne dyr (58 %) og kalv (51 %).



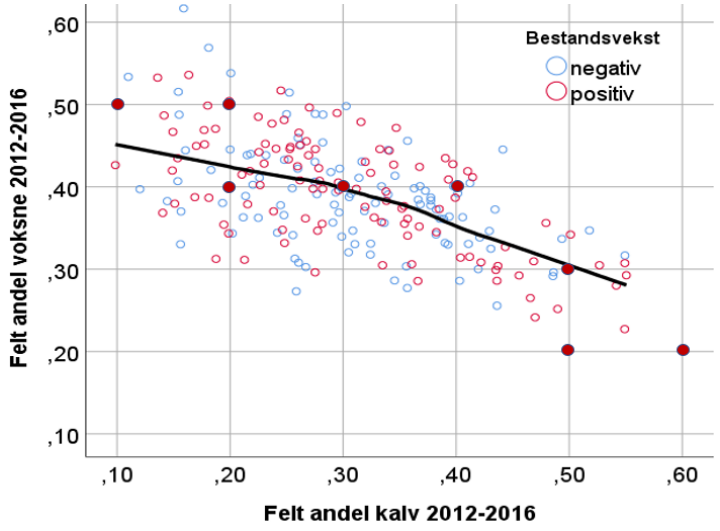
Figur 6.1.1. *Fordelingen av kalv, åringsdyr og eldre dyr i avskytingen av elg i ulike norske fylker i periodene 1987-1991 (øverst) og 2012-2016 (nederst).*

De forskjellige avskytingsstrategiene er relativt klumpvis fordelt og avspeiler ulike tradisjoner mellom fylker. I Trøndelag, Troms, Hedmark og Vestfold felles det jevnt over en høy andel kalv, mens det motsatte er tilfelle i Agder, Østfold og Buskerud (**Figur 6.1.1**). Også i Sogn og Fjordane felles det en lav andel kalv, men det skyldes nok mest at elgen ennå ikke har etablert større bestander i dette fylket. Typisk for mange kommuner med elgbestander i etableringsfasen er at det primært felles okser, mens kalv og hunndyr i stor grad spares. Dette er en praksis som egner seg dårlig der bestandsstørrelsen skal holdes konstant eller reduseres. Da vil en slik avskyting føre til svært skjeve kjønnsrater.

Som forventet var det et sterkt negativt forhold mellom andelen åringsdyr og andelen kalv i avskytingen i kommunene (**Figur 6.1.2**). Med andre ord finnes det ingen kommuner der det felles en høy andel av både kalv og åringsdyr (dvs. øverst til høyre i figuren), eller en lav andel av begge aldersgrupper (nederst til vestre). Forholdet var imidlertid lavere enn proporsjonalt, med den følge at det også var et negativt forhold mellom andelene voksne og kalv i uttaket (**Figur 6.1.3**). Dette betyr at andelen voksne utgjør en lavere andel av totaluttaket når åringsuttaket er høyt enn når kalveuttaket er høyt. Det var kun et svakt negativt forhold mellom andelen åringsdyr og andelen voksne dyr i jaktuttaket (r_{sp} = -0,11).



Figur 6.1.2. *Andel felte åringsdyr mot andel felte kalv. Data fra 234 norske kommuner (≥20 felte dyr i snitt pr. år) i perioden 2012-2016. Svart linje viser trenden i forholdet (Loess regresjon). Bestandsveksten i perioden er basert på antall elg sett pr. jegerdag. Negativ vekst inkluderer 0 bestandsvekst. Røde, fylte sirkler viser avskytingsstrategier fra de teoretiske modellene.*



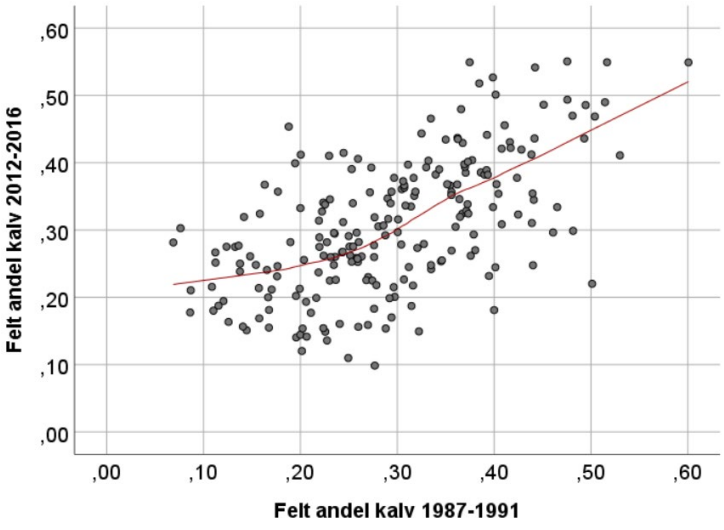
Figur 6.1.3. *Andel felte voksne elg mot andel felte kalv. Data fra 234 norske kommuner (≥20 felte dyr i snitt pr. år) i perioden 2012-2016. Svart linje viser trenden i forholdet (Loess regresjon). Bestandsveksten i perioden er basert på antall elg sett pr. jegerdag. Negativ vekst inkluderer 0 bestandsvekst. Røde, fylte sirkler viser avskytingsstrategier fra de teoretiske modellene.*

I femårsperioden (2012-2016) var det få kommuner som valgte en avskytingsprofil som var dominert av én aldersklasse (dvs. > 50 %). Det vanligste var å felle 30-50 % voksne dyr, 20-40 % åringsdyr, og 20-40 % kalv. Denne fordelingen avspeiler i større grad aldersfordelingen i bestandene enn hva som er tilfelle for de mer selektive variantene (**Tabell 4.1.1**). I et fåtall kommuner var avskytingen av kalv og åringsdyr over 75 % (dvs. < 25 % voksne dyr). Dette er en krevende avskytingsprofil og er sannsynligvis vanskelig å gjennomføre der det felles flere dyr enn tilveksten (dvs. synkende bestander). Det er viktig å merke seg at figurene er basert på fellingsdata fra 5 år samlet og kun fra kommuner med i snitt mer enn 20 elg skutt pr. år. Avskytingsmønsteret i enkeltår kan være langt mer ekstremt enn hva som er tilfelle innenfor hele perioden.

I **Figur 6.1.2** og **6.1.3** viser vi også hvordan de teoretiske avskytingsmodellene fra **kap. 4.1** fordeler seg i forhold til avskytingsstrategiene benyttet i norske kommuner. De fleste er innenfor variasjonsbredden, med to unntak. Ingen kommuner felte hele 60 % kalv (60:20:20) i perioden og ingen kommuner felte 80 % eller mer av kalv og ungdyr (50:30:20). I tillegg fant vi ingen kommuner der det utelukkende høstes ungdyr og voksne (eks. 0:50:50, ikke vist i figuren). Disse strategiene oppfattes sannsynligvis som for ekstreme, enten fordi de tilbyr få eldre dyr i uttaket (60:20:20, 50:30:20) eller fordi de er for tidkrevende å gjennomføre (0:50:50).

I perioden 1987-2016 var det en liten økning i andelen felte kalv og åringsdyr i norske kommuner og en nedgang i andelen felte voksne. For eksempel ble det felt omkring 30 % kalv og 27 % åringsdyr i Norge i 1987-1991 mot henholdsvis 33 % og 29 % i 2012-2016 (**Figur 6.1.4**). Tilsvarende var det en moderat nedgang i andel felte hanndyr, fra om lag 59 % i 1987-1991 til 56 % i perioden 2012-2016. Den rådende avskytingsstrategien i kommunene har imidlertid holdt seg relativt konstant - i det minste med hensyn til aldersfordelingen. For eksempel var det en høy positiv korrelasjon (Spearman ikke-parametrisk) i andelen kalv (r_{Sp} = 0,59, p < 0,001) og voksne (r_{Sp} = 0,57, p < 0,001) i jaktuttaket mellom periodene 1987-1991 og 2012-2016, og en noe lavere korrelasjon i andelen åringsdyr (r_{Sp} = 0,37, p < 0,001). Med andre ord felles det fortsatt en lav andel kalv i kommuner der det på slutten av 1980-tallet ble felt en lav andel kalv, og motsatt. Økningen i kalveavskyting var likevel størst i kommuner med tidligere lav andel felte kalv (**Figur 6.1.4**).

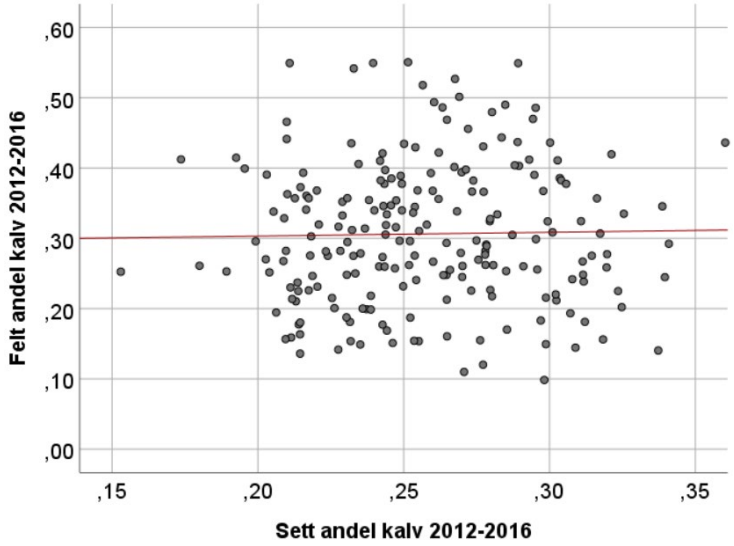
Fordelingen av hanndyr i jaktuttaket var i mindre grad korrelert mellom periodene 1987-1991 og 2012-2016 (r_{Sp} = 0,22, n = 217, p < 0,05). Dette skyldes sannsynligvis at mange kommuner med tidligere høy okseavskyting har måtte dreie avskytingen mot flere hunndyr for å rette opp tidligere skjeve kjønnsrater i bestanden.



Figur 6.1.4. *Andel felte elgkalv i 217 norske kommuner (≥ 20 felte dyr i snitt pr. år) i perioden 1987-1991 mot andel felte kalv i perioden 2012-2016. Rød linje viser trenden i forholdet (Loess regresjon).*

Variasjonen i avskytingsmønster kan skyldes kulturforskjeller mellom kommuner og ulike bestandsøkologiske forhold. Først ved endringen av viltloven i 1963 fikk viltmyndighetene anledning til å dispensere fra det generelle forbudet mot å felle årskalv av hjortevilt, og på slutten av 1960- og starten av 1970-tallet ble både lovgrunnlaget og forvaltningsmyndighetene anbefalinger endret (Skavhaug 1996). Innføringen av «retta avskyting» (forskrift fra Direktoratet juni 1971) innebar at fellingsløyver for hjort, elg og villrein skulle differensieres mellom ulike kjønns- og aldersgrupper, med den følge at kommunene måtte tildele en større eller mindre andel av jaktkvoten som kalv. I mange områder resulterte dette i sterke reaksjoner blant jegerne, noe som sannsynligvis bidro til at det befestet seg ulike praksiser mellom kommuner.

I tillegg til kulturforskjeller, kan det være at bestandenes produktivitet spiller inn. I områder med høy kalverekruttering er det større sannsynlighet for å se og felle en kalv, og det vil være færre voksne kyr uten kalv som kan felles. Vi fant imidlertid ingen sammenheng mellom andelen kalver i jaktuttaket og andelen kalver i sett elg-materialet (**Figur 6.1.5**). Høyt uttak av kalv vil imidlertid i seg selv redusere andelen kalv observert, og det er uklart hvor mye dette har innvirket på resultatet.



Figur 6.1.5. *Andel elgkalv i jaktuttaket mot andelen observerte kalv (fra Sett elg) i 217 norske kommuner (≥ 20 felte dyr i snitt pr. år) i perioden 2012-2016. Rød linje viser trenden i forholdet (lineær regresjon).*

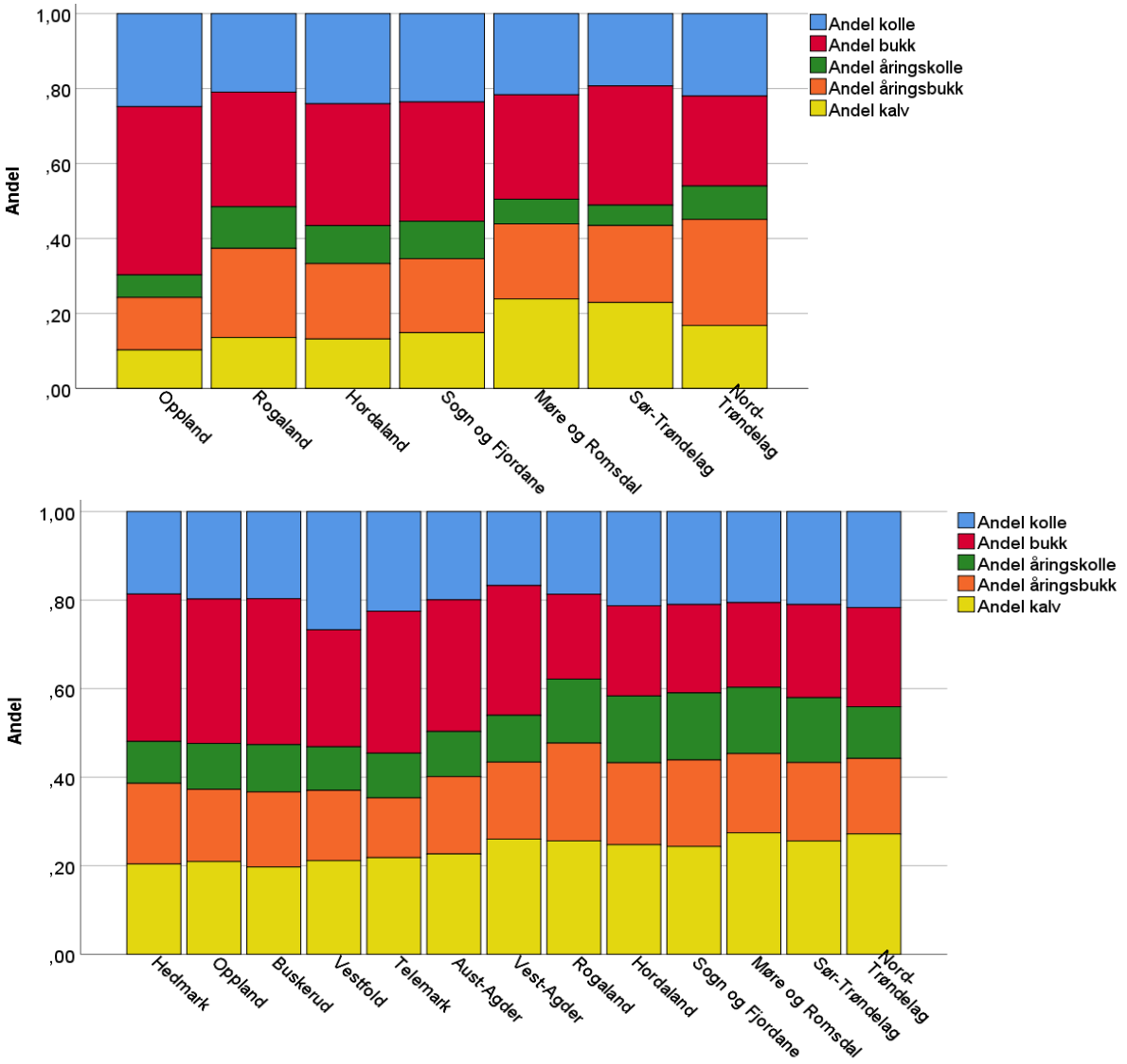
6.2 Variasjon i avskytingsmønster av hjort over tid og mellom områder

Andelen felte hjort i ulike kjønns- og aldersklasser varierer over tid og mellom områder (**Figur 6.2.1**). I perioden 1987-1991 var det først og fremst på Vestlandet, i Trøndelag og i Oppland det ble felt et større antall hjort. I de senere årene har hjorten og hjortejakta også blitt vanligere på Østlandet og på Sørlandet (**Figur 6.2.1**). I 1987-1991 ble det felt omkring 18 % kalv, 29 % åringsdyr og 53 % voksne hjort i Norge, hvorav flest kalv på Nord-Vestlandet og i Trøndelag.

I 2012-2016 var andelen kalv i uttaket økt til 25 % på landsbasis og var fortsatt høyest i de samme områdene. Andelen åringsdyr og voksne hjort var i samme periode 33 % og 42 %. Som for elgen er det en tendens til at jegerne i fylker og kommuner med nyetablerte hjortebestander feller en større andel voksne individer enn hva de gjør i områder med mer etablerte bestander. I perioden 2012-2016 ble mer enn 50 % felt som voksne individer i fylkene fra Hedmark til Telemark, mens andelen var rundt 40 % på Vestlandet og i Trøndelag (**Figur 6.2.1**). Kjønnsraten i avskytinga endret seg fra en stor andel hanndyr (61 % av ett år og eldre dyr) i 1987-1991 til en langt mer balansert fordeling (53 % hanndyr) i 2012-2016 (**Figur 6.2.1**). Dette skyldes først og fremst redusert uttak av hanndyr på Vestlandet og i Trøndelag.

I hjortekommunene var det et sterkt negativt forhold mellom andelen voksne og andelen kalv i avskytingen (**Figur 6.2.2**), og mellom andelen voksne og andelen åringsdyr (**Figur 6.2.3**). På den annen side var det kun et svakt negativt forhold mellom andelen åringsdyr og andelen kalv (r_{sp} = -0,15). I hjortekommunene er derfor kontrasten størst mellom dem som fokuserer på kalv og åringsdyr i forhold til de som fokuserer på voksendyr.

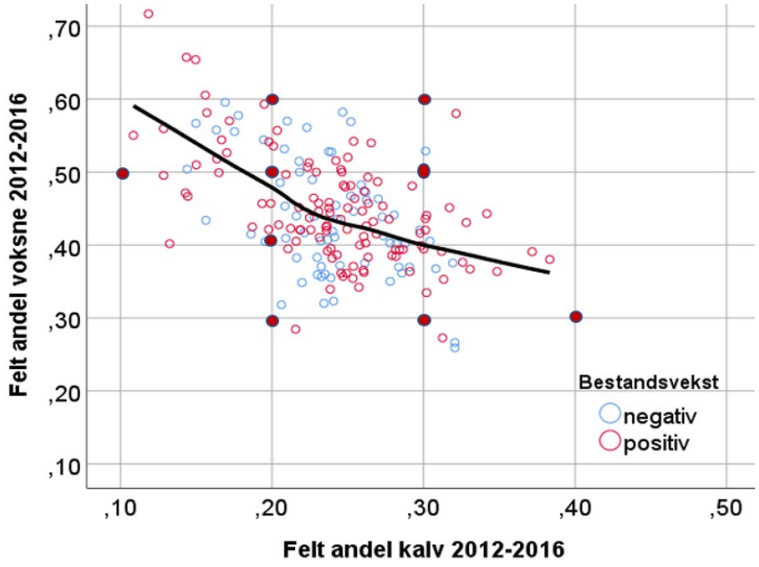
Til forskjell fra i elgkommunene var det mange hjortekommuner som valgte en avskytingsprofil som var dominert av en aldersklasse (dvs. > 50 %). Dette var i alle tilfeller kommuner som fokuserte avskytingen mot eldre dyr. I enkelte kommuner ble det felt mer enn 60 % voksne dyr og i en kommune over 70 % (**Figur 6.2.2**). Det vanligste var imidlertid å felle en lavere andel eldre dyr (35-50 %) kombinert med 20-40 % åringsdyr og 20-30 % kalv. Igjen er det viktig å merke seg at **Figur 6.2.2** og **Figur 6.2.3** er basert på fellingsdata fra 5 år samlet og kun fra kommuner med i snitt ≥ 20 hjort skutt pr. år. Avskytingsmønsteret i enkeltår og i kommuner med få fellinger, er i mange tilfeller langt mer ekstremt.



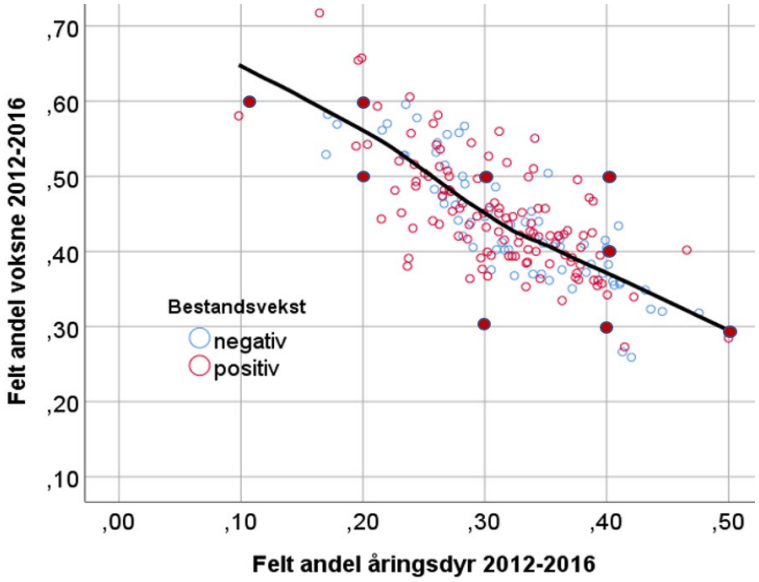
Figur 6.2.1. *Fordelingen av kalv, åringsdyr og eldre dyr i avskytingen av hjort i ulike norske fylker i periodene 1987-1991 (øverst) og 2012-2016 (nederst). Kun fra fylker med ≥ 20 felte hjort pr. år i perioden.*

For hjorten har avskytingsstrategien holdt seg relativt konstant innen kommuner over tid. Korrelasjonen i andelen felte individer mellom periodene 1987-1991 og 2012-2016 var henholdsvis r_{Sp} = 0,32 for kalv, r_{Sp} = 0,46 for åring, og r_{Sp} = 0,31 for voksne ($p < 0,01$, n = 96 kommuner med i snitt ≥ 20 hjort felt pr. år). Som for elgen var det størst økning i andel felte kalv i kommuner som tidligere hadde lav kalveandel (**Figur 6.2.4**). Også andelen hanndyr i jaktuttaket var positivt korrelert mellom periodene (r_{Sp} = 0,47, n = 96, $p < 0,001$), men i mindre grad for kommunene som tidligere felte en stor andel hanndyr. I disse kommunene har det vært en vesentlig nedgang i andelen hanndyr skutt, sannsynligvis for å rette opp uønsket skjeve kjønnsrater.

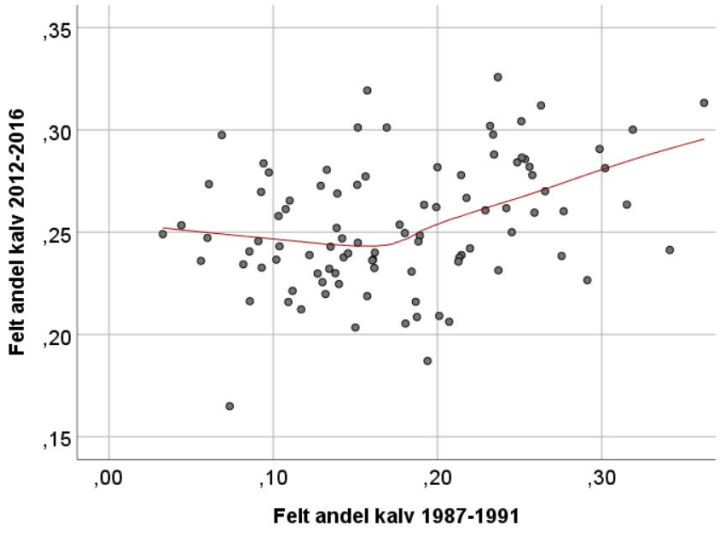
Den relativt store variasjonen i kalveavskyting kan skyldes ulike preferanser (kultur) og bestandsøkologiske forhold mellom hjortekommuner. Til forskjell fra elg var det for hjort et positivt forhold mellom andelen kalv felt og andelen kalv sett på kommunenivå (i utmark, r_{Sp} = 0,23, n = 96, $p < 0,05$, **Figur 6.2.5**). Vi kan derfor ikke utelukke at det større tilbudet av kalv er noe av grunnen til at jegerne i enkelte kommuner velger å felle en større andel kalv.



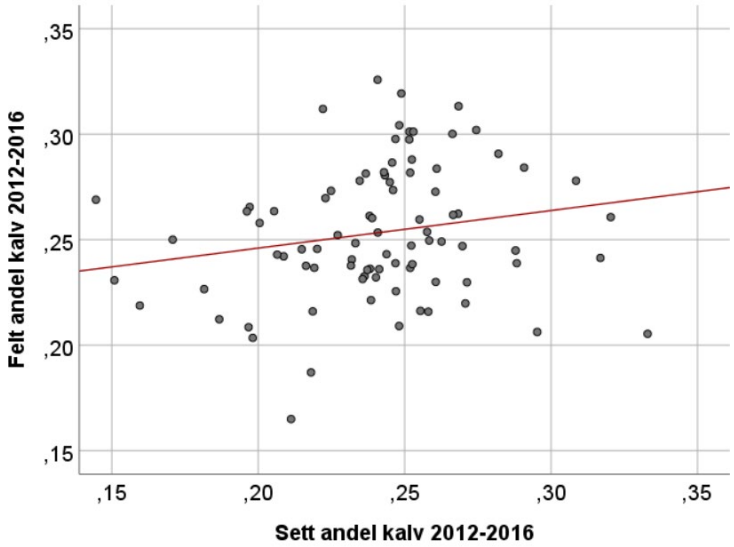
Figur 6.2.2. *Andel felte voksne hjort mot andel felte kalv. Data fra 184 norske kommuner ≥ 20 felte dyr i snitt pr. år) i perioden 2012-2016. Svart linje viser trenden i forholdet (Loess regresjon). Bestandsveksten i perioden er basert på antall hjort felt. Negativ vekst inkluderer 0 bestandsvekst. Røde, fylte sirkler viser avskytingsstrategier fra de teoretiske modellene.*



Figur 6.2.3. *Andel felte voksne hjort mot andel felte kalv. Data fra 184 norske kommuner (≥ 20 felte dyr i snitt pr. år) i perioden 2012-2016. Svart linje viser trenden i forholdet (Loess regresjon). Bestandsveksten i perioden er basert på antall hjort felt. Negativ vekst inkluderer 0 bestandsvekst. Røde, fylte sirkler viser avskytingsstrategier fra de teoretiske modellene.*



Figur 6.2.4. *Andel felte hjortekalver i 96 norske kommuner (≥ 20 hjort felt i snitt pr. år) i perioden 1987-1991 mot andel felte kalv i perioden 2012-2016. Rød graf viser trenden i forholdet (Loess regresjon).*



Figur 6.2.5. *Andelen hjortekalv i jaktuttaket mot andelen observerte kalv (fra Sett hjort) ved utmarksjakt i 96 norske kommuner (≥ 20 hjort felt i snitt pr. år) i perioden 2012-2016. Rød graf viser trenden i forholdet (lineær regresjon).*

7 Hvor godt stemmer modellprediksjonene med virkeligheten?

Alle teoretiske modeller bygger på antagelser med varierende sikkerhet, og derfor er det alltid av interesse å teste hvorvidt prediksjonene fra en modell stemmer overens med faktiske observasjoner. I vårt tilfelle ønsker vi å vite hvorvidt jaktutbyttet påvirkes av hvilken avskytingsstrategi som benyttes. Er det slik at mengden kjøtt høstet for en gitt vinterbestand eller et gitt vinterbeiteuttak varierer med avskytingsstrategi? En viktig prediksjon fra tidligere (Solbraa 1998) og vår jaktmodell (**kap. 4**), er at mer kjøtt kan høstes pr. km^2 skog i kommuner som velger å rette jakta mot voksne dyr og åringsdyr kontra kalver. For å undersøke hvorvidt dette er tilfelle innenfor bredden av de avskytingsstrategiene som praktiseres i Norge, analyserte vi variasjonen i jaktutbyttet av elg i norske kommuner i perioden 2012-2016 i forhold til avskytingsstrategi. Samtidig kontrollerte vi etter beste evne for andre faktorer som også kunne forventes å ha en vesentlig effekt.

7.1 Metodisk tilnærming

Vi målte jaktutbytte i ulike kommuner som antallet elg felt eller antallet kilo elgkjøtt høstet pr. km^2 skogsmark (dvs. skog og myr). Antallet elg felt var det gjennomsnittlige årlige jaktuttaket i perioden 2012-2016. Tilsvarende estimerte vi antallet kilo elgkjøtt ved å multiplisere gjennomsnittlig antall kalv, åringsdyr og voksne individer skutt, med kjønns- og aldersspesifikke slaktevekter for elg. Sistnevnte var gjennomsnittsvekter beregnet fra alle slaktevekter innsamlet i regi av Overvåkingsprogrammet for hjortevilt i perioden 1991-2017 (Solberg et al. 2017). Med andre ord antok vi at slaktevektene ikke varierer mellom kommuner, hvilket nødvendigvis er feil. Dette har imidlertid ingen konsekvenser for konklusjonene med mindre avskytingsstrategiene i seg selv påvirker de faktiske slaktevektene (hvilket vi ikke har grunn til å tro er tilfelle). Følgende gjennomsnittsvekter ble benyttet: oksekalv (66 kg), kukalv (62 kg), åringsokse (139 kg), åringsku (131 kg), voksen okse (205 kg) og voksen ku (176 kg).

Vi analyserte variasjonen i jaktutbyttet (antall elg felt pr. km^2 og antall kg kjøtt høstet pr. km^2) i forhold til andelen kalv (*Kalveandel*), åringsdyr (*Åringsandel*) og voksne elg (*Voksenandel*) i jaktuttaket. I tillegg utførte vi en prinsipalkomponentanalyse av avskytingen i kommunene som inngikk i analysen. Denne antydet at to prinsipalkomponenter (*Høsting1* og *Høsting2*) kunne forklare 100 % av variasjonen i andel kalv, åringsdyr og voksendyr. *Høsting1* var nært korrelert med andel kalv (r = -0,99), åring (r = 0,77) og voksendyr (r = 0,53), og varierer fra et jaktuttak dominert av kalv (lave verdier av *Høsting1*) til et jaktuttak dominert av årings- og voksendyr (høye verdier av *Høsting1*). *Høsting2* var først og fremst korrelert med andel åringsdyr (r = -0,64) og voksendyr (r = 0,84), men ikke med andel kalv (r = -0,04). Vi finner derfor høye verdier av *Høsting2* i kommuner med lav andel åringsdyr og høy andel voksendyr, mens det motsatte er tilfelle i kommuner med høy andel åringsdyr og lav andel voksendyr.

I tillegg til avskytingsstrategi, testet vi effekten av bestandens kjønnsrate (*Kuandel* = antall ku/(antall ku + antall okse)), fruktbarhetsrate (*Tvillingandel*) og *Vekstrate*. Kjønnsraten og fruktbarhetsraten ble beregnet fra sett elg-data innsamlet i kommunene. Dette gjaldt også bestandens vekstrate som ble beregnet som endringen i antallet elg sett pr. jegerdag pr. år i løpet av perioden 2012-2016 (Solberg et al. 2019).

Vi inkluderte bestandens kjønnsrate, fruktbarhet og vekst i modellen fordi disse faktorene kan påvirke jaktutbyttet, og fordi de ikke alltid fordeler seg tilfeldig i forhold til avskytingsstrategi. For eksempel forventer vi at kjønnsraten har en stor effekt på jaktutbyttet da en elgbestand av en gitt størrelse kan produsere flere kalver når kuandelen er høy (**kap. 4**). Det samme gjelder for tvillingandelen, mens vekstraten først og fremst bestemmer hvor stor andel av tilveksten som høstes. I økende bestander vil kun deler av den årlige tilveksten høstes (det er derfor bestanden øker), mens det motsatte er tilfelle i synkende bestander (mer enn den årlige tilveksten høstes).

Fordi vi ønsker å finne ut hvordan jaktutbyttet varierer med avskytingsstrategi i kommuner med ellers like betingelser, må vi kontrollere for slike ulikheter i bestandsforhold.

Et element som vi ikke klarer å kontrollere for i modellen er bestandstetthet (antall elg pr. km^2). Bestandstettheten av elg varierer mye mellom kommuner og dette vil nødvendigvis også påvirke hvor mange elg og hvor mye kjøtt som kan høstes pr. km^2. På den annen side har vi informasjon om beitetilbudet og beiteuttaket. Dersom beitetilbudet er høyt kan vi forvente at flere elg kan leve i et område enn om beitetilbudet er lavt, og tilsvarende vil beiteuttaket beskrive andelen tilgjengelig beite som konsumeres. Dersom det er mange elg i forhold til beitetilbudet, vil beiteuttaket være høyt, mens det motsatte er tilfelle der det er få elg i forhold til beitetilbudet.

I modellen vår inkluderte vi både beitetilbud og beiteuttak som forklaringsvariabler. Data på beiteuttak og beitetilbud hentet vi fra Landsskogtakseringen (www.nibio.no) som hvert år samler inn denne typen data (og mange andre data) fra et stort antall prøveflater fordelt over hele Norge. Som for det andre materialet i analysen, benyttet vi data innsamlet fra ulike prøveflater i perioden 2012-2016.

Beitetilbudet målte vi som antallet beitetrær pr. ha av artene rogn, osp og selje (samlegruppen ROS), samt av bjørk og furu. Denne informasjonen ble samlet i variabelen *Beitetilbud*. Beitetrær ble definert som alle trær høyere enn 0,3 m og lavere enn høyden de oppnår når brysthøydediameteren (dbh) er < 25 mm. Dbh er diameter på stammen 1,3 m over bakkenivå. Beiteuttaket ble målt som andelen av beitbare kvist som var beitet siste år innenfor 0,3 til 3,0 meters høyde. I analysene benyttet vi beiteuttaket på ROS-artene og beiteuttaket på bjørk, men ikke beiteuttaket på furu. Det siste skyldes at furu er fraværende i mange kommuner. ROS-artene er høyt preferert av elgen og beites fra moderat til hardt. Bjørka er mindre preferert og opplever vanligvis lavt til moderat beiteuttak. Både beitetilbud og beiteuttak ble aggregert til kommunenivå (gjennomsnitt) før de ble benyttet i analysene.

Som forventet var beiteuttaket på ROS og bjørk korrelert ($r = 0,39$, $df = 225$, $p < 0,001$). Av den grunn valgte vi å kombinere informasjonen fra disse ved bruk av en prinsipalkomponentanalyse. Analysen ga oss en ny variabel, kalt *Beiteuttak*, og som var nært korrelert både med beiteuttaket på ROS ($r = 0,83$, $df = 225$, $p < 0,001$) og bjørk ($r = 0,83$, $df = 225$, $p < 0,001$).

Vi analyserte variasjonen i jaktutbytte ved bruk av generaliserte lineære modeller og miksa effekt modeller (Bates et al. 2015) i statistikkprogrammet R (versjon 4.0.3). Til å produsere figurene benyttet vi R-pakkene ggplot2 (Wickham 2016) og ggeffects (Lüdecke 2018). De avhengige variablene var rimelig normalfordelte, særlig etter log-transformering. Vi benyttet derfor modeller med lognormal linkfunksjon for modellseleksjon, men viser parameterestimat basert på beste modellen med utransformerte verdier. I modellene testet vi effekten av avskytingsstrategi samtidig som vi kontrollerte for effekten av bestandens *Kuandel*, *Tvillingandel* og *Vekstrate*, *Beitetilbud* og *Beiteuttak*. Vi testet modeller med alle mulige kombinasjoner av forklaringsvariabler (se over), men uten interaksjonseffekter. Vi valgte deretter ut de beste modellene basert på AICc (Burnham and Anderson 2002).

7.2 Resultater

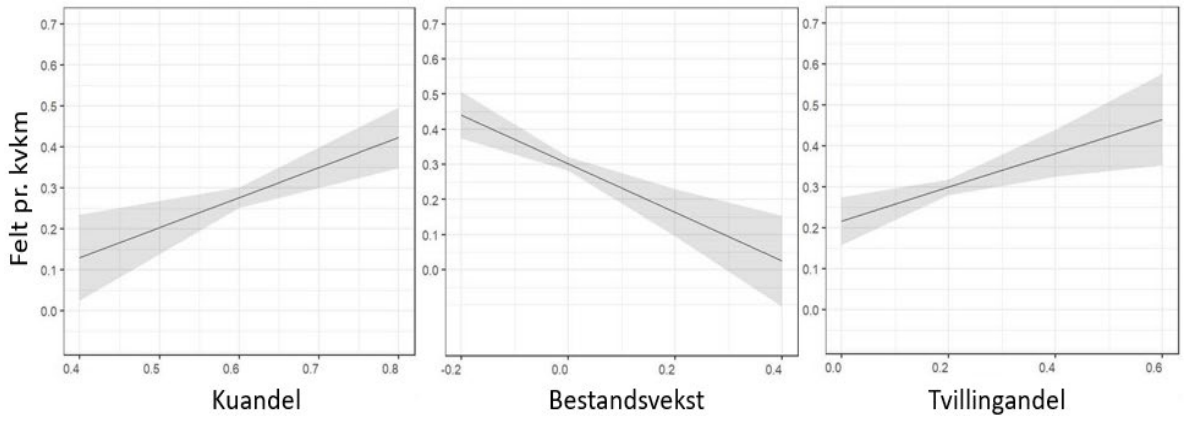
I analysene benyttet vi data fra totalt 234 ulike kommuner, hvilket utgjør omkring 75 % av alle kommuner med elgjakt i landet. Data fra de gjenværende kommunene ble ikke benyttet, enten fordi det felles få elg pr. år (< 20 elg), fordi det er få eller ingen sett elg-data tilgjengelig, eller fordi det var < 10 landsskogflater med informasjon om beitetilbud og beiteuttak i kommunen. I de gjenværende kommunene ble det i gjennomsnitt felt 128 elg pr. år, og informasjon om beitetilbud og beiteuttak var tilgjengelig fra 50 prøveflater i gjennomsnitt. Antallet dyr felt utgjorde omkring 0,33 elg eller omkring 44 kg elgkjøtt pr. km^2 skogsmark (dvs. en gjennomsnittlig felt elg har en slaktevekt på 133 kg).

7.2.1 Antallet elg skutt pr. km^2

Modellen som best forklarte variasjonen i antallet elg skutt pr. km^2 inkluderte fylke, *Kuandel* i bestanden, *Tvillingandel*, *Vekstrate* og *Beiteuttak* (**Tabell 7.2.1**). Som forventet fra de teoretiske modellene, økte antallet elg skutt med økende andel eldre kyr i bestanden (**Fig. 7.2.1**). I tillegg var det en positiv effekt av tvillingandelen og en negativ effekt av bestandens vekstrate (**Tabell 7.2.1**). Også dette var som forventet fordi bestander med høy fruktbarhet produserer et større høstbart overskudd for en gitt vinterbestand, og fordi en lavere andel av tilveksten høstes i økende bestander.

Tabell 7.2.1. *Parameterestimat fra den beste modellen som forklarer variasjonen i antall elg skutt pr. km^2 skog og myr mellom norske kommuner i perioden 2012-2016. R^2 = 0,42.*

Forklaringsvariabel	Estimat	SE	P
Intercept	-0,17	0,16	0,297
Fylke			<0,001
Kuandel	0,73	0,22	0,001
Bestandsvekst	-0,69	0,16	<0,001
Tvillingandel	0,42	0,14	0,003
Beiteuttak	-0,01	0,01	0,603

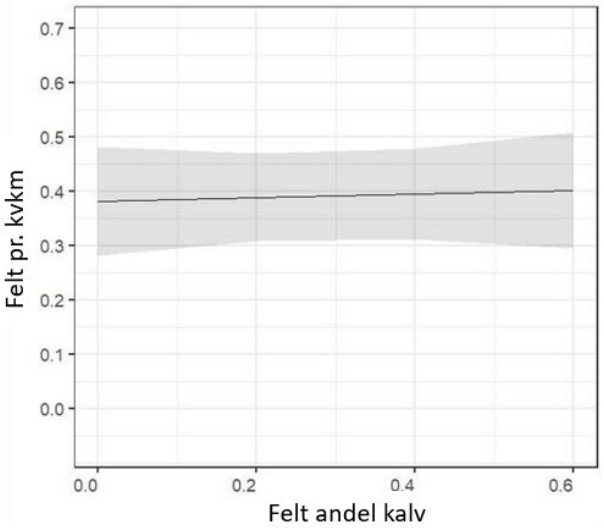


Figur 7.2.1*. Det predikerte forholdet mellom antall elg felt pr. km^2 og de viktigste forklaringsvariablene i den beste modellen (**Tabell 7.2.1**).*

Beiteuttak hadde ingen signifikant effekt på antallet elg skutt pr. km^2 (**Tabell 7.2.1**). I enkelte alternative modeller (ΔAICc < 2) var også *Beitetilbud* inkludert, men aldri med en signifikant effekt (p > 0,05). Dette kan framstå merkelig tatt i betraktning at bestandens bæreevne er høyere i kommuner med høyt beitetilbud, og av den grunn forventer vi at jaktuttaket også ville være høyere. En mulig forklaring er at et mål på bæreevnen alt er inkludert i modellen i form av tvillingandelen. I områder med mye mat pr. arealenhet (høyt beitetilbud) kan elgen vokse seg større og produsere flere kalver pr. ku, med mindre hele potensialet med høyere beitetilbud tas ut i økt bestandstetthet. Denne antagelsen støttes av det faktum at tvillingandelen jevnt over er høyere i kommuner med rikt mattilbud (r_{sp} = 0,52, p < 0,001).

Overraskende nok fant vi ingen sterk effekt av avskytingsstrategi på antall elg felt pr. km^2. Riktignok var *Høsting2* inkludert i en av de alternative modellene, men ikke signifikant. Vi testet også effekten av å inkludere *Kalveandel*, *Åringsandel* eller *Voksenandel* i den beste modellen, men uten at dette forklarte nevneverdig mer av variasjonen i antall elg felt pr. km^2. Effekten var

imidlertid svakt positiv for kalveandelen (**Figur 7.2.2**) og svakt negativ for voksenandel, men langt fra signifikant.



Figur 7.2.2. *Antall elg felt pr. km^2 i forhold til andel kalv felt (kalveandel) i ulike kommuner i Norge i perioden 2012-2016. Trendlinjen er det predikerte forholdet når det kontrolleres for andre forklaringsvariabler som inngår i den beste modellen (**Tabell 7.2.1**).*

7.2.2 Antall kilo elgkjøtt høstet pr. km^2

Modellen som best forklarte variasjonen i antallet kilo elgkjøtt høstet pr. km^2 inkluderte fylke, *Kuandel*, *Vekstrate*, *Tvillingandel* og *Beiteuttak*. En nesten like god modell (ΔAICc = 0,58) inkluderte også *Høsting1* og det er parameterestimatene fra denne modellen som er vist i **Tabell 7.2.2**.

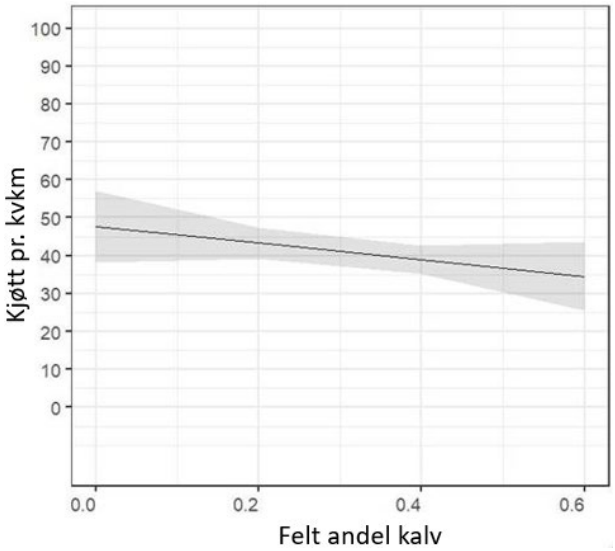
Tabell 7.2.2. *Parameterestimat fra den valgte modellen som forklarer variasjonen i kilo kjøtt høstet pr. km^2 skog og myr mellom norske kommuner i perioden 2012-2016. R^2 = 0,42.*

Forklaringsvariabel	Estimat	SE	P
Intercept	-10,42	21,34	0,626
Fylke			<0,001
Høsting1	1,82	1,40	0,196
Kuandel	80,50	29,44	0,007
Vekstrate	-95,86	21,44	<0,001
Tvillingandel	50,71	19,79	0,011
Beiteuttak	-1,00	1,35	0,462

I denne modellen hadde *Kuandel* og *tvillingandel* en positiv effekt, mens *Vekstrate* og *Beiteuttak* virket negativt. *Høsting1* hadde en positiv effekt, men effekten var ikke signifikant (**Tabell 7.2.2**). Det er imidlertid verdt å merke seg at trenden i forholdet var som forventet (høy *Høsting1* samsvarer med lav andel kalv og høy andel åring og voksendyr i uttaket). Det samme var tilfelle når vi byttet ut *Høsting1* med *kalveandel* (p = 0,14), *Åringsandel* (p = 0,21) eller *Voksenandel* (p = 0,49) i avskytingen. Som antydet i **Figur 7.2.3** ble det høstet snaue 20 % mindre kjøtt fra bestander med 50 % kalvehøsting i forhold til bestander med 10 % kalvehøsting. Mellom bestander med 20 % og 40 % kalvehøsting skilte det omtrent 10 % i kjøttutbytte. Dette er veldig likt hva vi forventet basert på de teoretiske modellene for bestander med skjev kjønnsrate og konstant beiteuttak vinterstid (**Figur 4.1.2**).

Alt i alt antyder dette at antallet elg og mengde kjøtt som høstes pr. km^2 i norske kommuner øker med bestandens produktivitet (høyere *Kuandel* og *Tvillingandel*) og synker med bestandens vekstrate. I tillegg er det en marginal effekt av beiteuttaket i kommunen. Også avskytingsstrategien hadde marginal betydning for antallet elg felt pr. km^2, mens effekten var sterkere på

mengden kjøtt høstet. I begge tilfeller var imidlertid betydningen av avskytingsstrategi beheftet med mye usikkerhet.



Figur 7.2.3. *Antall kg kjøtt høstet pr. km^2 i forhold til andel kalv felt i ulike kommuner i Norge i perioden 2012-2016. Trendlinjen er det predikerte forholdet når Høsting1 byttes med andel kalv felt i den valgte modellen (**Tabell 7.2.2**).*

8 Oppsummering og diskusjon

I kapitlene over har vi undersøkt hvordan egenskaper relatert til jaktutbytte, jaktinnsats og skadepotensial (bestandsstørrelse og beiteuttak på vinter) varierer som funksjon av avskytingsstrategien som velges ved høsting av elg og hjort. Innledningsvis gjennomgår vi tidligere publiserte høstingsstudier for hjortevilt og oppsummerer hovedkonklusjonene fra disse arbeidene (**kap. 3**). Deretter benytter vi teoretiske modeller til å utforske hvordan 9 ulike avskytingsstrategier påvirker de samme målparameterne i bestander med balansert (1:1) og hunndyrdominert (2:1) kjønnsrate (**kap. 4 og 5**). De valgte avskytingsstrategiene varierte fra lav til svært høy kalveandel i jaktuttaket (eks. 0:50:50 - 60:20:20 for elg) og var alle innenfor variasjonsbredden av de strategiene som brukes under jakt i norske elg- og hjortebestander (**kap. 6**). Inntrykket er at modellstudiene gir et realistisk bilde på hvordan relevante avskytingsstrategier påvirker jaktutbytte, jaktinnsats og ulike bestandsegenskaper, og at forskjellene er relativt moderate mellom de minst selektive strategiene. Forskjellene er større mellom de mest selektive strategiene, men disse benyttes i mindre grad (**kap. 6**, se under).

I modellstudiene testet vi også betydningen av to skaleringsfaktorer for utfallet av de ulike avskytingsstrategiene. Hensikten med skaleringsfaktoren er å gjøre de ulike målparameterne sammenlignbare på tvers av avskytingsstrategier, men uavhengig av andre forhold som kan innvirke. Det vanligste har vært å benytte bestandens størrelse etter jakt som skaleringsfaktor (eks. Sylvén 1987, Nilsen et al. 2005), hvilket betyr at vi sammenligner jaktutbyttet i forhold til antallet dyr i vinterbestanden (eks. antall felte dyr eller kjøttutbytte pr. 1000 vinterdyr, **kap. 3**). Imidlertid kan det være mer relevant å benytte bestandens samlede beiteinntak (metabolsk biomasse) som skaleringsfaktor da elg og hjort øker i størrelse og matinntak fra kalv til voksen (**Tabell 2.1**). En gitt mengde beiteressurser kan derfor underholde en større bestand gjennom vinteren dersom den består av en stor andel kalv enn om den består av hovedsakelig eldre individer.

Erfaringene fra analysene er at bruken av de to skaleringsfaktorene fører til det samme generelle resultatet, men at variasjonsbredden endrer seg. Når beiteinntaket (metabolsk biomasse) benyttes som skaleringsfaktor blir det større variasjon i kjøttuttak og lavere variasjon i antall felte dyr mellom de ulike avskytingsstrategiene (**kap. 4 og 5**). Mer presist øker kjøttuttaket prosentvis mer fra en kalvedominert til en voksendominert avskytingsstrategi når beiteinntaket benyttes som skaleringsfaktor. Dette er i samsvar med resultatene til Solbraa, som lenge har vært en proponent for bruken av beiteinntaket som skaleringsfaktor (eks. Solbraa 2018). Også for de andre målparameterne har valget av skaleringsfaktor en viss effekt, hvilket betyr at resultater fra ulike modellstudier ikke nødvendigvis er direkte sammenlignbare med mindre de bruker samme skaleringsfaktor.

Slik vi ser det er bedre å bruke beiteinntaket (eller den metabolske biomassen) enn antallet vinterdyr som skaleringsfaktor i høstingsmodellene. I mange av de første høstingsstudiene var det vanlig å benytte bestandens størrelse som skaleringsfaktor, men dette var før beitetilbudet ble en begrensende faktor på hjortedyras kroppsvekst og fruktbarhet i Skandinavia. Dette har endret seg de siste 30 årene, og ved dagens høye tettheter av elg og hjort er mattilbudet en viktig begrensende faktor – og etter hvert kanskje den viktigste bakenforliggende faktoren i diskusjoner om hvilken bestandsstørrelse som skal velges av forvaltningen. Ut fra vissheten om at matbehovet varierer med størrelsen på dyret, og at kjønns- og aldersstrukturen i vinterbestanden varierer med avskytingsstrategi, mener vi derfor det er mest relevant å sammenligne strategier under forutsetning av et konstant beiteuttak.

I kapitlene under diskuterer vi nærmere de viktigste funnene i rapporten (**Tabell 8.1**) og påpeker hvordan parametervalg og modelldesign kan ha påvirket resultatene fra modellstudiene. Deretter nevner vi andre forhold som er av betydning for valg av avskytingsstrategi. Vi viser også noen eksempler på hvilke avskytingsstrategier som er best egnet til å oppfylle ensidige og flersidige forvaltningsmål. Avslutningsvis gjør vi oss noen tanker om andre forhold som ikke er inkludert i våre modeller eller analyser.

Tabell 8.1. *Oppsummering av avskytingsstrategienes effekt på jaktutbytte, jaktinnsats og ulike bestandsegenskaper. De ni avskytingsstrategiene (se kapittel 4 og 5) er kategorisert i tre grupper basert på andelen voksne og andelen kalv og åringsdyr i avskytingen: Voksendominerte strategier (50 % voksne dyr), Balanserte strategier (60 % kalv og åringsdyr), Ungdyrdominerte strategier (70-80 % kalv og åringsdyr). Resultatene viser det relative forholdet mellom gruppene (lav, middels, høy) og er basert på en teoretisk elgbestand med kjønnsrate 2:1 og konstant beiteuttak vinterstid. I parentes angir vi hvorvidt verdiene er vesentlig høyere eller lavere i en bestand med balansert kjønnsrate (1:1). Manglende parentes antyder at forskjellen er minimal. Resultatene bygger på modellanalysene for elg (**kap. 4**), men vil i prinsippet også gjelde for hjort.*

Forvaltningsparameter	**Avskytingsstrategier**		
	Voksendominerte	**Balanserte**	**Ungdyrdominerte**
Antall dyr felt	Lav (lavere)	Middels (lavere)	Høy (lavere)
Antall kilo kjøtt	Høy (lavere)	Middels (lavere)	Lav (lavere)
Andel okser 4+ i bestand	Lav (høyere)	Middels (høyere)	Høy (høyere)
Antall okser 4+ felt	Høy	Middels (lavere)	Lav (lavere)
Jaktinnsats totalt	Høy (lavere)	Lav (lavere)	Middels (lavere)
Jaktinnsats pr. felte dyr	Høy (lavere)	Lav	Middels (høyere)
Metabolsk biom. sommer	Høy (lavere)	Middels (lavere)	Lav (lavere)
Vinterbestand	Høy (lavere)	Middels (lavere)	Lav (lavere)
Kjønnsrate før jakt*	Lav	Middels	Høy

* Kun relevant for bestander med skjev kjønnsrate etter jakt

8.1 Forholdet mellom avskytingsstrategi og ulike jaktprodukter

I grove trekk viser resultatene at valget av avskytingsstrategi har betydning for størrelsen på de ulike jaktproduktene (antall dyr, mengde kjøtt, antall trofédyr), og at det ikke finnes én avskytingsstrategi eller kjønnsrate som maksimaliserer alle jaktproduktene samtidig (**kap. 4 og 5**). Dersom vi ønsker å felle mange dyr må vi velge en mer kalvedominert avskytingsstrategi enn om vi ønsker å maksimere mengden kjøtt – og i begge tilfeller må vi velge en bestand med skjev kjønnsrate (**Tabell 8.1**). Hjorteviltbestander med dagens skjeve kjønnsrater kan derfor i de fleste tilfeller tilby et langt høyere utbytte i form av antall dyr og mengde kjøtt enn hva som var tilfelle når kjønnsraten var mer balansert (**kap. 7**). Resultatene er relativt like for elg og hjort og det generelle mønsteret samsvarer godt med erfaringene fra andre høstingsstudier for elg i Skandinavia (eks. Sylvén 1995, Nilsen et al. 2005, Solbraa 2018).

Resultatene fra våre modellstudier kan likevel avvike noe fra resultatene i tidligere modellstudier som følge av ulike parameterverdier benyttet i modellene (**Tabell 2.1**). Betydningen av dette er imidlertid ikke stor. Selv om leveforholdene varierer mellom områder, er det først og fremst de relative forskjellene i vekt, naturlig dødelighet og fruktbarhet mellom aldersklasser som er avgjørende for effekten av de ulike avskytingsstrategiene. Disse forskjellene er i begrenset grad avhengig av leveforholdene. For eksempel vil kalver av elg og hjort kunne variere mye i størrelse mellom bestander, men vil like fullt veie 45-55 % av et åringsdyr i de fleste områder.

Som følge av kompenserende vekst kan det likevel eksistere noe variasjon i det relative forholdet mellom fruktbarhetsrater i ulike aldersgrupper. For sikkerhets skyld undersøkte vi derfor også utfallet fra modellene dersom vi varierer på de aldersspesifikke fruktbarhetsratene. I disse analysene valgte vi å redusere på fruktbarheten i alle aldersgrupper, men i synkende grad med økende alder. Resultatet var at jaktuttaket, i form av antall dyr og mengden kjøtt, ble redusert, men uten at det generelle forholdet mellom avskytingsstrategier eller bestandskjønnsrater ble nevneverdig forandret (se **Figur 11.2.9**). Selv om fruktbarhetsratene varierer i størrelse mellom aldersgrupper og bestander, er det derfor liten grunn til å tro at dette vil rokke ved det generelle mønsteret som er vist i **kap. 3** og **kap. 4**.

Det forholdstallet som sannsynligvis varierer mest mellom bestander, er den naturlige dødelighetsraten for kalv i forhold til eldre dyr i bestanden. I enkelte områder er den naturlige dødelighetsraten for kalv mye høyere enn for eldre individer, for eksempel der ulv og andre rovdyr utgjør en viktig dødelighetsfaktor, og i områder med spesielt streng vinter. I slike bestander kan i verste fall en stor andel av kalvene gå tapt, og av den grunn kan det svare seg å ta ut en stor andel av kalvene under jakta. Som vist i **kap. 4.2** må imidlertid forskjellene i naturlig dødelighet være veldig store for å rokke ved det generelle mønsteret mellom jaktutbytte og avskytingsstrategi. Dette var også konklusjonen til Nilsen et al. (2005) som viste at disse generelle funnene er gjeldene selv i områder hvor elgen er utsatt for predasjon fra ulv. Det totale antallet dyr som kan høstes for en gitt bestand vil dog avta når kalvedødeligheten øker.

I tillegg til høyere antall dyr og mengde kjøtt fant vi for alle avskytingsstrategiene at antallet felte eldre hanndyr (2 år +) er høyere i bestander med skjev kjønnsrate. Dette kan framstå overraskende, tatt i betraktning den lavere andelen hanndyr i slike bestanden, men skyldes at hunndyrdominerte bestander er langt mer produktive. For eksempel vil en elgbestand med 2 kyr pr. okse etter jakt produsere hele 33 % flere kalver i gjennomsnitt enn en bestand med balansert kjønnsrate (1:1). Som i andre viltbestander er det i prinsippet den årlige tilveksten som bestemmer størrelsen på jaktuttaket og ikke den stående bestanden (vinterbestanden). Jaktuttaket av eldre hanndyr vil derfor øke når den årlige tilveksten øker, og uavhengig av om det er endringer i bestandens kjønnsrate (hunndyr pr. hanndyr) eller hunndyrenes fruktbarhet (kalv pr. hunndyr) som ligger til grunn for økningen i bestandstilveksten.

Selv om bestander med skjev kjønnsrate kan tilby et større jakttilbud av eldre hanndyr, gjelder dette kun for de yngste individene. For de eldste individene er forholdet motsatt. På grunn av det høyere jakttrykket på hanndyr i bestander med skjev kjønnsrate, vil brorparten av hanndyrene være unge, og få individer vil rekrutteres til de eldste aldersklassene. I våre modeller inntraff denne overgangen ved ca. 4 års alder. Det betyr at det kan felles flere 4 år og eldre hanndyr i bestander med balansert enn skjev kjønnsrate.

Denne forskjellen øker desto høyere vi setter terskelverdien for eldre hanndyr. For eksempel fant Sylven et al. (1995) at anslagsvis 33 % flere troféokser kan felles fra en elgbestand med balansert kjønnsrate i forhold til en bestand med 2 ku pr. okse. I det studiet var troféokser definert som 6-9 år gamle individer. Sannsynligvis vil forskjellene være tilsvarende store for samme aldersegment i våre modeller. En ytterligere dreiing av kjønnsraten (eks. til 3 kyr pr. okse) vil bidra til det samme, og kan i verste fall føre til at hanndyr aldri når fullvoksen alder (5 år og eldre) i slike bestander.

For både elg og hjort var det også en effekt av avskytingsstrategi på antallet eldre hanndyr i avskytingen, men forskjellene var små så lenge voksenandelen var over 40 % (**kap. 4 og 5**, **Figur 8.1**). Økningen i antallet felte dyr ved økende kalv- og åringsavskyting synes dermed å kompensere for nedgangen andelen voksne dyr i avskytingen. Faktisk var det også en tendens til at flere eldre hanndyr kan felles når avskytingsstrategien inneholder en moderat mengde kalv (20-30 %), men uten at vi utforsket dette nærmere (**kap. 4 og 5**). Et tilsvarende resultat ble rapportert av Sylvén et al. (1995), men da basert på en modell skalert med antall vinterdyr. Den positive effekten av kalvedominerte avskytingsstrategier synes også å øke desto høyere vi setter terskelverdien for eldre hanndyr, og spesielt i bestander med skjev kjønnsrate.

En viktig forutsetning bak disse resultatene er at alle 2 år og eldre hanndyr felles i forhold til fordelingen i bestanden før jakt. Med andre ord vil det i våre modeller felles flere 2 år gamle hanndyr enn 5 år gamle hanndyr fordi det nesten alltid vil være flest 2 år gamle hanndyr i bestanden. Dette er sannsynligvis også den mest vanlige fordelingen av voksne hanndyr i avskytingen i norske hjorteviltbestander (eks. Nilsen og Solberg 2006), men er ikke nødvendigvis den beste strategien for å høste flest mulig troféindivider. Et mulig alternativ er å kun tillate jakt på hanndyr med en gevirstørrelse som overgår en viss terskelverdi. En slik aldersselektiv avskytingsstrategi vil øke antallet troféindivider som kan felles fra modellbestander med konstant antall

vinterdyr (eks. Sylvén et al. 1995), og vi antar at det samme vil være tilfelle i modellbestander med konstant beitetrykk (ikke undersøkt). En mulig ulempe med slike strategier er at jakta blir enda mer selektiv. Dette har konsekvenser for hvor effektivt jakta kan gjennomføres (se under) og vil også kunne ha en uheldig selektiv effekt på hanndyrenes gevirutvikling. For eksempel vil det være en sterk seleksjon mot rask gevirutvikling dersom terskelverdien settes for lavt, og fremtidige generasjoner med hanndyr vil være best tjent med å utvikle små gevir.

Alt i alt betyr dette at avkastningen av dyr og kjøtt kan økes ved å øke andelen voksne hunndyr i bestanden, mens en balansert kjønnsrate er å foretrekke dersom vi ønsker høy avskyting av eldre hanndyr. Det siste forutsetter imidlertid at terskelverdien for eldre dyr er minst 4 år. Dette stemmer godt overens med hva vi vanligvis forstår som hanndyr med trofékvalitet da elgokser og hjortebukker sjelden er utvokste før de er 5 år og eldre. Samtidig vil valget av avskytingsstrategi påvirke de forskjellige jaktproduktene ulikt. Forvaltningen står derfor overfor valget mellom å maksimere en av de tre jaktproduktene eller å optimalisere fordelingen mellom dem. Hva som er den beste fordelingen, vil avhenge av hvilken verdi forvaltningen setter på de ulike jaktproduktene, i hvilken grad den totale jaktinnsatsen som jegerne er villige til å bruke representerer en begrensning, og hvilke andre forhold forvaltningen ønsker å ta hensyn til. Utfallet av disse avveiingene varierer mellom forvaltningsenheter og er noe vi ser nærmere på i **kap. 8.5**.

8.2 Forholdet mellom avskytingsstrategi og jaktinnsats

Foruten å påvirke jaktutbyttet har valget av avskytingsstrategi konsekvenser for hvor mye innsats som må til for å felle det nødvendige antallet dyr (**Tabell 8.1**). Når vi velger å felle dyr fra spesifikke kjønn og alderskategorier, velger vi samtidig å ikke felle dyr fra andre kategorier. Dette har konsekvenser for tidsbruk og effektivitet. Som forventet var de mest selektive avskytingsstrategiene de mest innsatskrevende (**Tabell 8.1**). I praksis betyr det at jegerne oftere må avstå fra å skyte et observert dyr når sammensetningen av jaktuttaket avviker mye fra sammensetningen av bestanden. Strategier som inkluderer få eller ingen kalver i avskytingen er blant de mest selektive og innsatskrevende, mens det motsatte er tilfelle for avskytingsstrategier som inkluderer en moderat andel kalv (**Tabell 8.1**). Også strategier med en svært høy andel kalv og åringer i avskytingen vil være krevende å gjennomføre fordi flere dyr skal felles og fordi den nødvendige innsatsen pr. dyr er høyere (**Tabell 8.1**). Det siste gjelder spesielt i bestander med balansert kjønnsrate der kalveproduksjonen og dermed jakttilbudet av kalv er lavere. Det samme vil sannsynligvis være tilfelle i bestander med spesielt lav fruktbarhet.

Den nødvendige jaktinnsatsen vil også variere med andelen av bestanden som er tilgjengelig for den enkelte jeger. I modellen antok vi at hele bestanden og alle kvotekategorier var tilgjengelig for alle jegere, men dette er sjeldent tilfelle. Mer vanlig er det at et jaktlag får tildelt en kvote dyr som kan høstes fra en mindre del av bestanden (i et jaktfelt eller vald), og der andelen dyr i ulike kjønns- og alderskategorier kan fordele seg forskjellig fra bestanden som helhet. I tillegg kan sammensetningen av kvoten for det enkelte jaktlag avvike fra kvotesammensetningen for hele kommunen – spesielt når kvotene er lave. I slike tilfeller vil det enkelte jaktlag måtte yte større innsats enn hva som er tilfelle når hele bestanden er tilgjengelig for jakt, og jakta vil være mest krevende når avskytingsstrategien er svært selektiv.

Foruten juridisk bindene kvotekategorier (kalv, eldre hunndyr, eldre hanndyr), eksisterer det også en rekke uformelle regler som påvirker hvilke dyr som felles under hjorteviltjakt. En regel er for eksempel at mordyret ikke skal felles fra kalven. Dette er en regel som har stor oppslutning blant jegere, og som i de fleste tilfeller vil kreve økt jaktinnsats. Nødvendig innsats vil være høyest når avskytingsstrategien er voksendominert fordi færre voksne hunndyr blir tilgjengelig for jakt. Høyere innsats er også nødvendig hvis det praktiseres andre regler som detaljstyrer hvilke dyr som kan felles innenfor kvotekategori. Disse reglene kan omhandle størrelsen på dyret (eks. basert på vekt og gevirstørrelse), tidspunktet for når et dyr kan felles (eks. ingen voksne hanndyr før brunsten), rekkefølgen av dyr som kan felles (eks. ingen kalv før alle voksne hunndyr er felt), mordyrets reproduktive betydning (eks. kun kalv fra tvillingproduserende elgkyr for å unngå at

reproduktive kyr blir skutt), og dyrets mulige genetiske egenskaper (ingen kalver felles fra tvillingproduserende kyr). Dersom disse reglene kombineres med voksendominerte avskytingsstrategier, vil svært mange elg eller hjort måtte passere for hvert dyr som kan felles.

I Norge benytter vi hovedsakelig fritidsjegere til å regulere hjorteviltbestandene, men til tross for stor interesse og høy oppslutning, er ikke jegere en ubegrenset ressurs. Fritidsjegere har begrenset med tid og motivasjon, og kan vanskelig gjennomføre nødvendige bestandsendringer dersom jakta er ineffektiv. Dette gjelder særlig når forvaltningen ønsker seg en bestandsreduksjon innenfor kort tidshorisont. I slike perioder skal det felles en langt større andel av bestanden enn tidligere, men ofte med bruk av det samme jaktmannskapet. Hver jeger må da bruke mer tid på å finne og felle det nødvendige antallet dyr, noe som ikke alltid er forenelig med jegernes egne ønsker. Et alternativ kan da være å benytte mindre selektive og innsatskrevende avskytingsstrategier (Solberg et al. 2019).

8.3 Kalv eller ungdyr?

Foruten egenskapene beskrevet over er det også en rekke andre aspekter som bør vurderes når avskytingsstrategien besluttes. Noen av disse er av følelsesmessig karakter, og særlig med hensyn til hvorvidt uttaket bør fokuseres mot kalv eller eldre dyr. På starten av 1970-tallet ble rettet avskyting innført i norsk hjorteviltforvaltning (Skavhaug 1996), og med det kom også kravet om at en større eller mindre andel av jaktuttaket skulle bestå av kalv. Denne praksisen skapte sterke reaksjoner blant mange jegere, men i dag er felling av kalv en godt innarbeidet praksis og virkemiddel i forvaltningen av alle våre hjorteviltbestander. Likevel dukker diskusjonen opp med jevne mellomrom. Under tar vi for oss noen av de viktigste for- og motargumentene som blir presentert og gjør en skjematisk vurdering av hvorvidt det finnes faglig støtte for argumentene.

8.3.1 Følelsesmessige aspekter og dyrevelferdsmessige forhold

Mange tilbakevendende argumenter mot felling av kalv er basert på følelsesmessige eller dyrevelferdsmessige forhold. Båndene mellom mor og avkom er sterke, og ved felling av kalv kan jegere oppleve at mordyret på ulike måter reagerer på tapet av kalven. Eksempelvis kan mordyret blir igjen hos kalven, prøve å lokke den med seg, eller kommer tilbake til fellingsstedet etter først å ha flyktet. Slike opplevelser kan vekke følelser hos jegeren som gjør at vedkommende vegrer seg for å felle kalv i senere jaktsituasjoner. Hvorvidt forvaltningen bør ta hensyn til slike følelser ved utformingen av avskytingsstrategier er en annen sak. Jakt generelt er assosiert med mange etiske dilemmaer, og det er ikke gitt at felling av kalv uten videre bør velges bort ut fra følelsesmessige forhold alene.

Tidvis blir det også hevdet at mordyrets sorgreaksjon etter tapet av kalven(e) kan resultere i at hun ikke kommer i brunst eller avstår fra å pare seg samme høst. Alternativt at felling av kalven(e) kan føre til jurbetennelse hvis dette inntreffer mens mordyret fortsatt produserer melk. I så fall kan kalveskyting også føre til redusert kroppsvekst og fruktbarhet, og dermed en uforholdsmessig stor reduksjon i mordyrets velferd utover den umiddelbare sorgreaksjonen. Vi er imidlertid ikke kjent med vitenskapelige undersøkelser fra viltlevende arter som understøtter disse påstandene. At jurbetennelse kan oppstå ved brått bortfall av melking eller diing hos domestiserte arter, gir ikke belegg for å hevde at tilsvarende skjer hos ville arter. Fra naturens side er dødeligheten høy hos nyfødte og unge individer hos viltlevende arter (Gaillard et al. 1998), og dette er et tap som disse artene synes å være godt tilpasset. Dersom tap av avkommet skulle gi langvarige negative følger for et hunndyr i produktiv alder, er det sannsynlig at egenskapen raskt ville selekteres bort. Det bør også nevnes at dagens situasjon, med tilnærmet totalt fravær av store rovdyr i store deler av hjortens og elgens utbredelsesområde, er en unaturlig tilstand. Både hjort og elg har utviklet seg i nær sameksistens med store rovdyr, og predasjon har derfor vært en viktig evolusjonær driver for de egenskapene som dyrene har i dag.

8.3.2 Indirekte effekter av kalveskyting på fruktbarhet og atferd

Innen oppdrett av hjortevilt har det vært gjort en rekke eksperimenter omkring effektene av tidlig (slutten av august til midten av september) versus sent (midten av november til midten av desember) avvenningstidspunkt, dvs. tidspunktet da kalven skilles fra mordyret. Siden produksjon av melk er energikrevende, går dette på bekostning av mordyrets egen tilvekst og energilagring. Et viktig formål med disse eksperimentene har vært å undersøke hvordan avvenningstidspunktet påvirker mordyrenes kondisjon og vektutvikling, bedekningstidspunkt samme høst og kalvingstidspunkt påfølgende vår. Ingen av de studiene vi er kjent med avdekker negative konsekvenser for mordyret av tidlig avvenning. En rekke studier viser derimot positive effekter for mordyret ved tidlig adskillelse fra kalven (se referanser i Bao et al. 2004). Effektene omfatter både økt høstvekt, tidligere brunst og bedekning, lengre drektighetsperiode og tidligere kalving påfølgende vår. Tidlig kalving har også vist seg å øke sannsynligheten for tidlig bedekning neste høst (Griffith et al. 2010). Alle disse effektene har positiv innvirkning på kalvers vekstbetingelser, overlevelsessjanser og senere suksess i livet.

Vi vet ikke hvorvidt disse resultatene også er gjeldende for ville hjortedyr som mister kalven under jakta, men det kan ikke utelukkes. Særlig gjelder dette for hunndyr som mister kalven tidlig i jakta, i god tid før hunndyret normalt ville ha stoppet melkeproduksjonen (oktober). I praksis vil dette hovedsakelig gjelde for hjorten, fordi hjortejakta starter allerede 1. september. Det har også vært spekulert i om samværet med kalven(e) gjennom vinteren utgjør en kostnad for hunndyret fordi hun må konkurrere med kalven om matressursene, og kanskje også må oppholde seg i mindre attraktive områder for å tilgodese kalvens spesifikke habitatkrav (eks. områder med lite snø). I en studie av elgbestanden på Vega ble det ikke funnet støtte for en slik hypotese ettersom elgkyr som mistet kalven(e) under jakta ikke ble mer produktive året etter enn elgkyr som hadde med seg kalven(e) gjennom vinteren (Markussen et al. 2018). Leveforholdene på Vega er imidlertid svært gode også på vinteren og studieområde er derfor dårlig egnet for å teste denne hypotesen.

Et annet element ved kalveskyting er effekten dette har på elgen og hjortens fryktrespons overfor mennesker. I kraft av sin størrelse og skadepotensial er det lite ønskelig at elg (særlig) og hjort oppholder seg nærme veg og jernbane, og nær eller i bebyggelsen. Dette kan unngås ved at individene utvikler frykt for mennesker, og kan best oppnås ved at dyrene i tidlig alder lærer at mennesker er farlige og i størst mulig grad bør unngås. Denne kunnskapen kan kun læres av individer som selv ser eller sanser andre individer bli skutt eller jaktet på, eller ved at kunnskapen overføres mellom individer. Fra et kynisk ståsted er det grunn til å tro at denne kunnskapen aller best kan overføres fra mor til kalv og da spesielt fra mødre som jevnlig bærer sorgen av å miste en kalv under jakta. Dette gjelder særlig for den relativt solitære elgen, der ku og kalv(er) er den mest vanlige sosiale gruppen – men kan også være effektivt for den mer sosiale hjorten. Båndene mellom mor og avkom er sterkere enn mellom urelaterte individer, og tapet av en kalv er sannsynligvis et effektivt virkemiddel for å utvikle frykt mot rovdyr (inkludert jegere), og siden overføre den samme fryktresponsen til neste generasjon.

Dette betyr at jakt på hjortedyr har (minst) to funksjoner som forvaltningstiltak: For det første er jakta nødvendig for å regulere bestandsstørrelse og -sammensetning i områder der effektive rovdyr er fraværende (som i Norge), og dernest kan jakta bidra til at hjortedyr ikke blir overdrevent 'husvarme'. Sistnevnte blir i viltforskningen ofte kalt 'å jakte for frykt' ('hunting for fear', Cromsigt et al. 2013) og henspiller på det faktum at jakt også kan få hjortedyr til å redusere bruken av konfliktfulle områder ved å indusere en fryktrespons. En forutsetning er at hjortedyra assosierer mennesker med økt predasjonsrisiko (jaktrisiko), og at de utvikler den nødvendige fryktresponsen. Dette kan best gjøres ved å lære så mange individer som mulig at menneskenære områdene ikke er attraktive oppholdssteder.

8.3.3 Uttak av morløse kalver

I tillegg til en mulig positiv effekt på framtidig kalveproduksjon (**kap. 8.2.2**), kan uttak av kalv bidra til å fjerne morløse kalver fra bestanden. Sammenlignet med tilstanden før innføringen av rettet avskyting, er omfanget av morløse kalver etter elg- og hjortejakt i dag lavt (Veiberg et al. 2016). Effektene av å miste mor i første leveår har en rekke negative effekter i form av økt stress, redusert tilvekst og overlevelse, og for hjort og elg, som ikke er flokklevende dyr, vil morløse kalver også gå glipp av kunnskap om vandringsruter og sesongleveområder. Tap av mor tidlig på høsten vil naturlignok ha større konsekvenser for kalven enn om moren blir borte tidlig på vinteren. I tillegg vil de generelle miljøforholdene og ressurstilgangen påvirke omfanget av de negative effektene. Ut fra etiske og bestandsmessige betraktninger er det derfor fornuftig at morløse kalver felles.

8.3.4 Kjønnsnøytral høsting

All erfaring tilsier at kalvene felles i samsvar med kalvenes kjønnsfordeling i bestanden før jakt (Moe et al. 2009). Jaktuttaket av kalv vil dermed ikke bidra til å dreie kjønnsraten i en uønsket retning. Det motsatte er en utfordring når høstingen skjer blant eldre aldersklasser. Dette gjelder selv for åringsdyr, som i utgangspunktet ikke har nevneverdig kjønnsforskjell i slaktevekt og troféverdi. Likevel ser vi at det jevnt over felles langt flere hanndyr enn hunndyr av elg og hjort (www.ssb.no) i Norge. Noe av forskjellen skyldes sannsynligvis større utfordringer med å identifisere åringsdyr blant hunndyra og i tillegg kan det eksistere atferdsforskjeller mellom kjønn. Uansett årsak vil dette gjøre det mer krevende i form av jaktinnsats å ta ut tilstrekkelig andel av hvert kjønn dersom jaktuttaket i hovedsak består av åringsdyr og eldre (se **kap. 8.1.2**).

8.4 Andre forhold

8.4.1 Genetiske effekter av skjeve kjønnsrater og ulike avskytingsstrategier

Foruten å påvirke avkastningen av felte dyr og mengde kjøtt, vil rettet avskytingen av spesifikke kjønn og aldersgrupper også påvirke bestandens kjønns- og aldersstruktur og derigjennom bestandens genetiske dynamikk (Ryman et al. 1981). For å forstå denne effekten er det viktig å klargjøre konseptene tilfeldig genetisk drift (gendrift) og effektiv bestandsstørrelse. Tilfeldig genetisk drift er tilfeldige endringer i bestandens genetiske sammensetning (genforrådet) fra en generasjon til den neste. Dette skyldes tilfeldige hendelser for individet og er uavhengig av om genene gir en fordel eller ulempe (til forskjell fra naturlig utvalg som innebærer at fordelaktige varianter av gener videreføres til neste generasjon i større antall enn andre varianter). Effekten av genetisk drift er større i små bestander enn i store bestander, og større i bestander med ikke-tilfeldig paring og skjev kjønnsrate. Høy genetisk drift er uheldig fordi den tapper bestanden for genetisk variasjon og i verste fall fører til akkumulering av skadelige gener i bestanden. Lav genetisk variasjon vil dessuten gjøre bestanden mindre tilpasningsdyktig i forhold til endringer i miljøet (eks. som følge av klimaendringer) og er derfor lite ønskelig.

Effektiv bestandsstørrelse gir oss et standardisert mål på bestandens størrelse uavhengig av paringsmønster og bestandsstruktur. Den effektive størrelsen tilsvarer størrelsen av en ideell bestand som har like mye genetisk drift over tid som bestanden i fokus. En ideell bestand er en bestand med like mange hanner som hunner og der alle individene kan pare seg med hverandre. I praksis betyr det at den effektive bestandsstørrelsen nesten alltid er lavere enn den absolutte bestandsstørrelsen. Dette gjelder særlig for hjortedyr som elg og hjort, som begge er polygyne arter der et fåtall hanndyr kan pare seg med alle de reproduktive hunndyrene (dvs. ikke-tilfeldig paring). I tillegg vil jakt kunne redusere kjønnsrate og dermed redusere den effektive bestandsstørrelsen.

I Skandinavia er det gjennomført noen fåtall simuleringsstudier som viser hvordan ulike høstingsstrategier påvirker den genetiske variasjonen i en elgbestand (eks. Ryman et al. 1981,

Sæther et al. 2009), og det er å anta at de samme prinsippene også gjelder for hjorten. I hovedsak viser disse studiene at den årlige gendriften øker med synkende andel okser (1 år +) i bestanden og synkende andel kalv i avskytingen. Av den grunn vil den effektive bestandsstørrelsen være relativt sett høyere når kjønnsraten er balansert og andelen kalv i avskytingen er høy.

Gendriften er særlig stor når andelen okser synker under 30 % (ca. 2,33 ku pr. okse) (Sæther et al. 2009), noe som er en relativt vanlig kjønnsrate i norske elgbestander (**kap. 7**). Ved en slik kjønnsrate utgjorde den effektive bestandsstørrelsen < 5 % av den faktiske bestandsstørrelsen, mens den utgjorde omkring 50 % når kjønnsraten var balansert (Sæther et al. 2009). En tommelfingerregel er at den effektive bestandsstørrelsen bør overstige 500 individer for å unngå tap av genetisk variasjon over tid (Franklin 1980, Frankham et al. 2002). En elgbestand med færre enn 30 % okser bør derfor helst overstige 10 000 individer.

Effekten av å variere på andelen kalv i avskytingen var også betydelig, men lavere enn effekten av å variere på kjønnsraten (Sæther et al. 2009). Den effektive bestandsstørrelsen økte med omkring 25 % når kalveavskytingen økte fra 0 til 70 %. Dette er hovedsakelig fordi variasjonen i kalverekruttering mellom elgkyr reduseres når kalveandelen øker. Motsatt vil en økning i andelen åringsdyr i avskytingen (på bekostning av kalv) føre til økt variasjon i overlevelsesraten til voksne elgkyr, hvilket øker den genetiske driften. Også graden av variasjon i hannlig paringssuksess kan påvirke betydningen av kalveavskyting, og særlig dersom variasjonen synker i takt med at bestandens kjønnsrate blir mer skjev (Sæther et al. 2009).

Alt i alt antyder dette at valget av bestandskjønnsrate og avskytingsstrategi har betydning for bestandens genetiske dynamikk og at enkelte strategier er bedre enn andre dersom målet er å unngå tap av genetisk variasjon. Det viktigste er å ikke redusere andelen hanndyr i bestanden for mye. Kjønnsraten blant kalvene er vanligvis rundt 50:50 og i ikke-jakta bestander forventes også kjønnsraten blant voksne individer å befinne seg rundt samme nivå. Når vi reduserer andelen hanndyr i bestanden for å øke uttaket av dyr og kjøtt, skaper vi dermed en unaturlig bestandsstruktur med mulig uheldige konsekvenser for bestandens genetiske variasjon og utviklingsmuligheter. Dette gjelder særlig når hanndyrandelen blir svært lav (< 30 %). I våre modeller har vi valgt å holde hanndyrandelen over 33 % (2 hunndyr pr. hanndyr), men selv ved slike nivå kan den effektive bestandsstørrelsen utgjøre en lav andel av den faktiske bestandsstørrelsen (ned til 10 %). Effekten av en skjev kjønnsrate vil forsterkes dersom man velger å inkludere en lav andel kalv i avskytingen. I bestander der man helt avstår fra å felle kalv er det derfor å anbefale at man bevisst unngår å dreie kjønnsraten i bestanden for mye i retning av hunndyr. Dette gjelder særlig i områder der den faktiske bestandsstørrelsen er relativt lav, og utvekslingen av gener med omkringliggende bestander er antatt å være lav (f.eks. bestander på øyer og halvøyer).

Foruten jaktinduserte effekter som påvirker genvariasjonen via bestandens kjønns- og aldersammensetning, kan den genetiske variasjonen også påvirkes av selektiv jakt på individer med ulike fenotypiske trekk (utseende eller atferd). Slik selektiv jakt kan oppstå som følge av aktive valg tatt av jegeren (aktiv seleksjon) eller det kan eksistere forskjeller i hvor utsatt de enkelte individene er for å bli sett og skutt (passiv seleksjon, Solberg et al. 2000). For eksempel er ofte hanndyr med store gevir vurdert som mer attraktive jaktobjekt (Solberg et al. 2000), og dristige individer kan oppleve høyere jaktdødelighet enn sky individer (Ofstad et al. 2020). Det kan også eksistere andre former for jaktatferd som fører til at individer med spesifikke karaktertrekk opplever større overlevelse eller fruktbarhet (eks. Kvalnes et al. 2016).

Hvorvidt enkelte avskytingsstrategier fører til mer jaktseleksjon er imidlertid lite undersøkt. Muligens vil jaktstrategier med stort innslag av kalv og åringsdyr føre til mindre aktiv seleksjon, ettersom kalv og åringsdyr ikke betraktes som trofédyr, men vi kan ikke utelukke at de er gjenstand for passiv seleksjon. For eksempel kan systematiske atferdsforskjeller mellom reproduktive individer føre til at de får fraskutt kalven med varierende sannsynlighet, noe som i neste omgang fører til en gradvis seleksjon for spesifikke genotyper (Kvalnes et al. 2016, Ofstad et al. 2018). For å utforske betydningen av jaktseleksjon for evolusjonære endringer i viltbestander kreves

detaljerte studier over tid. Den kunnskapen som eksisterer fra slike studier er ikke alltid relevant for den typen jakt som gjennomføres i Norge. Inntil videre kan vi derfor si lite om den mulige effekten av jaktseleksjon på den genetiske dynamikken i norske elg- og hjortebestander.

8.4.2 Avskytingsstrategier i ulveområder

I rapporten har vi i hovedsak satt søkelys på hjorteviltjakt i områder uten store rovdyr som ulv og bjørn. Ulv og bjørn er fortsatt sjeldne i Norge og antallet elg og hjort som dør av predasjon er derfor lavt på nasjonalt nivå. På lokalt nivå kan dette stille seg annerledes, spesielt innenfor ulverevir. Et ulvepar eller familiegruppe kan konsumere en vesentlig andel av den årlige tilveksten av elg og hjort, og dette må kompenseres for ved å redusere jaktuttaket. Hvor mye jaktuttaket må reduseres vil avhenge av den lokale tettheten av elg og hjort, bestandenes vekstrate, den relative fordelingen av elg og hjort (og andre byttedyrarter), og tettheten av ulv (hovedsakelig revirets størrelse). Effekten av predasjon på jaktuttaket kan forventes å være størst der bestandstettheten og tilvekstraten av hjortevilt er lav, tettheten av ulv er høy, og andelen elg er lav. I Norge er det hovedsakelig elg som befinner seg i områdene med ulv, hvilket forenkler det hele.

Foruten de overnevnte faktorene, som delvis er utenfor jaktforvaltningens umiddelbare kontroll, kan også valget av avskytingsstrategi og bestandens kjønnssammensetning påvirke predasjonens relative effekt på jaktuttaket. Dette gjelder særlig kjønnssammensetningen, som er direkte relatert til bestandens vekstrate. Ved å redusere andelen okser i bestanden kan man dermed øke bestandens vekstrate for en gitt vinterbestand eller beitetrykk, noe som i neste omgang vil ha en positiv effekt på antallet elg som kan felles og mengden kjøtt som kan høstes. Antallet fullvoksne okser i bestanden og i avskytningen vil imidlertid synke, og blir en av 'kostnadene' med en slik strategi. Denne kostnaden kan reduseres noe ved å velge kalvedominerte avskytingsstrategier, men kun med hensyn til antallet felte dyr. Høyt kalveuttak har en positiv effekt på gjennomsnittsalderen i bestanden (flere fullvoksne okser) og antallet felte dyr, men en negativ effekt på uttaket av kjøtt.

Å øke det relative kalveuttaket kan også redusere sannsynligheten for utilsiktet overhøsting av en elgbestand som også predateres av ulv. Ulv (og bjørn) dreper hovedsakelig elgkalv i sommerhalvåret (> 90 %) med den følge at andelen kalv før jakt vil være lavere i bestander innenfor ulverevir. En mulig avskytingsstrategi er da å dreie jaktuttaket over på voksne individer, men det forutsetter at man vet hvor mye jaktuttaket generelt må reduseres. Et vanlig fenomen er at man underestimerer predasjonens størrelse i områder med nyetablering av ulv og dermed overhøster bestanden. Dette gjelder særlig når jaktkvoten domineres av 2 år og eldre elg ettersom disse i liten grad påvirkes direkte av predasjon. Et mye anbefalt alternativ er derfor å velge en kalv- og ungdyrdominert avskytingsstrategi i ulveområder. Erfaringsmessig er det svært vanskelig å finne og felle alle kalvene i en bestand under jakta og følgelig vil det alltid være noe kalver som rekrutteres til vinterbestanden. I tillegg vil det være vanskelig å finne åringsdyr ettersom elgkalven også utgjør ulvens hovedføde gjennom vinteren (> 70 % kalv). I praksis betyr dette at elgbestanden vanskelig lar seg overhøste så lenge jaktkvoten hovedsakelig består av kalv (> 50 %) og åringsdyr (> 30 %). I tilfeller der jaktkvoten er satt for høyt i forhold til det jaktbare overskuddet (tilvekst minus predasjon) vil høstingsraten (og fellingsprosenten) bli lavere enn forventet fordi det viser seg umulig å felle det tildelte antallet kalv. En slik begrensende effekt er ikke til stede for voksendominerte avskytingsstrategier.

Et annet element som kan være av betydning er hvordan ulike avskytingsstrategier påvirker overlevelsen av produktive elgkyr i ulveområder. Fordi mange kalver allerede er drept av ulv i løpet av sommeren, vil flere produktive elgkyr komme uten kalv i starten av jakta. Dette kan føre til at uforholdsmessig mange produktive elgkyr blir skutt som ikke-produktive kyr dersom avskytingsstrategien domineres av voksne individer. En høy avskyting av produktive elgkyr kan føre til vesentlig reduksjon i bestandstilveksten, og dermed størrelsen og sammensetningen av jaktuttaket. Det er likevel uklart hvorvidt nettoeffekten av dette varierer mye mellom strategier. Også ved mer kalvedominerte avskytingsstrategier vil mange produktive kyr miste kalven tidlig i jakta og dermed selv bli gjenstand for jakt. Selv ved mindre voksendominerte avskytingsstrategier bør

derfor alle voksne elgkyr felles før man begynner å felle kalvene. Erfaringsmessig er dette sjelden tilfelle i praksis.

I kapitlene over har vi diskutert hvordan jaktinnsatsen varierer mellom avskytingsstrategier og at høy nødvendig innsats ikke nødvendigvis er å betrakte som en fordel. Jo mer selektiv avskytingsstrategien er, desto høyere innsats må man belage seg på å yte for å høste det nødvendige antallet dyr (**Figur 4.5.1**). Dette gjelder også for avskytingsstrategier med en høy andel kalv i forhold til kalveandelen i bestanden. I så henseende vil selv moderat kalv- og ungdyrdominerte avskytingsstrategier være relativt innsatskrevende i ulverevir ettersom andelen kalv og ungdyr i bestanden før jakt vil være lavere. Høy nødvendig jaktinnsats er imidlertid selve ideen med å velge denne avskytingsstrategien: Fordi det blir raskt mer krevende å finne jaktbare individ etter hvert som kvoten fylles, er det lite sannsynlig at jakt på kalv og ungdyr vil føre til overhøsting. Også mer voksendominerte avskytingsstrategier kan imidlertid fungere godt i ulveområder dersom forvaltningen besitter god kunnskap om bestandsutviklingen (god overvåking).

8.5 Hvilke avskytingsstrategier bør vi velge?

Effektene av de ulike avskytingsstrategiene på bestandens struktur og avkastning er komplekse, og følgelig er det vanskelig å holde oversikten over alle deres fordeler og ulemper. Dette forsterkes av at de ulike parameterne måles med ulike enheter (antall kilo kjøtt, antall felte dyr, antall jegerdager, dyr pr. arealenhet), noe som vanskeliggjør en kvantitativ vurdering av hvilken avskytingsstrategi som er 'best'. Uansett kan ingen avskytingsstrategi maksimere alle gode ønsker samtidig og følgelig må forvaltningen gjøre noen avveiinger. Dette gjelder særlig dersom forvaltningen ønsker høy avkastning av flere produkter (eks. antall felte dyr, mengde kjøtt) kombinert med effektiv jakt og lavt skadepotensial (flerproduktsmål).

Som eksempler på mulige jaktforvaltningsstrategier beskriver vi under et sett med «pakkeløsninger» som kan benyttes for å nå ulike forvaltningsmål. Vi kaller pakkene for jaktforvaltningsstrategier ettersom de i hovedsak bygger på hvordan jaktuttaket må formes for å nå forvaltningsmålet. For hver av «pakkene» viser vi hva som er det overordnede forvaltningsmålet og hvilken kjønnsrate og avskytingsstrategi som er best egnet til formålet. I tillegg viser vi hvilke kostnader som følger av de ulike valgene. Tanken er at forvaltningen her har muligheten til å velge den pakkeløsningen som er best egnet til å innfri lokale ønsker, og samtidig få en realistisk forståelse av hva de må ofre.

De tre første jaktforvaltningsstrategiene er sterkt utbytteorientert og har til hensikt å maksimere én av de tre jaktproduktene (antall dyr, mengde kjøtt, antall trofédyr). Dette er typiske ettproduktsmål og er relativt enkle å gjennomføre ved bruk av riktig avskytingsstrategi. De tre siste jaktforvaltningsstrategiene har et flerproduktsmål som krever en avveiing mellom ulike jaktprodukter og bestandsegenskaper. Dette kan være en vanskelig prosess, særlig dersom etiske, estetiske eller bevaringsøkologiske verdier ligger til grunn for hva som velges. I vårt tilfelle har vi derfor valgt å skille mellom en utbytteorientert jaktforvaltning der et best mulig jaktutbytte er målet, og en mer samfunnsorientert jaktforvaltning, der jaktutbyttet veies mot det mulige skadeomfanget. Til slutt antyder vi en jaktforvaltning som har til hensikt å bevare bestandene i mest mulig opprinnelig form (bevaringsøkologisk). Denne typen jaktforvaltning fremhever bestandens struktur og kondisjon, mens jaktutbytte og samfunnskostnader er av underordnet betydning. I **Tabell 8.2** oppsummerer vi de viktigste elementene i de seks jaktforvaltningsstrategiene.

8.5.1 Utbytteorientert jaktforvaltning – maksimere antall felte dyr

Jakt er en fritidssyssel og muligheten til å felle et dyr er viktig for de fleste jegere. Forvaltningen kan best etterkomme et slikt ønske ved først å dreie bestandens kjønnsrate i retning av flere voksne hunndyr og siden velge en kalvedominert avskytingsstrategi. Hos polygyne arter som elg og hjort, kan et voksent hanndyr bedekke flere hunndyr og følgelig er det kun behov for et begrenset antall hanndyr for å oppnå full kalveproduksjon. Dersom forvaltningsmålet er å

produsere flest mulig dyr eller mengde kjøtt, er det derfor en fordel om bestanden har en lav andel voksne hanndyr. Dette oppnås ved å felle en større andel hanndyr i forhold til hva som rekrutteres, inntil man når ønsket kjønnsrate.

Et høyt jaktuttak kan deretter oppnås ved å velge en avskytingsstrategi med høy andel kalv og lav andel eldre individer (≥ 2 år). En slik avskyting fører til høy andel voksne hunndyr i vinterbestanden, flere kalver født, og en høy høstingsandel påfølgende høst (**kap. 4 og 5**). Avskytingen av kalv og åringsdyr bør helst være over 70 %, hvorav brorparten kalv, for å oppnå størst uttak.

Andre fordeler:
En kalvedominert avskyting vil være mindre innsatskrevende enn voksendominerte avskytingsstrategier ettersom en større andel av dyrene som påtreffes kan felles. En forutsetning er at kjønnsraten i bestanden domineres av hunndyr slik at kalveandelen i bestanden er høy. Dersom andelen kalv i jaktuttaket er svært høy, kjønnsraten balansert, eller bestanden reduseres, kan imidlertid også en sterkt kalvedominert avskyting være krevende å gjennomføre. Dette gjelder særlig dersom en stor andel av det resterende jaktuttaket må skje i form av åringsdyr.

Antallet dyr i bestanden vinterstid er antatt å være avgjørende for hvor mange dyr som påkjøres i trafikken hvert år. Ved et gitt beiteinntak vil bestander som høstes med kalvedominerte avskytingsstrategier bestå av færre individer vinterstid enn bestander som høstes med voksendominerte avskytingsstrategier. En kalvedominert avskytingsstrategi kan derfor være å foretrekke i områder med høy risiko for viltulykker i trafikken.

Elg og hjort kan tidvis opptre som problemindivider i bebygde områder, men antallet er begrenset fordi de fleste individene frykter mennesker. Jakta er sannsynligvis sterkt medvirkende til denne fryktresponsen, og mye tyder på at frykten best kan opprettholdes ved å jevnlig felle kalv fra mordyret.

Kjønns- og aldersspesifikk jakt kan føre til et gradvis tap av genetisk variasjon. Teoretiske modeller antyder at tapet av variasjon er lavere dersom avskytingen inneholder en stor andel kalv.

Mulige ulemper:
En viktig grunn til at sterkt kalvedominert avskytingsstrategier benyttes i mindre grad er at kjøttavkastningen blir lavere enn ved mer voksendominerte avskytingsstrategier. Forskjellen kan være relativt stor mellom de mest ekstreme avskytingsstrategiene, men modifiseres noe dersom kalvedødeligheten utenom jakt er høy (**Figur 4.6.1**, Sæther et al. 1992).

Noen misliker å felle kalven fra mordyret. En kalvedominert avskyting vil da kunne oppleves som en følelsesmessig anstrengende avskytingsstrategi.

En skjev kjønnsrate reduserer muligheten til å se og felle eldre hanndyr (trofédyr) og kan i verste fall føre til et tap av genetisk variasjon over tid. Disse konsekvensene oppstår hovedsakelig som følge av skjev kjønnsrate, men påvirkes også noe av avskytingsstrategien som velges (se over). Ved å dreie kjønnsraten over 2 hunndyr pr. hanndyr kan sannsynligvis antallet felte dyr og mengden kjøtt økes ytterligere, men dette kan føre til sterkt økende gendrift, lav effektiv bestandsstørrelse, og potensielt raskt tap av genetisk variasjon i bestanden.

8.5.2 Utbytteorientert jaktforvaltning – maksimere kjøttavkastning

Å oppnå høyest mulig kjøttutbytte fra hjorteviltjakta er viktig for mange jegere og jaktrettshavere. Av den grunn har kalvehøsting blitt kritisert for å gi dårligere utbytte sammenlignet med avskytingsstrategier der uttaket domineres av eldre og større individer. Kalven har det største vekstpotensialet og forbruker mindre beiteressurser enn eldre individer for å overleve vinteren. En høy andel kalv i vinterbestanden vil derfor gi høyere kjøttproduksjon pr. kilo forbrukt vinterbeite enn om vinterbestanden består av hovedsakelig voksne dyr. En slik vinterbestand kan oppnås ved å

dreie bestandens kjønnsrate mot eldre hunndyr og deretter velge en voksendominert avskytingsstrategi (**kap. 4 og 5**, Solbraa 1998). En slik avskytingsstrategi gir færre skuddmuligheter og færre dyr felt, men dyrene som felles vil i gjennomsnitt være større.

Andre fordeler:
Utvomming, transport, og slakting av vilt er arbeidskrevende (håndtering) og mange ser fordeler av å redusere denne prosessen til et minimum. Store dyr krever mer håndtering, men fordi færre dyr må felles kan det være at den samlede håndteringsinnsatsen likevel blir lavere.

Kjøttfylden er ofte funnet å være lavere hos kalven enn hos eldre dyr, hvilket betyr at mer av slaktet går bort i bein og avskjær med økende andel kalv i jaktuttaket. Kjøttgevinsten av å velge en voksendominert avskytingsstrategi kan derfor være større enn beregnet ved bruk av slaktevekt som mål på kjøttutbyttet.

Mulige ulemper:
Fordi det felles få eller ingen kalv vil voksendominerte strategier kreve høyere nødvendig jaktinnsats enn kalvedominerte strategier. Denne effekten forsterkes av at mordyret vanligvis ikke felles fra kalven, og følgelig vil en stor andel av bestanden være skjermet for jakt. For mange kan en slik jaktforvaltning oppleves som mindre spennende og lite effektiv.

Sammenlignet med kalvedominerte avskytingsstrategier vil voksendominerte strategier føre til høyere vinterbestand og noe høyere beiteuttak sommerstid. Antallet dyr som påkjøres er relatert til bestandsstørrelsen, og i enkelte områder er beitetilbudet sommerstid ansett som en begrensende faktor. Kjøttgevinsten av å velge en voksendominert avskytingsstrategi bør derfor avveies mot de mulige negative effektene av økt vinterbestand og beiteuttak sommerstid.

Som et alternativ kan forvaltningen redusere antallet viltpåkjørsler ved å senke bestandsstørrelsen vinterstid (eks. **Figur 4.2.1**). Selv ved konstant vinterbestand (eks. 1000 dyr) vil en voksendominert avskyting føre til høyere kjøttavkastning enn ved kalvedominerte avskytingsstrategier, men den prosentvise forskjellen blir mindre. På den annen side vil redusert bestandsstørrelse føre til lavere vinterbeiteuttak, som potensielt kan føre til høyere bestandstilvekst og jaktbart overskudd.

Maksimering av kjøttuttaket krever en bestand med skjev kjønnsrate. Dette reduserer muligheten til å se og felle eldre hanndyr (trofédyr), og kan føre til et tap av genetisk mangfold over tid (se **kap. 8.5.1**).

Fordelen i form av kjøttmengde ved å velge en voksendominert avskytingsstrategi blir også redusert dersom kalvedødeligheten øker (**Figur 4.6.1**), eller om det forekommer netto utvandring av ungdyr fra området.

8.5.3 Utbytteorientert jaktforvaltning – maksimere antallet trofédyr

Troféjakt er lite praktisert i Norge og er sjelden den viktigste årsaken til valget av spesifikke avskytingsstrategier. Mange jegere har likevel et ønske om å se og felle et større hanndyr, og dette ønsket kan best oppfylles ved å velge en bestand med balansert kjønnsrate (se **Figur 4.4.1 og 5.4.1**). Med store hanndyr mener vi da individer som er minst 4 år gamle. Kjønnsraten i bestanden kan også dreies i retning av flere hanndyr enn hunndyr. Dette vil derimot ikke føre til flere trofédyr i jaktuttaket fordi bestanden da vil bli mindre produktiv. Muligens vil en slik kjønnsdreining også resultere i en netto utvandring av hanndyr. Det høyeste uttaket av større hanndyr får man ved å velge en avskytingsstrategi med relativt høy voksenandel, men ikke nødvendigvis helt uten kalv og åringsdyr. En avskytingsstrategi som er dominert av kalv og ungdyr vil føre til få eldre hanndyr i avskytingen, men desto flere i bestanden før og etter jakt. Antallet trofédyr i jaktuttaket kan økes ytterligere ved å kun tillate jakt på hanndyr over en viss størrelse (eks. gevirselektiv jakt), men det er tvilsomt om en slik strategi vil være bærekraftig over tid.

Andre fordeler:
En jaktforvaltning som tar sikte på et høyt uttak av fullvoksne hanndyr, kan gjennomføres med relativt lav innsats fordi kjønnsraten i bestanden er balansert og bestandsveksten relativt lav. I tillegg vil avskytingen være relativt lite selektiv så lenge man utelukker de mest voksendominerte avskytingsstrategiene, og ikke innfører andre begrensninger – som gevirselektiv jakt. Dette betyr at jaktinnsatsen pr. felte dyr også vil være lav. Ved å velge en balansert kjønnsrate får man et høyt antall (og andel) voksne hanndyr i bestanden før og etter jakt, hvilket av mange betraktes som en mer estetisk bestand, med høyere opplevelsesverdi. En balansert kjønnsrate vil også gjøre bestanden genetisk sett mer robust og vinterbestanden vil være noe lavere. Sistnevnte kan ha en avbøtende effekt på antallet elg og hjort som blir påkjørt, og særlig dersom hanndyrene i større grad benytter områder lenger fra veg og jernbane i vinterhalvåret.

Mulige ulemper:
En maksimering av antallet trofédyr vil på grunn av mer balansert kjønnsrate, føre til et lavere jaktuttak i form av antall dyr skutt og mengde kjøtt høstet. For at en slik jaktforvaltning skal føre til god økonomi for jaktrettshaver må inntektsøkningen i troféavgift overstige tapet av kjøtt og antall dyr når man går fra en skjev til en mer balansert kjønnsrate. I elgmodellen ble det maksimalt felt 10 flere eldre (4 år +) okser fra en bestand med balansert (1:1) enn skjev (2:1) kjønnsrate, mens uttaket sank med anslagvis 100 dyr og 15 tonn kjøtt (**kap. 4**). Med en kjøttverdi på kr. 100 pr. kilo betyr det at trofeavgiften vil måtte være uforholdsmessig høy (ca. kr. 150 000 pr. okse 4 år +) for å dekke tapet av kjøtt alene. Det er lite sannsynlig at det er så høy betalingsvillighet i markedet. Valget av en slik jaktforvaltning vil derfor måtte bygge på andre verdier enn salget av trofédyr alene.

8.5.4 Utbytteorientert jaktforvaltning – maksimalt netto jaktutbytte

Framfor å maksimere ett av jaktproduktene kan forvaltningen velge en bestandsstruktur og avskytingsstrategi som maksimerer det samlede jaktutbyttet i forhold til innsatsen. Dette vil kreve at de respektive jaktproduktene og jaktinnsatsen er verdsatt med en felles valuta, for eksempel i kroner. Jaktproduktene kan grovt klassifiseres til mengde kjøtt, trofé (gevir) og skuddmuligheter (antall felte dyr), mens innsatsen kan måles i antallet dager på jakt. Den beste avskytingsstrategien og bestandskjønnsraten vil da være den som gir størst netto økonomisk avkastning. Dette er et krevende regnestykke å besvare da det mest sannsynlig eksisterer mange oppfatninger om de ulike produktenes økonomiske verdi.

Basert på en grov verdisetting kan forvaltningen likevel gjøre seg en formening om hvilke strategier og bestandskjønnsrate som er best egnet. Dersom mye kjøtt og mange skuddmuligheter verdsettes høyt og jaktinnsatsen vurderes som en kostnad, vil det svare seg å velge en bestand med skjev kjønnsrate og avskytingsstrategi med moderat mengde kalv og åringsdyr (**Tabell 8.1**). Et slikt valg gir svært mye kjøtt og mange felte dyr, og krever liten innsats å gjennomføre. I tillegg kan det felles mange fullvoksne hanndyr, men ikke like mange som fra en bestand med balansert kjønnsrate. Dette er de mest vanlige forvaltningsstrategiene for elg og hjort i Norge i dag (**kap. 6**), og kun små nyanser i netto avkastning skiller mellom avskytingsstrategier med 20-40 % voksne dyr og resten kalv og åring (**kap. 4 og 5**). Alternativet vil være å velge en strategi som i større grad maksimerer antallet felte dyr eller mengde kjøtt høstes, men det forutsetter at innsatsen ikke vurderes som en særlig stor kostnad. Noen er av den formening at innsatsen i seg selv er attraktiv, og ikke bør vurderes som en kostnad, men dette gjelder sannsynligvis bare innenfor visse grenser. De færreste jegerne har uendelig mye tid de kan avsette til jakt og vil ofte være fornøyd med å felle mindre attraktive dyr dersom dette kan gjøres mer effektivt. Å velge en forvaltningsstrategi som krever svært høy jaktinnsats kan derfor vise seg vanskelig å gjennomføre i praksis over tid og i større geografiske områder. Alternativt kan det vise seg vanskelig oppnå en ønsket pris for jakta fordi jegernes betalingsvilje også inkluderer en vurdering av sannsynligheten for å oppnå suksess ved en gitt innsats.

8.5.5 Samfunnsorientert jaktforvaltning – maksimal netto nytte

Å forvalte elg og hjort er i Norge et offentlig anliggende selv om mye av den praktiske gjennomføringen er delegert til jaktrettshaverne. Samfunnet som helhet vil ofte erfare at hjortedyr er forbundet med kostnader (og nytteverdier) som i liten grad påvirker jaktrettshaver og den enkelte jeger, og som av den grunn ikke alltid tas hensyn til av jaktinteressene. Dette gjelder spesielt kostnader som følger av at elg og hjort blir påkjørt i trafikken, og kostnader som følger av beiting på åker, eng og skog. Mange av disse kostnadene er knyttet til bestandens størrelse – som i seg selv er basert på forvaltningens ønsker (Fangel et al. 2008) – men er også i en viss grad avhengig av avskytingsstrategi og bestandens kjønnssammensetning.

Dersom vi holder beitetrykket vinterstid konstant, vil vinterbestanden og beitetrykket sommerstid være lavere i en bestand med balansert enn skjev kjønnsrate, og følgelig er en balansert kjønnsrate å foretrekke dersom det er viktig å begrense antallet viltulykker (som hovedsakelig skjer vinterstid) og omfanget av beiteskader. I tillegg vil skadeomfanget bli noe lavere dersom en velger en kalv- og ungdyrdominert framfor voksendominert avskytingsstrategi. Forskjellene er ikke veldig store (10-20 % mellom ekstremer), men kan være av betydning i områder med høyt skadeomfang i trafikken eller i landbruket.

En samfunnsorientert jaktforvaltning vil derfor helle i retning av mer balansert kjønnssammensetning og sterkere kalv- og ungdyrdominerte avskytingsstrategier sammenlignet med en jaktforvaltning som søker å maksimere jaktutbyttet (**kap. 8.5.4**). I tillegg vil det kunne svare seg å holde bestandsstørrelsen på et lavere nivå enn hva som er tilfelle når kun jaktinteressene skal tilgodeses. Trafikkulykker som involverer elg og hjort er forbundet med store kostnader, og kan i enkelte områder være langt større enn inntektene som tilkommer jaktrettshaver fra salg av jaktprodukter (eks. Solberg et al. 2009). Det samme gjelder for kostnader forbundet med beiteskader på skog og innmark som forvoldes av trekkende elg eller hjort. I slike områder er det å anbefale at bestandene holdes på et lavere nivå enn hva som anses økonomisk optimalt av den enkelte grunneier.

8.5.6 Bevaringsøkologisk jaktforvaltning – opprinnelig bestandsstruktur og bestandskondisjon

Forvaltningsstrategiene over har som formål å maksimere absolutt eller netto utbytte fra bestandene, men tar i utgangspunktet ikke hensyn til faktorer av ikke-økonomisk karakter. Dette kan være etiske og estetiske faktorer, og faktorer som omhandler elgen og hjortens evolusjonære integritet i et økosystem. Inntil relativt nylig var det store rovdyr som var den viktigste begrensende og regulerende faktoren for elg og hjort, og blant de viktigste driverne av den evolusjonære utviklingen til disse artene. Med andre ord er elgen og hjortens biologi i all hovedsak et produkt av de økologiske prosessene som fant sted før mennesket tok over rollen som det viktigste og mange steder, eneste rovdyret. Noen mener at denne erkjennelsen bør føre til at jakta i minst mulig grad benyttes til å manipulere på bestandenes sammensetning og produktivitet. I stedet bør jakta prøve å etterligne effektene av de rovdyra den erstatter. Det innbefatter at jakta bør søke å opprettholde det dødelighetsmønsteret som disse artene opplevde gjennom sin evolusjonære historie, og at forvaltningen bør unngå å holde bestandene på et kunstig høyt nivå.

Vi vet lite om elg- og hjortebestandenes tetthet og struktur før mennesket ble en dominerende art, men med bakgrunn i tilstanden i områder der predasjon fortsatt er den viktigste dødelighetsårsaken og jakt er av mindre betydning, er det grunn til å tro at bestandstettheten jevnt over var lavere enn hva vi ser i Skandinavia i dag. I tillegg er det sannsynlig at individene som ble drept av rovdyr i enda sterkere grad enn nå, omfattet unge og veldig gamle individer. Det er heller ingen ting som tyder på at rovdyr dreper spesielt selektivt med hensyn til kjønn og av den grunn var trolig kjønnssammensetningen i hjorteviltbestandene langt mer balansert enn hva den er i dagens norske elg- og hjortebestander.

Tabell 8.2. *Oppsummering av hovedelementene i ulike jaktforvaltningsstrategier.*

Jaktforvaltningsstrategi	Forvaltningsmål	Avskytingsstrategi	Kjønnsrate	Fordeler	Ulemper
Utbytteorientert – antall felte dyr	Maksimalt uttak av dyr	Høy andel kalv og ungdyr (> 70 %)	Maksimalt hunndyr-dominert (2:1)	Mange skuddmuligheter, lav jaktinnsats, lav vinterbestand, lavt beitetrykk sommer	Få eldre hanndyr, genetisk sårbar, moderat kjøttuttak, følelsesmessig utfordrende
Utbytteorientert – kjøttavkastning	Maksimalt uttak av kjøtt	Lav andel kalv (< 10 %)	Maksimalt hunndyr-dominert (2:1)	Høy kjøttavkastning, lite følelsesmessig utfordrende	Moderat uttak av dyr, få eldre hanndyr, genetisk sårbar, høy vinterbestand og jaktinnsats
Utbytteorientert – antall trofèdyr	Maksimalt uttak av fullvoksne hanndyr	Lav til moderat andel kalv (10 - 40 %)	Balansert (1:1)	Høyt antall eldre hanndyr, lavere vinterbestand og jaktinnsats	Lavt uttak av kjøtt og dyr
Utbytteorientert – maksimere jaktutbytte	Optimalisere uttaket av dyr, kjøtt og trofèdyr	Lav til moderat andel kalv (10 - 30 %)	Hunndyr-dominert	Høy økonomisk avkastning for jaktrettshaver	Få eldre hanndyr, genetisk sårbar bestand
Samfunnsorientert – maksimere nytte	Høyt og effektivt uttak av dyr, kjøtt og trofèdyr	Moderat til høy andel kalv (20 – 50 %)	Hunndyr-dominert	Høyt uttak av dyr og kjøtt, lav jaktinnsats, lav vinterbestand	Få eldre hanndyr, genetisk sårbar bestand
Bevaringsøkologisk – opprinnelig bestands-struktur og -kondisjon	Opprettholde opprinnelig bestandsstruktur og dødelighetsmønster	Høy andel kalv (> 50 %) og åring (10-20 %)	Balansert (1:1)	Høy andel eldre dyr i bestand, genetisk robust, høye vekter og fruktbarhetsrater	Lavt uttak av kjøtt og eldre hanndyr, få skuddmuligheter, følelsesmessig utfordrende

En slik bestand kan vi oppnå ved å velge en sterkt kalv- og ungdyrdominert avskytingsstrategi og midlertidig øke den relative avskytingen av hunndyr inntil bestandens kjønnsrate er omkring 50:50. En slik bestand vil være genetisk robust som følge av balansert kjønnsrate og høy kalveandel i avskytingen, og vil også bestå av relativt sett færre dyr vinterstid. Bestanden vil imidlertid gi en vesentlig lavere avkastning i form av kjøtt og antall felte dyr enn dagens hunndyrdominerte bestander, og vil heller ikke tilby spesielt høy avkastning av trofédyr. Det siste er fordi avskytingen i hovedsak vil bestå av yngre dyr uten troféverdi. På den annen side vil antallet 4 år og eldre hanndyr i bestanden være høyt, og disse vil også ha en høyere gjennomsnittsalder. Sannsynligheten for å se og oppleve fullvoksne hanndyr vil derfor være størst i slike bestander.

Den økonomiske avkastningen fra en slik bestand vil være lav, med mindre opplevelsesverdien kan omsettes i kroner og øre. Dette vil forsterkes av at bestanden bør holdes ved moderate tettheter i forhold til bæreevnen for å unngå for stor belastning på annet biologisk mangfold. Ved slike bestandstettheter vil imidlertid dyrene kunne vokse raskere og oppnå høyere vekt og fruktbarhet ved fullvoksen alder. Kombinert med et høyt antall fullvoksne hanndyr vil det bidra til en bestand med stor opplevelsesverdi for menigmann og et begrenset antall jegere, og bør være en foretrukken strategi i områder der økonomiske hensyn er underordnet (eks. nasjonalparker etc.).

9 Nye utfordringer

Elgen og hjorten er viktige brikker i skogøkosystemet, men i fravær av store rovdyr, er de naturlige reguleringsmekanismene ofte svake. For å holde bestandene på et akseptabelt nivå må de derfor aktivt forvaltes, noe vi i Norge har valgt å gjøre ved bruk av fritidsjegere. Hvert år feller norske hjorteviltjegere nesten hele bestandstilveksten av elg og hjort, og kombinert med et mindre antall dyr som dør av andre årsaker, er dette tilstrekkelig til å holde bestandene på et relativt stabilt nivå. Ved hvilket nivå (tetthet) man velger å legge bestanden, er et kommunalt anliggende, og det samme gjelder for valget av avskytingsstrategi og bestandskjønnsrate. Historisk sett har jaktinteressene vært viktige i norsk hjorteviltforvaltning, og ofte er det vanskelig å bedrive en aktiv bestandsforvaltning med mindre forvaltningsmålet er godt forankret hos jaktrettshavere og jegere. Når vi i Norge legger mest vekt på antallet felte dyr eller mengden kjøtt som høstes under jakta, er dette derfor mest et produkt av hva jaktinteressene har ønsket seg.

Et avgjørende spørsmål er om jaktinteressene i samme grad også vil være styrende for hjortedyras bestandsutvikling i framtiden. Et mulig forvarsel om hvilke andre, sterke interesser som kan gjøre seg gjeldene i forvaltningen av villrein, elg og hjort fikk vi etter funnet av smittsom skrantesyke (Chronic wasting disease, CWD) hos villrein i Nordfjella i 2016 (Benestad et al. 2016). Resultatet var at målsetninger for bestandsforvaltningen av hjorteviltbestander i Norge for første gang ble besluttet med bakgrunn i en sykdom. For villreinen i Nordfjella medførte det at hele bestanden ble sanert i et forsøk på å utrydde CWD og hindre videre smitte til andre bestander (Mysterud og Rolandsen 2018). Bestanden ble først redusert ved bruk av fritidsjakt, og deretter utryddet ved statlig felling (Mysterud et al. 2019). I områder rundt Nordfjella har myndighetene også sterkt oppfordret kommunene til å redusere bestandene av elg og hjort, men med varierende resultat (Solberg & Rolandsen 2020, Solberg et al. 2019). Hvorvidt det her vil iverksettes tiltak utover sterke oppfordringer er uklart, men kan ikke utelukkes – særlig etter at skrantesyke nå også er oppdaget hos villrein på Hardangervidda (Rolandsen et al. 2021).

Både fra Norge og Nord-Amerika viser erfaringen at endringer i målsetninger og forvaltningstiltak som følge av CWD medfører konflikter (Andersen et al. 2019, Heberlein 2004, Holsman et al. 2010). Ofte bygger den på en grunnleggende uenighet om sykdommens alvorlighet, i tillegg til uenighet om hvilke og hvordan forvaltningstiltak bør gjennomføres (eksempelvis fritidsjakt vs. statlig uttak). Dette inkluderer også hvordan bestandene bør struktureres og dermed hvilke avskytingsstrategier som bør iverksettes. Siden reinsbukker har vist seg å ha høyere sannsynlighet for å være smittet av CWD enn simler ble det lagt opp til et ekstremt hanndyrdominert jaktuttak på Hardangervidda i 2020, og nå også for den kommende jakta, høsten 2021. Samtidig skal bestanden reduseres vesentlig ved å skyte simler. Slike til dels ekstreme avskytingsstrategier som allerede praktiseres i forbindelse med sykdommer som CWD (Mysterud et al. 2021, Mysterud et al. 2020), vil på sikt komme i sterk konflikt med ønsket om å primært forvalte med tanke på ulike jaktprodukter (antall felte dyr, mengde kjøtt og antall trofédyr), og vil også påvirke andre bestandskvaliteter (eks. balansert kjønnsrate og bevaring av genetisk variasjon). Eksempelet med CWD viser at andre samfunnsinteresser enn de rent jaktlige kan vinne fram i forvaltningen av hjortedyr i Norge og at myndighetene kan iverksette svært inngripende tiltak for å etterkomme disse interessene.

Frem til nå er det kun registrert smittsom CWD hos villrein, mens typene som er funnet hos elg (Pirisinu et al. 2018) og hjort (Vikøren et al. 2019) omtales som atypisk CWD. Atypisk CWD, hvor man kun finner prioner i sentralnervesystemet, er antatt å være langt mindre smittsom, og normalt sett ikke smitte mellom levende dyr. Det er dermed ikke iverksatt tilsvarende tiltak i områder med atypisk CWD som i områder med smittsom CWD på villrein. Vi kan imidlertid ikke utelukke at CWD og andre sykdommer også vil bli viktige faktorer som påvirker forvaltningsmålene for elg og hjort i Norge, og dermed hvilke jaktforvaltningsstrategier som bør benyttes. Det samme gjelder også betydningen andre samfunnsinteresser skal få i hjorteviltforvaltningen. Mange er av den formening at hjortedyra bør forvaltes ut fra flere hensyn enn de som umiddelbart kan kvantifiseres i kroner og øre. Felles for flere av disse er at de ofte er på kant med jaktinteressene og dermed med dem som tradisjonelt har sørget for den operasjonelle delen i hjorteviltforvaltningen

(dvs. de som trykker på avtrekkeren). For å unngå unødvendige motsetningsforhold tror vi slike interessekonflikter best kan unngås ved at jegerne etter beste evne etterfølger de råd og vedtak som besluttes av den kommunale og statlige hjorteviltforvaltningen.

10 Referanser

Andersen, O., Rolandsen, C. M., Kaltenborn, B. P., og Mysterud, A. 2020. Befolkningens vurdering av myndighetenes tiltak mot skrantesjuke. Resultater fra en spørreundersøkelse knyttet til uttaket av villreinstammen i Nordfjella sone 1. NINA rapport 1653. 53 s. http://hdl.handle.net/11250/2636936

Austrheim, G., Solberg, E.J., Mysterud, A., Daverdin, M. & Andersen, R. 2008. Hjortedyr og husdyr på beite i norsk utmark i perioden 1949-1999. Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet – Vitenskapsmuseet. Rapport zoologisk serie 2008-2. http://www.ntnu.no/vitenskapsmuseet/zoologisk-rapportserie.

Bao, Y.M., Ru, Y.J., Glatz, P.C. & Miao, Z.H. 2004. The influence of weaning time on deer performance Asian-Australan Journal of Animal Sciences 17:569-581 doi:10.5713/ajas.2004.569.

Bates D., Mächler M., Bolker B. & Walker S. 2015. “Fitting Linear Mixed-Effects Models Using lme4.” Journal of Statistical Software, 67(1), 1–48. doi: 10.18637/jss.v067.i01.

Benestad, S. L., Mitchell, G., Simmons, M., Ytrehus, B., & Vikøren, T. 2016. First case of chronic wasting disease in Europe in a Norwegian free-ranging reindeer. Veterinary research 47:88.

Burnham, K. P., and D. R. Anderson. 2002. Model selection and multimodel inference. A practical information-theoretic approach. Springer, New York.

Clutton-Brock, T.H., Coulson, T.N., Milner-Gulland, E.J., Thomson, D. & Armstrong, H.M. 2002. Sex differences in emigration and mortality affect optimal management of deer populations. Nature 415(6872): 633-637.

Cromsigt, J.P.G.M., Kuijper, D.P.J., Adam, M., Beschta, R.L., Churski, M., Eycott, A., Kerley, G.I.H., Mysterud, A., Schmidt, K. & West, K. 2013. Hunting for fear: innovating management of human–wildlife conflicts. Journal of Applied Ecology 50: 544-549.

Demment, M.W. & Van Soest, P.J. 1985. A nutritional explanation for body-size patterns of ruminant og nonruminant herbivores. - American Naturalist 125: 641-672.

Ericsson, G. & Wallin, K. 2001: Age-specific moose (Alces alces) mortality in a predator-free environment: Evidence for senescence in females. Ecoscience 8: 157-163.

Fangel, K., Solberg, E.J., Andersen O. & Dervo B.K. 2008. Kommunal viltforvaltning. Status, endringer og måloppnåelse – med hjortevilt i kikkerten. NINA Rapport 383. Norsk institutt for naturforskning. http://www.nina.no/archive/nina/PppBasePdf/rapport/2008/383.pdf.

Frankham, R., Briscoe, D. A. & Ballou, J. D. 2002. Introduction to conservation genetics. - Cambridge university press.

Franklin, I.R. 1980. Evolutionary change in small populations. Pages 135 – 140 in: M. E. Soule and B. A. Wilcox (eds.), Conservation Biology: An Evolutionary¬Ecological Perspective. Sunderland, Mass.: Sinauer Associates

Gaillard J.-M., Festa-Bianchet M. & Yoccoz N.G. 1998. Population dynamics of large herbivores: variable recruitment with constant adult survival. Trends in Ecology & Evolution 13:58-63.

Griffiths, W.M., Stevens, D.R., Archer, J.A., Asher, G.W. & Littlejohn, R.P. 2010 Evaluation of management variables to advance conception and calving date of red deer (Cervus elaphus) in New Zealand venison production systems. Animal Reproduction Science 118:279-296 doi:10.1016/j.anireprosci.2009.08.003

Heberlein, T. A. 2004. “Fire in the Sistine Chapel”: How Wisconsin Responded to Chronic Wasting Disease. Human Dimensions of Wildlife 9:165-179.

Holsman, R. H., J. Petchenik, and E. E. Cooney. 2010. CWD After “the Fire”: Six Reasons Why Hunters Resisted Wisconsin's Eradication Effort. Human Dimensions of Wildlife 15:180-193.

Jonzén, N., Sand, H., Wabakken, P., Swenson, J.E., Kindberg, J., Liberg, O. & Chapron, G. 2013. Sharing the bounty-Adjusting harvest to predator return in the Scandinavian human-wolf-bear-moose system. Ecological Modelling 265: 140-148.

Kleiber, M. 1961. The fire of life. An introduction to animal energetics. - John Wiley and Sons.

Kvalnes, T., Sæther, B.-E., Haanes, H., Røed, K.H. Engen, S. & Solberg, E.J. 2016. Harvest-induced phenotypic selection in an island moose Alces alces population. Evolution 70: 1486-1500.

Loison, A. & Langvatn, R. 1998. Short- and long-term effects of winter and spring weather on growth and survival of red deer in Norway. Oecologia 116(4): 489-500.

Markussen, S.S., Loison, A., Herfindal, I., Solberg, E.J., Haanes, H., Røed, K.H., Heim, M. & Sæther B.-E. 2018. Fitness correlates of age at primiparity in a hunted moose population. Oecologia 186: 447–458. https://doi.org/10.1007/s00442-017-4021-2.

Mysterud, A., P. Hopp, K. R. Alvseike, S. L. Benestad, E. B. Nilsen, C. M. Rolandsen, O. Strand, J. Våge, and H. Viljugrein. 2020. Hunting strategies to increase detection of chronic wasting disease in cervids. Nature Communications 11:4392.

Mysterud, A., H. Viljugrein, C. M. Rolandsen, and A. V. Belsare. Harvest strategies for the elimination of low prevalence wildlife diseases. Royal Society Open Science 8:210124.

Mysterud, A., Strand, O. & Rolandsen, C.M. 2019. Efficacy of Recreational Hunters and Marksmen for Host Culling to Combat Chronic Wasting Disease in Reindeer. Wildlife Society Bulletin 43: 683-692. https://doi.org/10.1002/wsb.1024

Mysterud, A. & Rolandsen, C.M. 2018. A reindeer cull to prevent chronic wasting disease in Europe. Nature Ecology & Evolution 2(9): 1343-1345.

Lüdecke D. 2018. “ggeffects: Tidy Data Frames of Marginal Effects from Regression Models.” Journal of Open Source Software, 3(26), 772. doi: 10.21105/joss.00772.

Moe, T., Solberg, E.J., Herfindal, I., Sæther, B.-E., Bjørneraas, K. & Heim, M. 2009. Sex ratio variation in harvested moose Alces alces calves: does it reflect the population calf sex ratio or selective hunting? European Journal of Wildlife Research 55: 217-226. DOI 10.1007/s10344-008-0223-6.

McCullough, D.R. 2001. Population manipulations of North American deer Odocoileus spp.: balancing high yield with sustainability. Wildlife Biology 7(3): 161-170.

Milner-Gulland, E.J., Coulson, T. & Clutton-Brock, T.H. 2004. Sex differences and data quality as determinants of income from hunting red deer Cervus elaphus. Wildlife Biology 10(3): 187-201.

Naevdal, E., Olaussen, J.O. & Skonhoft, A. 2012. A bioeconomic model of trophy hunting. Ecological Economics 73: 194-205.

Nilsen, E.B. & Solberg, E.J. 2006. Patterns of hunting mortality in Norwegian moose populations. European Journal of Wildlife Research 52: 153-163. DOI: 10.1007/s10344-005-0023-1.

Nilsen, E.B., Pettersen, T., Gundersen, H., Milner, J.M., Mysterud, A., Solberg, E.J., Andreassen, H.P. & Stenseth, N.C. 2005. Moose harvesting strategies in the presence of wolves. Journal of Applied Ecology 42: 389-399.

Nilsen, E.B., Skonhoft, A., Mysterud, A., Milner, J.M., Solberg, E.J., Andreassen, H.P. & Stenseth, N.C. 2009. The role of ecological and economic factors in the management of a spatially structured moose Alces alces population. Wildlife Biology 15(1): 10-23.

Ofstad, E.G., Markussen, S.S. Sæther, B.-E., Solberg, E.J., Haanes, H., Røed, K.H., Heim, M. & Herfindal, I. 2020. Opposing fitness consequences of habitat use in a harvested moose population. Journal of Animal Ecology. 89:1701–1710

Olaussen, J.O. & Skonhoft, A. 2011. A cost-benefit analysis of moose harvesting in Scandinavia. A stage structured modelling approach. Resource and Energy Economics 33(3): 589-611.

Pirisinu, L., Tran, L., Chiappini, B., Vanni, I., Di Bari, M.A., Vaccari, G., Vikøren, T., Madslien, K.I., Våge, J., Spraker, T., Mitchell, G., Balachandran, A., Baron, T., Casalone, C., Rolandsen, C.M., Røed, K.H., Agrimi, U., Nonno, R. & Benestad, S.L. 2018. Novel type of chronic wasting disease detected in moose (Alces alces), Norway. Emerging Infectious Diseases 24(12): 2210-2218.

R Core Team (2020). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL https://www.R-project.org/.

Reimoser, F. & Putman, R. 2011. Impacts of wild ungulates on vegetation: costs and benefits. I: Putman, R., Apollonio, M. & Andersen, R. (red.) Ungulate management in Europe: Problems and practices. Cambridge University Press. S. 144-191.

Rolandsen, C.M., Solberg, E. ., Bjørneraas, K., Heim, M., Van Moorter, B., Herfindal, I., Garel, M., Pedersen, P.H., Sæther, B.-E., Lykkja, O.N. & Os, Ø. 2010. Elgundersøkelsene i Nord-Trøndelag, Bindal og Rissa 2005 - 2010- Sluttrapport. NINA Rapport 588. Norsk institutt for naturforskning.

Rolandsen, C.M., Våge, J., Hopp, P., Benestad, S.L., Mysterud, A., Viljugrein, H., Solberg, E.J., Ytrehus, B., Strand, O., Vikøren, T., Madslien, K., Tarpai, A., Næss, C., Veiberg, V., Heim, M., Bakken, T.K. & Rudningen, K. 2018. Kartlegging av skrantesjuke (CWD) i 2016 og 2017. NINA Rapport 1522 / Veterinærinstituttet Rapport 13, 2018. 66s.

Rolandsen, C. M., J. Våge, P. Hopp, S. L. Benestad, H. Viljugrein, E. J. Solberg, R. Andersen, O. Strand, T. Vikøren, K. I. Madslien, A. Tarpai, J. Fremstad, V. Veiberg, M. Heim, F. Holmstrøm, and A. Mysterud. 2021. Kartlegging og overvåking av skrantesjuke (Chronic Wasting Disease - CWD) 2020. NINA Rapport 1983 / Veterinærinstituttet rapport 42, 2021. 38 s.

Roer, O., Rolandsen, C.M., Meland, M., Gangsei, L.E., Panzacchi, M., Van Moorter, B., Kastdalen, L., Solberg, E.J. 2018. Elgprosjektet i Akershus – Delrapport 1. Kameraovervåking av faunapassasjer og elgens områdebruk på Øvre Romerike. Statens vegvesens rapporter nr. 361. 79 s. https://hdl.handle.net/11250/2671138

Ryman, N., Baccus, R., Reuterwall, C. & Smith, M.H. 1981. Effective population size, generation interval, and potential loss of genetic variability in game species under different hunting regimes. Oikos 36, 257–266.

Sand, H., Jonzén, N., Andrén, H., Månsson, J., Swenson, J.E. & Kindberg, J. 2011. Strategier för beskattning av älg, med och utan rovdjur. Dnr SLU ua.Fe.2011.1.5-711

Sand, H., Wikenros, C. & Månsson, J. 2015. Strategier för beskattning av älg med och utan rovdjur. Hjorteviltet 2015: 72-77.

Skavhaug, S. 1996. Historiske tilbakeblikk på vilt- og fiskeforvaltningen i Norge. Direktoratet for naturforvaltning, Trondheim. 47 s.

Skonhoft, A. & Olaussen, J.O. 2005. Managing a migratory species that is both a value and a pest. Land Economics 81(1): 34-50.

Skonhoft, A. 2005. The costs and benefits of a migratory species under different management schemes. Journal of Environmental Management 76(2): 167-175.

Skonhoft, A., Veiberg, V., Gauteplass, A., Olaussen, J.O., Meisingset, E.L. & Mysterud, A. 2013. Balancing income and cost in red deer management. Journal of Environmental Management 115: 179-188.

Solberg, E.J., Loison, A., Sæther, B.E. & Strand, O.. 2000. Age-specific harvest mortality in a Norwegian moose Alces alces population. Wildlife Biology 6: 41-52.

Solberg, E.J., Sand, H., Linnell, J., Brainerd, S., Andersen, R., Odden, J., Brøseth, H., Swenson, J., Strand, O. & Wabakken, P. 2003. Store rovdyrs innvirkning på hjorteviltet i Norge: Økologiske prosesser og konsekvenser for jaktuttak og jaktutøvelse. NINA Fagrapport 63. Norsk institutt for naturforskning. http://www.nina.no/archive/nina/PppBasePdf/fagrapport/2003/63.pdf

Solberg, E.J., Rolandsen, C.M., Herfindal, I. & Heim, M. 2009. Hjortevilt og trafikk i Norge: En analyse av hjorteviltrelaterte trafikkulykker i perioden 1970-2007 - NINA Rapport 463. Norsk institutt for naturforskning. http://www.nina.no/archive/nina/PppBasePdf/rapport/2009/463.pdf

Solberg, E.J., Strand, O., Veiberg, V., Andersen, R., Heim, M., Rolandsen, C.R., Solem, M.I., Holmstrøm, F., Jordhøy, P., Nilsen, E.B., Granhus, A. & Eriksen, R. 2017. Hjortevilt 1991–2016: Oppsummeringsrapport fra Overvåkingsprogrammet for hjortevilt - NINA Rapport 1388. Norsk institutt for naturforskning. http://hdl.handle.net/11250/2453679

Solberg, E.J., Rolandsen, C.M. & Heim, M. 2018. Merkeprosjekt elg i Valdres og Hallingdal elgregion (ValHal) og øvre Hallingdal. Sluttrapport. NINA Rapport 1395. Norsk institutt for naturforskning. http://hdl.handle.net/11250/2499510

Solberg, E.J., Rivrud, I.M., Nilsen, E.B., Veiberg, V., Rolandsen, C.M., Meisingset, E.L. & Mysterud, A. 2019. Bestandsreduksjon av elg og hjort i Nordfjellaregionen i perioden 2019-2020: Forslag til avskytingsstrategier. NINA Rapport 1667. Norsk institutt for naturforskning.

Solberg, E. J. & Rolandsen, C. M. 2020. Bestandsreduksjon av elg og hjort i Nordfjella-regionen: Erfaringer fra jaktåret 2019-2020. NINA Report 1813. 87 s.

Solbraa, K. 1989. Rettet felling av elg – kan vi gjøre det bedre? Jakt og Fiske 119: 62-64.

Solbraa, K. 1998. Elgen som kjøttprodusent. Elgen: 48-51.

Solbraa, K. 2018. Utnytter vi elgens produktivitet? Hjorteviltet 2018: 64-69.

Stubben, C.J. and Milligan, B.G. 2007. Estimating and Analyzing Demographic Models Using the popbio Package in R. Journal of Statistical Software 22:11.

Stubsjøen, T, Sæther, B.-E., Solberg, E.J., Heim, M. & Rolandsen, C.M. 2000. Moose (Alces alces) survival in three populations in northern Norway. Canadian Journal of Zoology 78: 1822-1830.

Sylvén, S. 1995. Moose harvest strategy to maximize yield value for multiple goal management - a simulation study. Agricultural Systems 49(3): 277-298.

Sylvén, S., Cederlund, G. & Haagenrud, H. 1987. Theoretical considerations on regulated harvest of a moose population - a simulation study. Swedish Wildlife Research Suppl. 1: 643-656.

Sæther, B.-E., Solbraa, K., Sødal, D.P. & Hjeljord, O. 1992. Sluttrapport Elg-Skog-Samfunn. NINA forskningsrapport 28: 1-153.

Sæther, B.-E., Engen, S. & Solberg, E.J. 2001. Optimal harvest of age-structured populations of moose Alces alces in a fluctuating environment. Wildlife Biology 7(3): 171-179.

Sæther, B-E., Engen, S. & Solberg, E.J. 2009. Effective size of harvested ungulate populations. Animal Conservation. 12: 488–495. doi:10.1111/j.1469-1795.2009.00278.x

Veiberg, V., Rolandsen, C.M., Heim, M. & Solberg, E.J. 2016. Omfang av morlause kalvar etter jakt på elg og hjort - NINA Rapport 1197. Norsk institutt for naturforskning.

Vikøren, T., Våge, J., Madslien, K.I., Røed, K.H., Rolandsen, C.M., Tran, L., Hopp, P., Veiberg, V., Heum, M., Moldal, T., Neves, C.G.d., Handeland, K., Ytrehus, B., Kolbjørnsen, Ø., Wisløff, H., Terland, R., Saure, B., Dessen, K.M., Svendsen, S.G., Nordvik, B.S. & Benestad, S.L. 2019. First detection of chronic wasting disease in a wild red deer (Cervus elaphus) in Europe. Journal of Wildlife Diseases 55(4):970-972. https://doi.org/10.7589/2018-10-262

Wam, H.K. & Hofstad, O. 2007. Taking timber browsing damage into account: A density dependant matrix model for the optimal harvest of moose in Scandinavia. Ecological Economics 62: 45-55.

Wickham H. 2016. ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis. Springer-Verlag New York. ISBN 978-3-319-24277-4, https://ggplot2.tidyverse.org.

11 Vedlegg

11.1 Høstingsstudier for hjortevilt

Kilde	Art	Modell	Problemstilling	Funn	Kommentar
Clutton-Brock et al. (2002)	Hjort	Stokastisk bestandsmodell med tetthetsavhengighet	Studere effekter av bestandstetthet, emigrasjonsrate og kjønnsrate på antall høstede bukker.	Hanndyrtetthet og uttak negativt påvirket av hunndyrtetthet og økt prosentdel hunndyr i uttaket. Økt bestandstetthet medfører: - Færre fødte hanndyr - Økt dødelighet første 24 mnd. for begge kjønn - Økt dødelighet for voksne - Økt utvandring av hanndyr - Redusert antall immigranter	Kjent økologisk bæreevne for bestanden Verdien av hanndyr svært mye høyere enn verdien av hunndyr og kalver.
Collier & Krementz (2007)	Hvithalehjort	Stokastisk modell med kjønns- og aldersstruktur	Hvordan påvirker høstingsnivået av ulike aldersklasser antallet eldre bukker i bestanden etter jakt?	Prosentandelen av felte dyr tilhørende ulike kjønn og aldersklasser er en dårlig indikator på den reelle bestandsstrukturen. Bør prioritere å bruke aldersspesifikke høstingsrater kombinert med tilleggsinformasjon fra høsta dyr (overvåkingsdata)	Undersøker om prosentandelen av aldersklasser i uttaket kan brukes som prognose for reell bestandsstruktur. God beskrivelse av modellen som er brukt og parameterverdier.
Elofsson et al. (2017)	Rådyr, dåhjort	Stage structured (stadium modell)	Hvordan påvirker kunnskapsgrunnlagets kvalitet og hensynet til interspesifikk konkurranse realverdien av de samla viltbestandene målt som kjøtt-, trofé- og rekreasjonsverdi?	Interspesifikk konkurranse reduserer den realiserbare verdien dersom dette ikke tas hensyn til i bestandsforvaltningen.	Kostnader knyttet til tilleggsfôring er også inkludert.

Jonzén et al. (2013)	Elg	Sex- and age-structured matrix model	Forvaltningsstrategier for å kompensere for predasjon av bjørn og ulv	Ulike avskytingsstrategier har sterk innvirkning på bestandens aldersstruktur etter jakt. Dagens fellingspraksis fremstår som et godt kompromiss mellom de tre definert avskytingsstrategiene. Uten justeringer av avskytingsstrategien eller elgbestandstettheten fører predasjonen til en sterk reduksjon i jaktuttaket. Sammenlignet med en situasjon uten predasjon kan både jaktuttaket og avskytingsmønsteret opprettholdes dersom bestandstettheten økes. Et annet alternativ for å opprettholde jaktuttaket er å dreie kjønnsraten mot en større andel hunner. Avskytingsmønsteret må da endres. Kjønnsskjevheten må være størst ved lave bestandstettheter. Siden predasjonen er størst for unge aldersklasser, gir predasjon økt gjennomsnittsalder for vinterbestanden.	Bruker dagens avskytingspraksis som utgangspunkt (50 % kalv, 25 % hunndyr, 25 % hanndyr). Ettåringer inngår ikke som egen alderskategori. Jaktuttaket fra elgbestanden målt enten som antall dyr, kilo kjøtt eller antall voksne hanndyr. Uttaket gjennom predasjonen har øvre tak.
McCullough (2001)	Hvithalehjort, sorthalehjort	Ingen. Empirisk studium.	Hvordan påvirkes jaktuttaket av tildelingen av fellingsløyver av dyrekategorier uten gevir?	Totaluttaket av dyr fra bestandene økte mye ved jakt også på gevirløse klasser. Også uttaket av gevirbærende dyr økte når uttaket av gevirløse dyr økte. Reduserte negative effekter av bestandstetthet ved et mer balansert uttak fra begge kjønn. Dette medfører redusert naturlig dødelighet og høyere reproduksjonsrater.	Praktisk manipulasjonsstudier av to bestander.
Mensah & Elofsson (2017)	Elg, villsvin, rådyr, dåhjort	Hedonisk prismodell (ikke noe optimaliseringsstudium)	Studere effektene av nærhet til by, jaktlagsstørrelse og høstingsrate på prissetting av jakt og jegernes betalingsvilje	Nærhet til urbane områder gir høyere priser på jaktkort/-utleie. Områdets arrondering har også betydning. Skogkledde områder mer attraktive enn åpne. Betalingsvilligheten pr. jeger avtar med økende	

				jaktlagstørrelse. Betalingsvilligheten øker med økende vilttetthet.	
Milner-Gulland et al. (2004)	Hjort	Stokastisk modell med kjønns- og aldersstruktur	Hvordan påvirker bestandstetthet (hunndyrtetthet) antall høstbare trofébukker og derigjennom jaktinntekter?	Økt bestandstetthet (hunndyrtetthet) medfører: -- Økt utvandring av bukker- Suboptimalt uttak av dyr fra begge kjønn Økt presisjon på overvåkingsdata bidrar til mer optimal høsting.	Mål om å ha såpass lav bestandstetthet at utvandringa av hanndyr blir minimal og innvandringa høy. Bestandstetthet skal ikke slå negativt ut for naturlig dødelighet for hanndyrene. Verdien til alle andre kategorier enn eldre hanndyr er satt til 0.
Naevdal et al. (2012)	Elg	Stage structured (stadium modell)	Hvordan påvirker trofépris, kjøttpris og prisreguleringsmodeller (fri konkurranse eller monopol) utbyttet fra troféjakt og kjøttverdi	Troféjakt gir bedre utbytte fra elgbestanden enn ren kjøttjakt uavhengig av prisreguleringsmodell. Troféjakt motiverer høyere høstingsrater for eldre hunndyr enn eldre hanndyr. Dette medfører sterkt hanndyrdreide bestander. Kalver og ettåringer bør ikke høstes pga. lave vekter, høy overlevelsesrate og fremtidige utsikter for troféverdi og høyere vekter.	Svært urealistiske scenarier og forutsetninger. Fertilitet og mortalitet er henholdsvis avhengig og uavhengig av bestandstetthet. Utvidet modell der effekt av jakt har negativ effekt på fertilitet. Andre nytte- og kostnadsaspekter blir holdt utenfor. Verdi eldre hanner (≥ 2

					år): Trofé + kjøttverdi. Verdi kalver, åringer og eldre hunner: Kjøttverdi.
Nilsen et al. (2005)	Elg	Age structured deterministic matrix model	Gitt ulike predasjonsrater, hvordan bør jaktuttaket være for å maksimere jaktgevinsten i form av antall dyr eller kg kjøtt høsta?	Predasjon medfører at det totale jaktuttaket må reduseres, og at ikke alle tidligere mulige høstingsregimer lenger kan realiseres. Høyt uttak av kalv gir flest felte dyr, og høyt uttak av eldre dyr gir mest kjøtt. Dette resultatet var uavhengig av predasjon, effekter av bestandstetthet, bestandsstørrelse og kjønnsratio. Mer hunndyrdreide bestander resulterer i høyere avkastning uavhengig av predasjon. Den relative reduksjonen i jaktuttak som følge av predasjon avtar med økende bestand og mer hunndyrdreining av bestanden. Økt predasjon eller styrke på effekten av bestandstetthet, resulterte i større ustabilitet i bestandsutviklingen og avvik fra forvaltningsmål. Økte bestander eller mer hunndyrdreining ga mer stabile bestander.	

Nilsen et al. (2009)	Elg	Class-structured matrix population model	Studere hvordan sesongvandring og ulik romlig fordeling av predasjon påvirker det potensielle jaktuttaket i sommerbeite- versus vinterbeiteområder	Ved lik fordeling av nytte-kostnad mellom sommer- og vinterområder vil det være det relative forholdet i prissettingen av elgjakt vs. beiteskader som bestemmer bestandsnivået. Sammenlignet med en fordeling der «hvert område tenker på seg», vil en deling av nytte og kostnader gi redusert inntekt til grunneiere utenfor det skadebelastede overvintringsområdet. Grunneierne innenfor overvintringsområdet med beiteskader vil få bedre utbytte. Uten en rettferdig fordeling av nytte og kostnader fra elgbestanden vil de forvaltningsmessige målsetningene for områder med ulik grad av skadeproblematikk være vidt forskjellige. Generelt øker de lokale interessekonfliktene om forvaltningsmål med økende andel sesongmigrerende dyr. Ulike forvaltningsmål mellom de som primært er «avsendere» av dyr og de som primært er «mottakere». Størst samlet utbytte oppnås når ulike forvaltningsenheter samarbeider. Ulik romlig fordeling av predasjon og/eller beiteskader i kombinasjon med sesongtrekkende bestander er en situasjon som krever utstrakt samarbeid for å nå forvaltningsmål.	Predasjon både i sommer- og vinterbeiteområdet. Konstant predasjonstrykk. Jaktuttaket skjer før vandringen til vinterbeiteområdet. Proporsjonal høsting. Bare beiteskadeproblematikk i vinterbeiteområdet. Bestanden i vinterbeiteområdet er en blanding av både stasjonære og sesongtrekkende dyr.
Olaussen & Skonhoft (2011)	Elg	Stage structured model with a dynamic optimization framework(?)	Beregning av optimalt jaktuttak og bestandsnivå gitt ulike hensyn tilkostnader knyttet til beiteskade og elgrelaterte trafikkulykker. Det samlede samfunnsøkonomiske resultatet er	Svært ulike optimale bestandsstørrelser og avskytingsstrategier for de ulike scenariene. Ingen hensyn til kostnader: Høyt bestandsnivå, primært felling av ettåringer pluss en liten andel eldre okser. Ikke felling av kalver eller hunndyr. Inkludering av beitekostnader: Lavere bestand, ikke felling av ettåringer, relativt lik fordeling i uttaket av kalver, eldre dyr av begge kjønn. Inkludering av beite- og trafikkostnader: Det laveste	Reproduksjonsrater avhengig både av bestandstetthet og kjønnsrate. Verdien av felte elg basert på kjøttverdi. Over 3,5 eldre hunndyr pr. eldre hanndyr i alle

			beregnet for alle alternativene.	bestandsnivået, ikke felling av ettåringer, relativt lik fordeling i uttaket av kalver, eldre dyr av begge kjønn. Generelt er dagens elgbestand for høy i forhold til de samfunnsmessige kostnadene den medfører. Dagens fokus på kjøttproduksjon er ikke i samsvar med mer helhetlige nytte-kostnad analyser hvor kostnadsestimater for beite- og trafikkskader er inkludert.	scenariene. En moderat (10 %) justering av enhetskostnadene for beite- og trafikkskade endret ikke de optimale avskytingsstrategiene vesentlig. Beite- og trafikkostnader avhengig av kjønn og alderskategori. Modellbegrensning om at høstingen av eldre hunndyr aldri overstiger høstingen av kalver.
Potapov et al. (2016)	Hvithalehjort	«Continuous-time population SI model (susceptible (S) and infected (I))»	Hvilke kjønns- og aldurskategorier bør høstes mest for å minimere risikoen for overføring av CWD-smitte, samtidig som bestandskollaps unngås?	Størst reduksjon i smitteforekomsten ved å felle mest mulig av hanndyra	Svært mange forutsetninger knyttet til modellen. Hanndyr er mer utsatt for å bli smittet enn hodyr.
Skonhoft et al. (2013)	Hjort	Stage structured model with a dynamic optimization framework	Hvordan bør sammensetningen av jaktuttaket være for å maksimere inntekter fra jakta?	Bør øke uttaket av ettåringer sammenlignet med det som er generell praksis i dag. Opprettholde hunndyrdominerte bestander. Økt kjøttpris resulterer i at det blir mer lønnsomt å holde en høyere bestand, men resulterer i relativt små endringer i den optimale sammensetningen av uttaket.	Inntekter er generert av kilo kjøtt og rekreasjonsverdi. Rekreasjonsverdi er lik for alle kategorier dyr. Fem kjønns- og aldersgrupper.

					Beiteskader og mål for rekreasjonsverdi er inkludert.
Solbraa (1998)	Elg	Sannsynligvis en deterministisk modell lik den brukt i Elg-skog-samfunn?	Effekter av ulike avskytingsstrategier på kjøttuttaket fra en bestand gitt at vinterbeitekonsumet er konstant	Årskalver bør i liten grad høstes. Uttaket bør i større grad skje blant ettåringene. En økning av produktiviteten/kalveproduksjonen har stor betydning for kjøtt-tilveksten i en bestand.	Kun ett års fremskriving av bestandseffekter. 100 dagers vinterbeitperiode.
Sylvén et al. (1987)	Elg	Datasimuleringsmodell??	Hvordan påvirkes bestandsutvikling og -demografi av ulike avskytingsstrategier, kjønnsraten i stående bestand og i rekruttering, og aldersfordelingen blant hunn- og hanndyr?	Ved økende andel kalver og ettåringer i uttaket vil snittalderen blant eldre dyr øke, spesielt blant hunndyr. Dette medfører økt naturlig dødelighet. For å opprettholde en definert kjønnsrate må dermed uttaket av eldre okser økes. Optimalt høstingsnivå avhengig av bestandens produktivitet. Mye kalver i uttaket gir mange fellinger. Høyere andel ettåringer istedenfor kalver gir større kjøttutbytte. Optimalt antall troféokser oppnås når kjønnsraten i uttaket samsvarer med kjønnsraten i rekrutteringen. Hunndyrfokusert reduksjonsavskyting medfører flerårig restitusjonstid for hunndyrsegmentet og lenger tid til optimalisert kalveproduksjon. Robust reduksjonsavskyting må ta hensyn både til kjønnsfordelingen i rekrutteringen og den demografiske fordelingen i den stående bestanden. Aldersstrukturen hos produktive hunndyr har stor innvirkning på bestandens produktivitet og vekstrate. Bestandsproduktivitet og -utvikling er svært følsom for endringer i kjønnsraten hos eldre dyr.	Ingen naturlig dødelighet. Troféhanndyr ≥ 5 år. Aldersavhengige fekunditetsrater hos hunndyr. Utgangsbestand: 43 % hanndyr og 57 % hunndyr blant dyr ≥ 1 år. Kjønnsrate hos kalver: 55 % hanndyr og 45 % hunndyr.

Sylvén (1995)	Elg	Deterministisk modell	Hvordan påvirker fordelingen av ulike kjønn og aldersklasser i jaktuttaket stabiliteten i bestanden og antallet kilo, dyr og trofédyr høstet.	Flere dyr kan felles ved høy andel kalv i uttaket og hunndyrdreid kjønnsrate blant eldre dyr. Maksimalt kjøttuttak når kalveuttak representerer ca. 30 % av felte dyr og hunndyrdreid kjønnsrate. Aldersfordelingen blant hanndyra ble i liten grad påvirket av kjønnsraten. Økt andel kalv i uttaket resulterte i økt alder for hanndyra både i sommerbestanden og i jaktuttaket uavhengig av kjønnsraten. Høyest gjennomsnittsalder for hanndyra ved likt kjønnsrate hos eldre dyr.	
Sæther et al. (2001)	Elg	Stochastisc age/stage structured model	Hvordan maksimere kjøttuttaket? Sammenligning av terskelhøsting og proporsjonal høsting.	Små forskjeller ved høy kalveoverlevelse, men terskelhøsting gir generelt best resultat. Forskjellen øker med økende variasjon i miljøet, økt naturlig dødelighet hos kalver, og med økende effekt av bestandstetthet.	Inkluderer både bestandstetthet og miljøvariasjon. Resultatene bygger på at det ikke er skjevhet i bestandsestimatene, og at det eksisterer presise estimater for bestandsparameterne. Stor mellomårsvariasjon i uttaket ved terskelhøsting medfører praktiske utfordringer for gjennomføringa av jakta.
Sæther et al. (2009)	Elg	Stochastic age/stage	Studere hvordan variasjon i andelen kalver høstet, varierende kjønnsrate blant voksne	Den effektive bestandsstørrelsen avtar med: - Minkende andel kalver i uttaket - Økt hunndyrdreining	Stabil bestand etter jakt. Ingen tetthetseffekter eller naturlig predasjon. Bestandsnivå godt under

		structured model	individer og aldersrelatert variasjon i reproduksjonssuksess hos hanndyr påvirker genetisk drift og sammenhengen mellom effektiv og reell bestandsstørrelse.	- Økende aldersrelaterte forskjeller i reproduksjonssuksess hos hanndyra Økt kalveuttak førte til økt gjennomsnittsalder hos eldre dyr og økt generasjonstid. Ved liten aldersavhengig variasjon i reproduksjonssuksess har generasjonstiden liten innvirkning på den genetiske driften, men større innvirkning på den effektive bestandsstørrelsens andel av totalbestanden.	naturlig bæreevne. Fordelaktige miljøbetingelser.
Wam & Hofstad (2007)	Elg	Density and stage structured matrix model with density dependance	Hvordan påvirker elgens beiteuttak det samlede økonomiske utbyttet fra skogbruk + elgjakt?	De ulike begrensingene i elgmodellen hadde tydelige bestandseffekter, men liten innvirkning på det samlede økonomiske utbyttet fra elg + skog. Bare 10 % av det økonomiske utbyttet kom fra elgjakta når den samlede inntekten fra skog + elg ble optimalisert. Endringer i elgbestandens bæreevne hadde minimal effekt på det totale økonomiske utbyttet fra skog + elg. Når bare elgmodellen ble optimalisert, resulterte dette i en halvering av utbyttet fra tømmer og en sterk økning i antall trær med beiteskader. Bare for marginale skogeiendommer vil utbyttet fra elgjakt overgå verdien av skogproduksjonen.	Området som skadekostnader beregnes for er stort nok til at en ikke trenger å ta hensyn til migrasjonsspørsmål. Modellert elgforvaltningsscenarier både med og uten begrensninger (kjønnsrate, minimum kalveuttak/kalverekruttering, elgtetthet) Inntekt elg: Kjøttverdi + rekreasjonsverdi. Inntekt skog: Tømmerpris.

Xu & Boyce (2010)	Elg	Stochastic age/stage structured model with density dependence	Studere effekter av avskytingsstrategier og varierende predasjonspress på det maksimale antallet hanndyr eller dyr som kan høstes?	Predasjon av kalver og hunndyr hadde større innvirkning på det totale antallet dyr som kunne høstes enn det optimale uttaket av okser. Kombinasjonen predasjon og tilfeldig variasjon i miljøforhold kan ha store innvirkninger på valget av avskytingsstrategier.	God overvåking av bestandsstørrelse og bestandsstruktur er avgjørende for god tilpasning mellom produksjon, predasjon og høsting

Referanser

Clutton-Brock, T.H., Coulson, T.N., Milner-Gulland, E.J., Thomson, D. & Armstrong, H.M. 2002. Sex differences in emigration and mortality affect optimal management of deer populations. Nature 415(6872): 633-637.

Collier, B.A. & Krementz, D.G. 2007. Uncertainty in age-specific harvest estimates and consequences for white-tailed deer management. Ecological modelling 201(2): 194-204.

Elofsson, K., Mensah, J.T. & Kjellander, P. 2017. Optimal management of two ecologically interacting deer speciesreality matters, beliefs don't. Natural Resource Modeling 30(4): e12137.

Gren, I.M., Häggmark-Svensson, T., Elofsson, K. & Engelmann, M. 2018. Economics of wildlife management-an overview. European Journal of Wildlife Research 64: 22.

Jonzén, N., Sand, H., Wabakken, P., Swenson, J.E., Kindberg, J., Liberg, O. & Chapron, G. 2013. Sharing the bounty-Adjusting harvest to predator return in the Scandinavian human-wolf-bear-moose system. Ecological Modelling 265: 140-148.

McCullough, D.R. 2001. Population manipulations of North American deer Odocoileus spp.: balancing high yield with sustainability. Wildlife Biology 7(3): 161-171.

Mensah, J.T. & Elofsson, K. 2017. An empirical analysis of hunting lease pricing and value of game in Sweden. Land Economics 93(2): 292-308.

Milner-Gulland, E.J., Coulson, T. & Clutton-Brock, T.H. 2004. Sex differences and data quality as determinants of income from hunting red deer Cervus elaphus. Wildlife Biology 10(3): 187-201.

Naevdal, E., Olaussen, J.O. & Skonhoft, A. 2012. A bioeconomic model of trophy hunting. Ecological Economics 73: 194-205.

Nilsen, E.B., Pettersen, T., Gundersen, H., Milner, J.M., Mysterud, A., Solberg, E.J., Andreassen, H.P. & Stenseth, N.C. 2005. Moose harvesting strategies in the presence of wolves. Journal of Applied Ecology 42: 389-399.

Nilsen, E.B., Skonhoft, A., Mysterud, A., Milner, J.M., Solberg, E.J., Andreassen, H.P. & Stenseth, N.C. 2009. The role of ecological and economic factors in the management of a spatially structured moose Alces alces population. Wildlife Biology 15(1): 10-23.

Olaussen, J.O. & Skonhoft, A. 2011. A cost-benefit analysis of moose harvesting in Scandinavia. A stage structured modelling approach. Resource and Energy Economics 33(3): 589-611.

Potapov, A., Merrill, E., Pybus, M. & Lewis, M.A. 2016. Chronic wasting disease: Transmission mechanisms and the possibility of harvest management. Plos One 11(3).

Skonhoft, A., Veiberg, V., Gauteplass, A., Olaussen, J.O., Meisingset, E.L. & Mysterud, A. 2013. Balancing income and cost in red deer management. Journal of Environmental Management 115: 179-188.

Solbraa, K. 1998. Elgen som kjøttprodusent. Elgen: 48-51.

Sylvén, S., Cederlund, G. & Haagenrud, H. 1987. Theoretical considerations on regulated harvest of a moose population-a simulation study. - I: Gøransson, G. & Lavsund, S., (red.). Proceedings Second International Moose Symposium, Swedish Wildlife Research (Suppl. 1). Proceedings

Sylvén, S. 1995. Moose harvest strategy to maximize yield value for multiple goal management - a simulation study. Agricultural Systems 49(3): 277-298.

Sæther, B.-E., Engen, S. & Solberg, E.J. 2001. Optimal harvest of age-structured populations of moose Alces alces in a fluctuating environment. Wildlife Biology 7(3): 171-179.

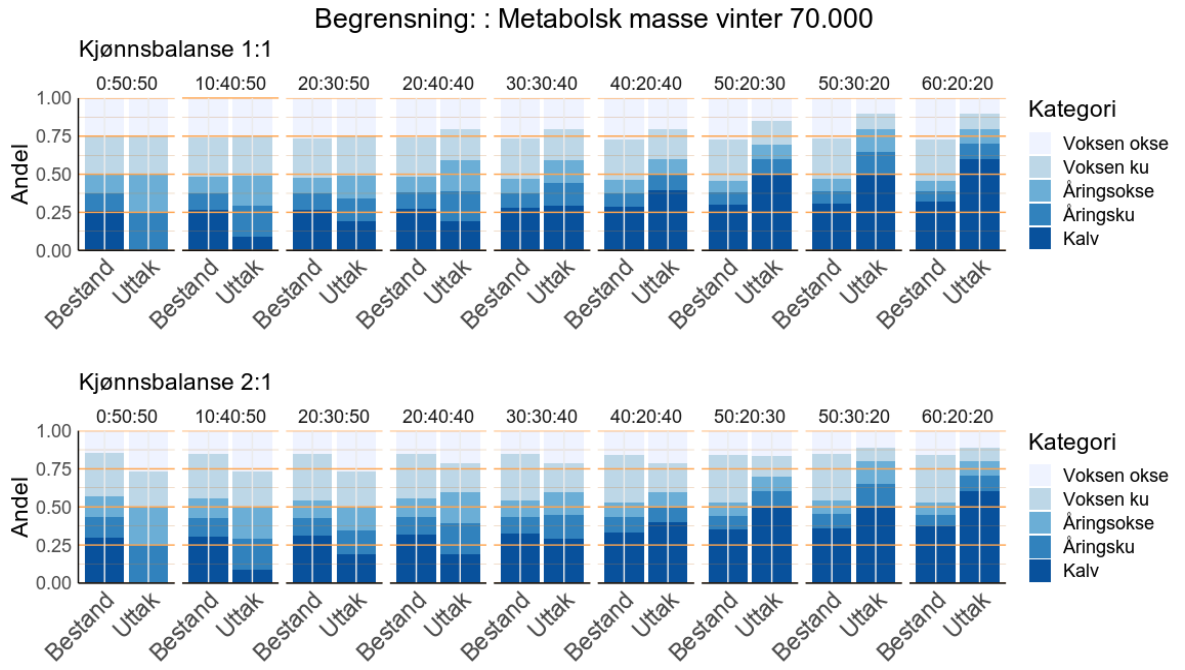
Sæther, B.-E., Engen, S. & Solberg, E.J. 2009. Effective size of harvested ungulate populations. Animal Conservation 12(5): 488-495.

Wam, H.K. & Hofstad, O. 2007. Taking timber browsing damage into account: A density dependant matrix model for the optimal harvest of moose in Scandinavia. Ecological Economics 62(1): 45-55.

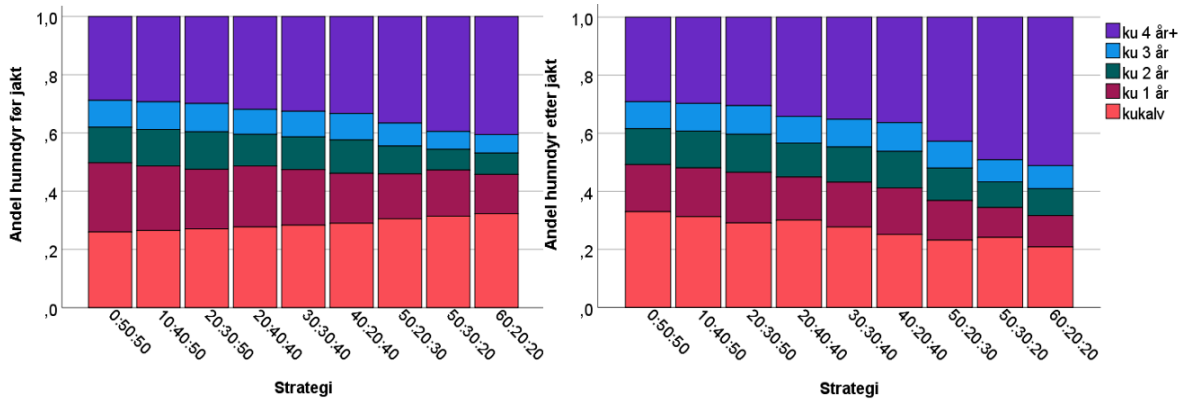
Wikström, A., Ripa, J. & Jonzén, N. 2012. The role of harvesting in age-structured populations: Disentangling dynamic and age truncation effects. Theoretical Population Biology 82(4): 348-354.

Xu, C. & Boyce, M. 2010. Optimal harvesting of moose in Alberta. Alces 46: 15-35.

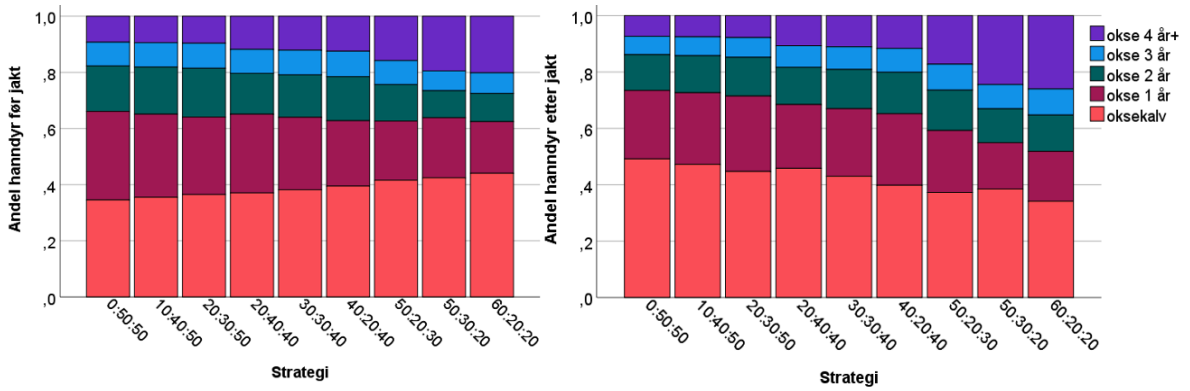
11.2 Modellresultater for elg



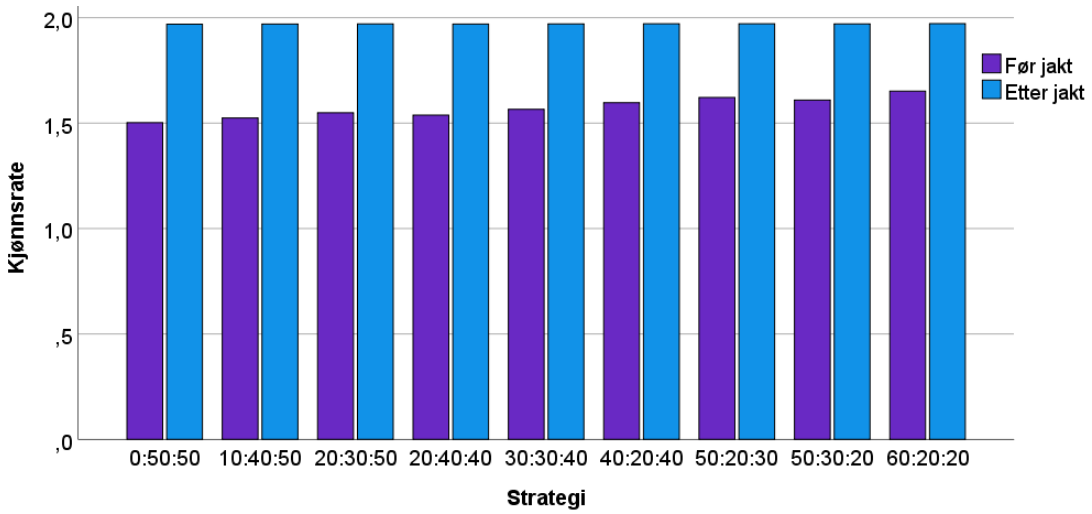
Figur 11.2.1. *Fordeling av ulike kjønns- og aldersklasser i bestanden før jakt (Bestand) og i jaktuttaket (Uttak) ved ulike avskytingsstrategier. Data fra en teoretisk bestand med metabolsk biomasse på 70 000 kg og en kjønnsrate blant voksne individer (1 år og eldre) på 1 (1:1) eller 2 (2:1) ku pr. okse etter jakt. Avskytingsstrategiene er vist som prosentandelen kalv, åringsdyr og voksne (kalv:åringsdyr:voksne). Kjønnsraten blant felte kalver er 1:1, mens kjønnsraten av felte åringsdyr og voksne dyr er gitt av kjønnsraten i bestanden før jakt og vinterbestandens størrelse.*



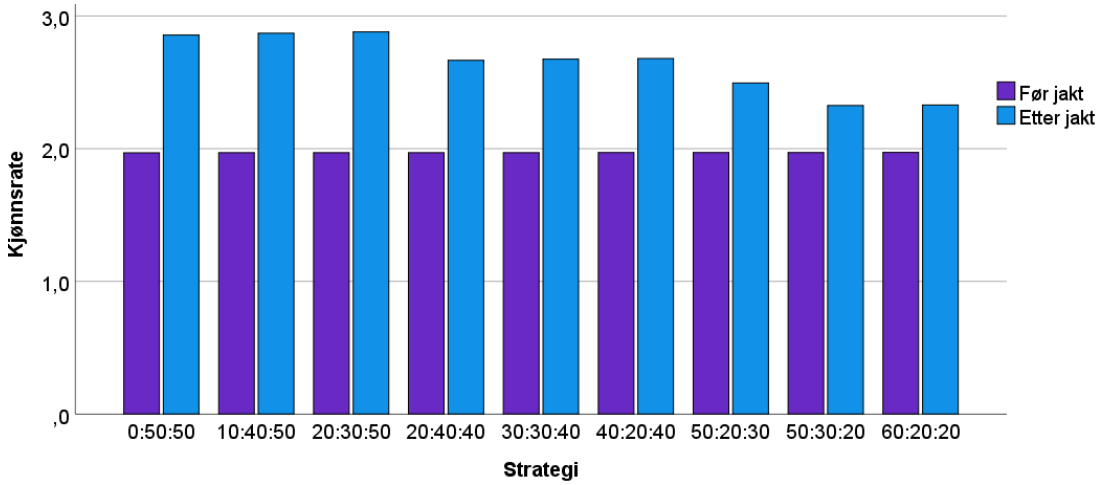
Figur 11.2.2. *Andel hunndyr fordelt på alder i en elgbestand før (venstre) og etter jakt (høyre) i forhold til avskytingsstrategi. Data fra en teoretisk bestand med konstant metabolsk biomasse og kjønnsrate blant voksne individer (1 år og eldre) på 2 ku pr. okse etter jakt (2:1).*



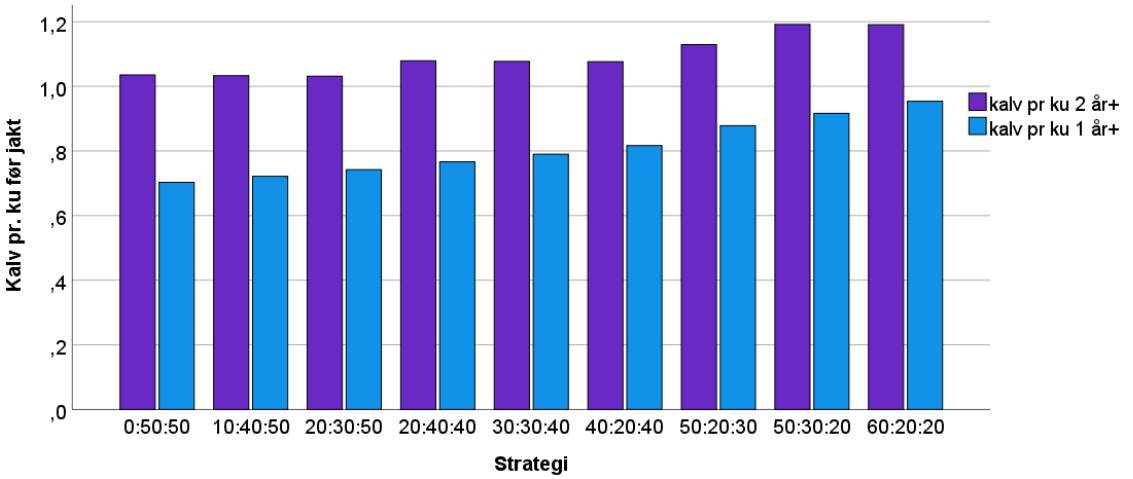
Figur 11.2.3. *Andel hanndyr fordelt på alder i en elgbestand før (venstre) og etter jakt (høyre) i forhold til avskytingsstrategi. Data fra en teoretisk bestand med konstant metabolsk biomasse og kjønnsrate blant voksne individer (1 år og eldre) på 2 ku pr. okse etter jakt (2:1).*



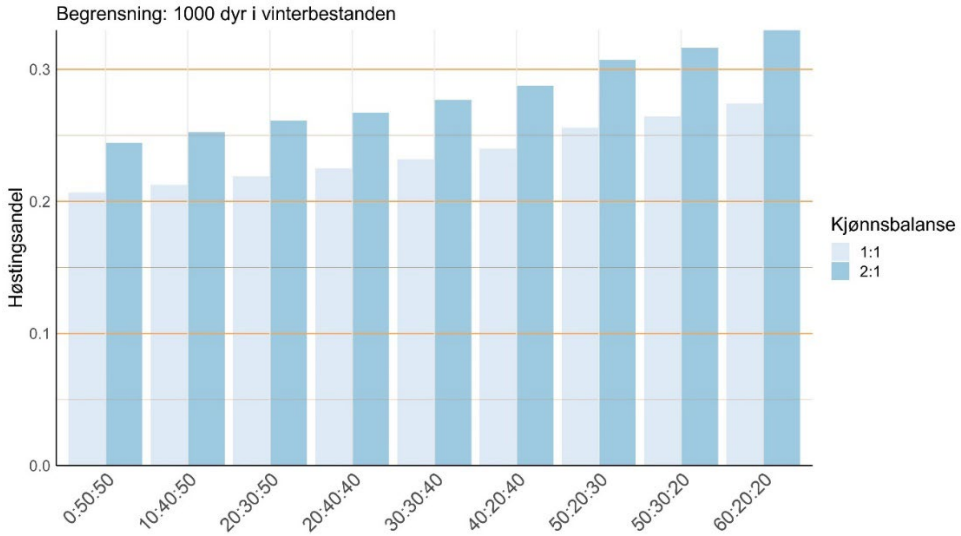
Figur 11.2.4. *Kjønnsrate (**1 år og eldre**) i en elgbestand før og etter jakt i forhold til avskytingsstrategi. Data fra en teoretisk bestand med metabolsk biomasse på 70 000 kg og kjønnsrate blant voksne individer (1 år og eldre) på 2 ku pr. okse etter jakt (2:1, avviket fra 2 skyldes avrundingsfeil).*



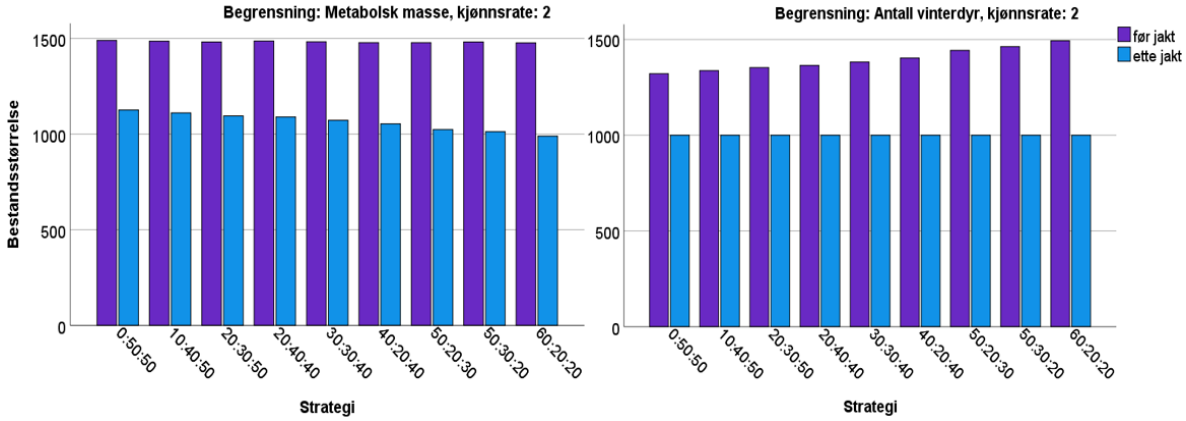
Figur 11.2.5. *Kjønnsrate (**2 år og eldre**) i en elgbestand før og etter jakt i forhold til avskytingsstrategi. Data fra en teoretisk bestand med metabolsk biomasse på 70 000 kg og kjønnsrate blant voksne individer (1 år og eldre) på 2 ku pr. okse etter jakt (2:1).*



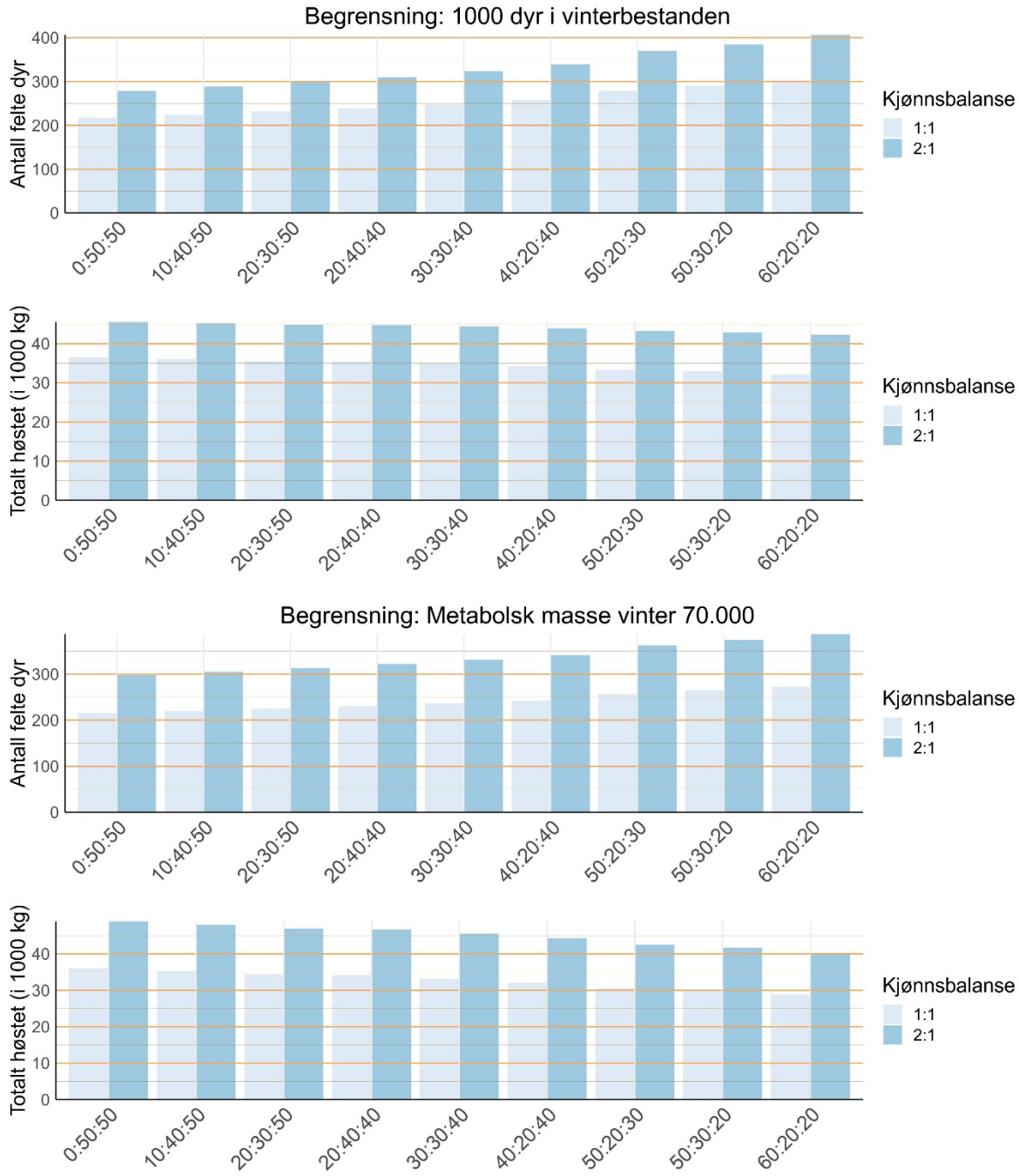
Figur 11.2.6. *Antall kalv pr. elgku 1 eller 2 år og eldre i forhold avskytingsstrategi. Data fra en teoretisk bestand med metabolsk biomasse på 70 000 kg og kjønnsrate blant voksne individer (1 år og eldre) på 2 ku pr. okse etter jakt (2:1).*



Figur 11.2.7. *Andel av bestanden før jakt som høstes ved ulike avskytingsstrategier for elg.*

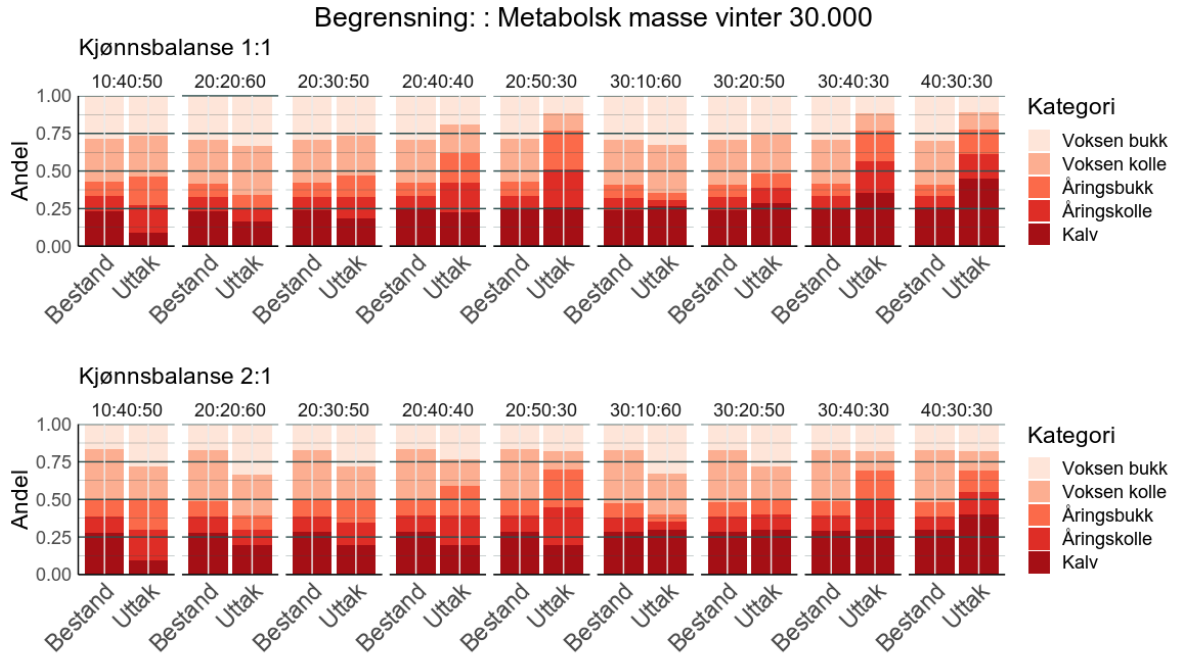


Figur 11.2.8. *Bestandsstørrelse før og etter jakt i en teoretisk elgbestand med metabolsk biomasse på 70 000 kg (venstre) eller 1000 vinterdyr (høyre) i forhold til avskytingsstrategi. Kjønnsraten blant voksne individer (1 år og eldre) er i begge bestander 2:1 (dvs. 2 ku pr. okse).*

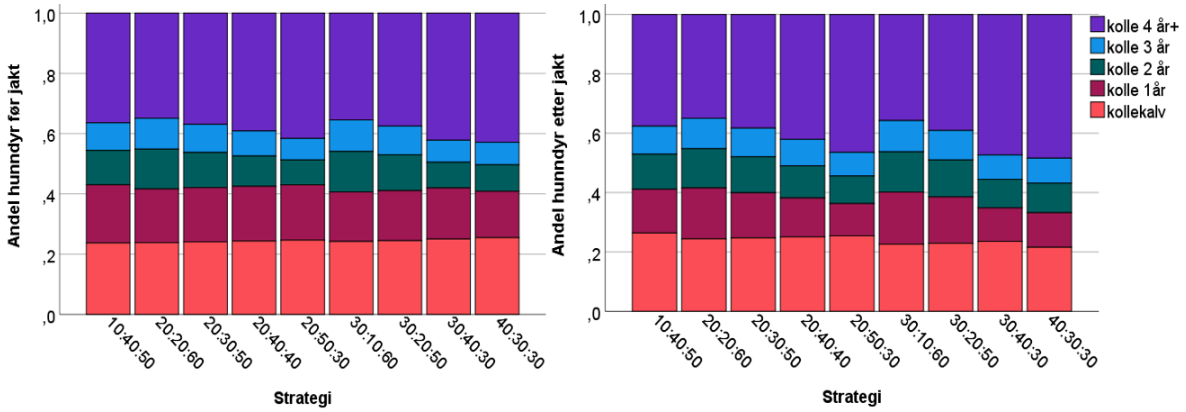


Figur 11.2.9. *Antall elg felt og mengden elgkjøtt høstet ved bruk av ulike avskytingsstrategier i bestand med reduserte rekrutteringsrater. Data fra teoretisk bestand med 1000 dyr i vinterbestanden (øverst) eller metabolsk biomasse på totalt 70 000 kg (nederst), og en kjønnsrate blant voksne individer (1 år og eldre) på 1 (1:1) eller 2 (2:1) ku pr. okse etter jakt. Kjønnsfordelingen blant felte kalver er 1:1, mens kjønnsfordelingen av felte åringsdyr og voksne dyr er gitt av kjønnsbalansen i bestanden før jakt og vinterbestandens størrelse eller metabolske biomasse. I modellen er de aldersspesifikke rekrutteringsratene 0,1 kalv pr. ku for 2-åringer, 0,7 kalv pr. ku for 3 åringer og 1,1 kalv pr. ku for 4 år og eldre kyr. Disse ratene er 21-50 % lavere enn ratene benyttet i modellanalysene i kapittel 4 (se Tabell 2.1).*

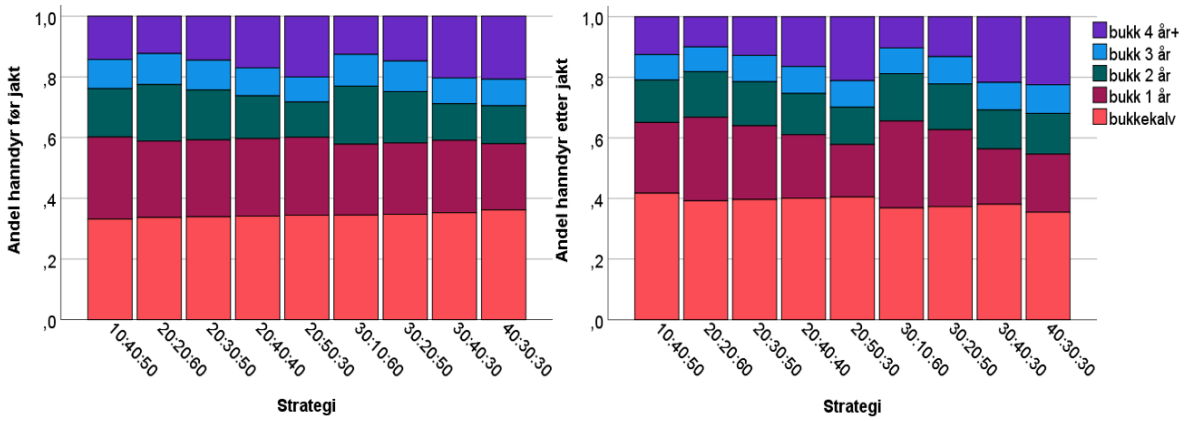
11.3 Modellresultater for hjort



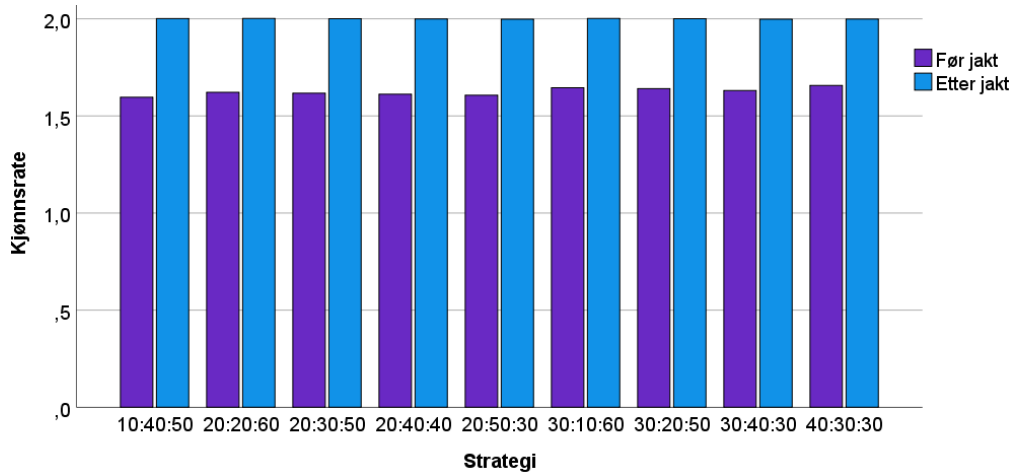
Figur 11.3.1. *Fordeling av ulike kjønns- og aldersklasser i bestanden før jakt (Bestand) og i jaktuttaket (Uttak) ved ulike avskytingsstrategier for hjort. Data fra en teoretisk bestand med metabolsk biomasse på 30 000 kg og en kjønnsrate blant voksne individer (1 år og eldre) på 1 (1:1) eller 2 (2:1) kolle pr. bukk etter jakt. Avskytingsstrategiene er vist som prosentandelen kalv, åringsdyr og voksne (kalv:åringsdyr:voksne). Det antas at kjønnsraten blant felte kalver er 1:1, mens kjønnsraten blant felte åringsdyr og voksne dyr er gitt av kjønnsraten i bestanden og vinterbestandens metabolske biomasse.*



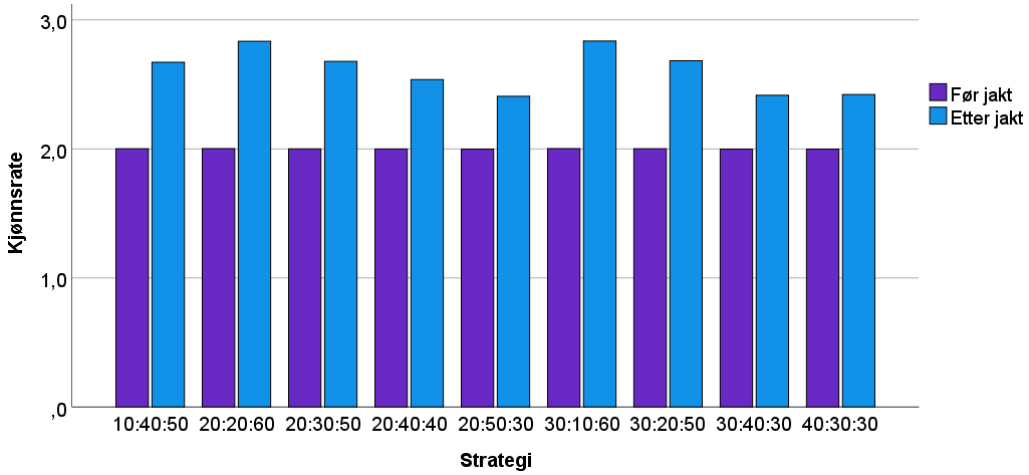
Figur 11.3.2. *Andel hunndyr fordelt på alder i en hjortebestand før (venstre) og etter jakt (høyre) i forhold til avskytingsstrategi. Data fra en teoretisk bestand med konstant metabolsk biomasse og kjønnsrate blant voksne individer (1 år og eldre) på 2 koller pr. bukk etter jakt (2:1).*



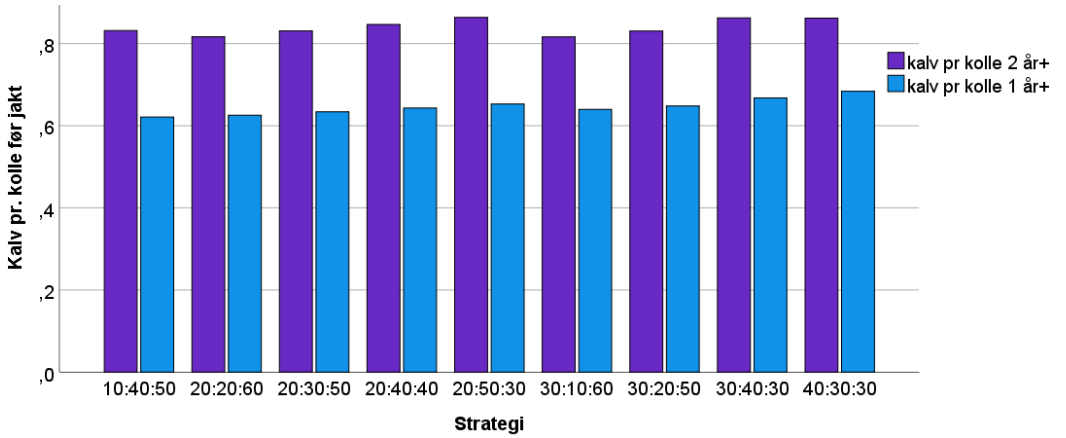
Figur 11.3.3. *Andel hanndyr fordelt på alder i en hjortebestand før (venstre) og etter jakt (høyre) i forhold til avskytingsstrategi. Data fra en teoretisk bestand med konstant metabolsk biomasse og kjønnsrate blant voksne individer (1 år og eldre) på 2 koller pr. bukk etter jakt (2:1).*



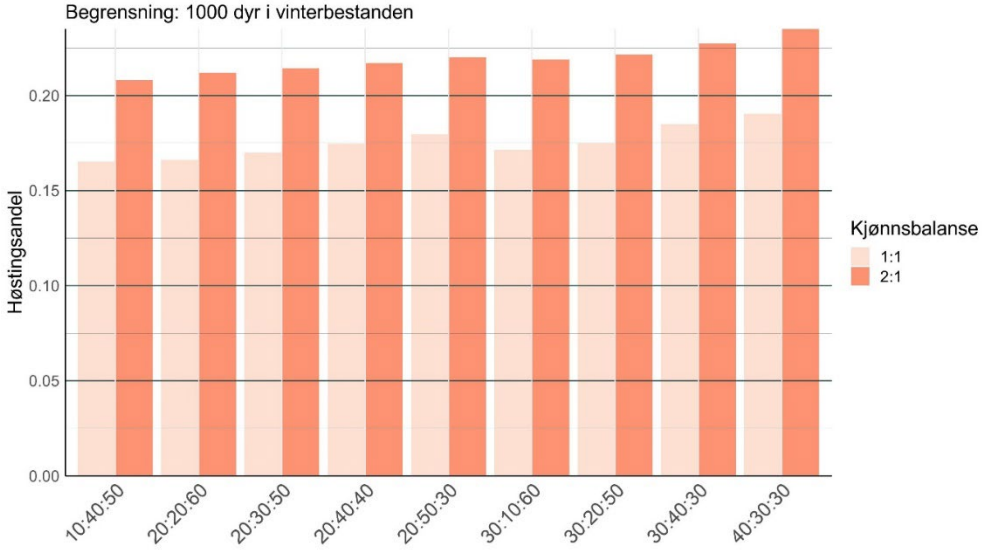
Figur 11.3.4. *Kjønnsrate (**1 år og eldre**) i en hjortebestand før og etter jakt i forhold til avskytingsstrategi. Data fra en teoretisk bestand med metabolsk biomasse på 30 000 kg og kjønnsrate blant voksne individer (1 år og eldre) på 2 (2:1) kolle pr. bukk etter jakt.*



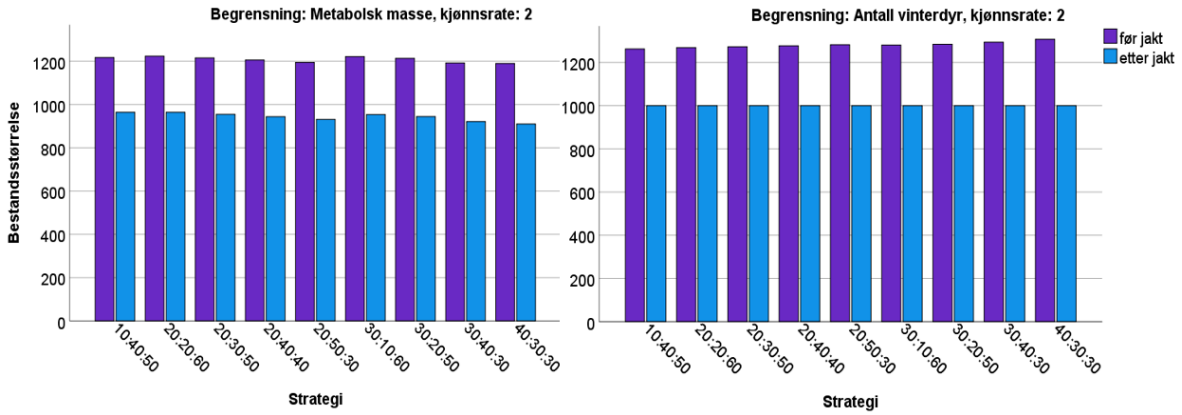
Figur 11.3.5. *Kjønnsrate (**2 år og eldre**) i en hjortebestand før og etter jakt i forhold til avskytingsstrategi. Data fra en teoretisk bestand med metabolsk biomasse på 30 000 kg og kjønnsrate blant voksne individer (1 år og eldre) på 2 kolle pr. bukk etter jakt (2:1).*



Figur 11.3.6. *Antall kalv pr. hjortekolle ett eller to år og eldre i forhold til avskytingsstrategi. Data fra en teoretisk bestand med metabolsk biomasse på 30 000 kg og kjønnsrate blant voksne individer (1 år og eldre) på 2 kolle pr. bukk etter jakt (2:1).*



Figur 11.3.7. *Andel av bestanden før jakt som høstes ved ulike avskytingsstrategier for hjort.*



Figur 11.3.8. *Bestandsstørrelse før og etter jakt i en teoretisk hjortebestand med metabolsk biomasse på 30 000 kg (venstre) eller 1000 vinterdyr (høyre) i forhold til avskytingsstrategi. Kjønnsraten blant voksne individer (1 år og eldre) er i begge bestander 2 kolle pr. bukk etter jakt (2:1).*

www.nina.no

1701

NINA Rapport

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

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

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

ISSN:1504-3312
ISBN: 978-82-426 -3451-1

Norsk institutt for naturforskning
NINA Hovedkontor
Postadresse: Postboks 5685 Torgarden, 7485 Trondheim
Besøks-/leveringsadresse: Høgskoleringen 9, 7034 Trondheim
Telefon: 73 80 14 00, Telefaks: 73 80 14 01
E-post: firmapost@nina.no
Organisasjonsnummer 9500 37 687
http://www.nina.no

NINA

Samarbeid og kunnskap for framtidas miljøløsninger