

Barkgnag av hjort på granskog i Fjaler kommune

Bark stripping by *Cervus elaphus atlanticus* on *Picea abies*
in Fjaler municipality, West Norway

Åsmund Austarheim og Harald Urstad

UNIVERSITETET FOR MILJØ- OG BIOVITENSKAP
INSTITUTT FOR NATURFORVALTNING
MASTEROPPGAVE 30 + 30 STP. 2006



Forord

Denne oppgaven har blitt utarbeidet i forbindelse med prosjektet; ”Kostar hjorten meir enn han smakar”, og er en mastergradsoppgave ved Institutt for Naturforvaltning ved Universitetet for Miljø og Biovitenskap. Prosjektet blir ledet av Bioforsk Vest, Fureneset.

Hjortens innvirkning på skog har blitt et stadig mer omdiskutert tema som følge av store hjortebestander og dermed større konflikter med næringsinteresser i skog og jordbruk. Det var derfor en interessant oppgave for oss som mastergradsstudenter innen skogskjøtsel og med interesse for viltforvaltning.

Vi har hatt mange bidragsyttere som har gitt oss verdifull informasjon og hjelp i forbindelse med oppgaven. Vi vil først og fremst få takke førsteamanuensis Lars Helge Frivold som har vært hovedveileder og førsteamanuensis Vidar Selås som tilleggsveileder. Vi vil også rette en stor takk til Samson Øpstad, Egil Hauge, Magnus Mo, Pål Thorvaldsen, Synnøve Rivedal, Erling Meisingset og Hans F. Lauvstad som er medvirkende i prosjektet ”Kostar hjorten meir enn han smakar” for god tilrettelegging, faglig assistanse samt økonomisk støtte. Ellers vil vi takke alle ved Bioforsk Fureneset der vi bodde under feltarbeidet. Sogn og Fjordane Skogeigarlag ved Dag Aamodt var behjelpelige med å skaffe nødvendige bestandskart og informasjon fra områdetaksten.

Vi vil også takke forsker Tore Skrøppa for hjelp til de statistiske analysene, og alle grunneierne som har stilt sin eiendom til disposisjon for feltregistreringene. Det har også vært mange andre som har bidratt i forbindelse med oppgaven, og vi er takknemmelig for dette. En takk også til Borgar Østerås for korrekturlesning av oppgaven.

Ås, mai 2006

Åsmund Austarheim

Harald Urstad

Innhold

Forord	1
Innhold	2
Sammendrag	4
Abstract	5
1. Innledning.....	6
2. Hjortens adferd	8
2.1. Generelt om hjortens furasjering.....	8
2.2. Hvorfor gnager hjorten bark?	9
3. Materiale og metoder	10
3.1 Områdebeskrivelse	10
3.2 Registreringsmetodikk	11
3.2.1 Utvelging av bestand.....	11
3.2.2 Utvelging av prøveflatene	15
3.2.3 Prøveflateregistreringer.....	16
3.2.4 Registreringer på prøvetrærne	17
3.2.5 Registreringer på bestandsnivå.....	18
3.3 Økologisk analyse	19
3.3.1 Bestandsnivå.....	20
3.3.2 Prøveflatenivå.....	21
3.3.3 Enkelttrenivå	22
3.3.4 Sårstørrelse	23
3.4 Beregninger av økonomisk tap.....	23
3.4.1 Bestandsvise utregninger.....	23
3.4.2 Inntekter fra hjortejakt.....	27
3.4.3 Økonomiske ringvirkninger for Fjaler kommune	29
4. Resultat.....	31
4.1 Skadeomfang.....	31
4.1.1 Bestand med fersk skade	32
4.1.2 Sommerskade og vinterskade	32
4.2 Sammenhenger mellom egenskaper ved bestandet og skadeandel	33
4.2.1 Helningsretning	33
4.3 Egenskaper på prøveflatene og skade	34
4.3.1 Kanteffekt.....	35
4.3.2 Tråkk	35
4.4 Egenskaper hos enkelttrær og skadeomfang	36
4.4.1 Barktykkelse og skadeomfang	36
4.4.2 Diameter og skadeomfang.....	37
4.4.3 Kvistsetting og skadeomfang	38
4.4.4 Sammenfattende modell	41
4.5 Størrelse sår	42
4.5.1 Sårstørrelse i forhold til kvistsetting	42
4.6 Økonomiske beregninger	44

4.6.1 Bestandsnivå.....	44
4.6.2 Økonomiske ringvirkninger for Fjaler kommune	47
5. Diskusjon.....	48
5.1 Omfang av skade.....	48
5.1.1 Hvor gnager hjorten bark?.....	49
5.1.2 Habitatseleksjon – viktigheten av skjul.....	50
5.1.3 Andre forhold	52
5.2 Skade på enkelttrær	53
5.2.1 Barktykkelse og diameter	53
5.2.2 Kvistsetting og skadeandel.....	54
5.2.3 Sårstørrelse	55
5.3 Metode for de økonomiske analysene	56
5.3.1 Bestandsvise analyser.....	56
5.3.2 Inntekter fra hjortejakt.....	58
5.3.3 Økonomiske ringvirkninger for Fjaler kommune	58
5.4 Økonomiske forhold.....	59
5.4.1 Bestandsnivå.....	59
5.4.2 Inntekter fra hjortejakt.....	60
5.4.3 Ringvirkninger for Fjaler kommune	62
5.5 Tiltak for å imøtekomme problemene med beiting på skogen.....	64
5.6 Videre forskning.....	65
6. Konklusjon	66
7. Referanser.....	67
8. Personlige meddelelser.....	73
Vedlegg	74

Sammendrag

Hjort (*Cervus elaphus atlanticus*) er trolig mer tallrik i Norge i dag enn den noen gang har vært. Den store økningen i hjortebestanden skyldes antageligvis en bedre og mer målrettet forvaltning i kombinasjon med bedre levevilkår og mindre konkurranse for hjorten. En stor bestand har skapt konflikter mellom forskjellige næringsinteresser og store utfordringer for forvaltningen. Stadig større skader i forbindelse med hjorten på innmark og skog har vært sentrale problemstillinger som det har vært ønskelig å utrede og begrense. Hovedmålet med denne oppgaven har vært å få en oversikt over økonomiske skader relatert til hjortens beiting på gran (*Picea abies*), og hvilke forhold som kan ha betydning for skadeomfanget.

I løpet av sommeren 2005 ble 38 granbestand, fordelt utover hele Fjaler kommune i Sunnfjord, taksert for skade av hjort. Det ble registrert forskjellige parametere som var tenkt å påvirke hjortens preferanse for å beite på gran på enkelttrenivå, på prøveflater av 50 m², bestandsvis og for lokalområdet. Denne informasjonen ble samlet inn for å kunne regne på de økonomiske konsekvensene av hjort, for å finne hva som skilte de skadde bestandene fra de uskadde og hvordan skadebildet var fordelt over kommunen. Økonomiske effekter ble estimert med kalkyler i Microsoft Excel og de statistiske testene ble utført med hjelp av SAS-JMP 4.0 og MiniTab 14.

Resultatene viste at det var et betydelig økonomisk tap for de fleste registrerte bestandene. For Fjaler kommune derimot var det større inntekter fra hjort enn utgifter i forbindelse med skade på skog. Dette skyldes den moderate avvirkningen i kommunen og den store hjortebestanden som gir grunnlag for en høy beskatning. Skadeintensiteten økte nærmere kysten, med økende helningsgrad og i bestand som var eksponert mot nord og øst. På enkelttrenivå var det først og fremst diameteren på treet, tykkelsen på barken og kvistavstanden som var avgjørende for om treet ble preferert eller ikke av hjorten.

Abstract

Red deer (*Cervus elaphus atlanticus*) are perhaps more abundant in Norway today than ever before. The increase in the red deer population is a result of a better and more systematic management in combination with better biological conditions and less competition for the red deer. A large population has created conflicts between different interests and big challenges for the management. Increasing damage following red deer on crop fields and forest has been central problems desired to investigate and limit. The main goal of this study was to gain an overview of the damage situation and witch effects that are correlated to red deer browsing on Norway spruce (*Picea abies*).

Fjaler municipality in Sunnfjord, West Norway was investigated for damage by red deer during the summer 2005 by investigating 38 spruce-stands distributed over the area. Different parameters thought to affect the preference of red deer browsing on spruce were registered on single trees, 50 m² sample-units and for the local area. The information was sampled to be able to calculate the economic consequences related to red deer, to find what segregated the damaged spruce-stands from the not damaged, and how the damage was distributed over the area. Economic effects were estimated in Microsoft Excel, and the statistical tests were performed with SAS-JMP 4.0 and MiniTab 14.

The results showed a substantial economic loss for most of the registered spruce-stands. But for Fjaler municipality over all there was larger incomes from the red deer than expenses in relation to forest damage. This is a result of the moderate forest harvest in the area and the large red deer population that gives basis for a large harvest of red deer. Damage-intensity increased closer to the coast, with increasing steepness of hills and exposure to North and East. On single-tree level it was first of all the diameter of the trees, the bark-thickness and the length between branches that determined if the tree was browsed or not.

1. Innledning

Hjort (*Cervus elaphus atlanticus*) har antagelig aldri vært mer tallrik i Norge enn i dag (Solheim et al. 2003, Statistisk Sentralbyrå 2005). Siden midten av forrige århundre har hjortebestanden gått fra å være sporadisk forekommende i sentrale strøk av Vestlandet til å utgjøre en stor og godt etablert bestand over det meste av Norge sør for Saltfjellet (Langvatn 1990, Solheim et al. 2003). Det kan være flere årsaker til denne eksplosjonsartede økningen. Et bedre beitegrunnlag, gunstigere klima, bedre forvaltning som følge av større næringsinteresse i hjorten og mindre bestander av naturlige predatorer har blitt sett på som sentrale årsaker (Samdal 2003, Solheim et al. 2003). Hjortens beitevilkår er trolig blitt bedre grunnet mindre bruk av beiteressurser i utmark, og dermed også mindre konkurranse med husdyr. Likevel har et betydelig areal av dyrket mark blitt holdt i hevd, og gir dermed et viktig beitetilskudd i form av næringsrike grasarter. Særlig på våren og høsten gir slik grasmark et bedre beitetilbud enn det som finnes i skogen (Thorvaldsen & Rivedal 2005). I tillegg har det moderne bestandskogbruket sørget for bedre skjul og en merproduksjon av preferert føde gjennom et økende tilbud av høyproduktive hogstflater (Mysterud et al. 2002). På denne måten har menneskelig aktivitet forbedret hjortens livsvilkår. Samtidig har det vært en mer målrettet og bevisst forvaltning av hjortebestandene i form av kontrollert og rettet avskyting, som har bidratt til å fremskynde økningen i bestanden.

Økningen i hjortebestanden har ikke bare vært positiv, i form av jakt og rekreasjonsopplevelser, den har også ført til nye problemstillinger. Hjorten er en verdifull utmarksressurs, men det er også skogen den lever i, og det skaper fort konflikter mellom forskjellige interesser når hjortebestandene blir store (Samdal 2003). Hjorten utfører skade på ungsbogen i form av at den beiter på skudd og feier gevir, mens den kan gjøre skade på eldre trær i form av barkgnag (Hauge 1993). Jegerne på sin side vil gjerne ha store bestand av hjort for jakt, og mange grunneiere kan tjene på en stor hjortebestand fordi de ikke har verdifull skog som kan bli skadet eller ikke opplever stort beitetrykk på sin eiendom. Å få til en god likevekt mellom de forskjellige interessene har vist seg å være vanskelig, men det er nok her nøkkelen til en bærekraftig utmarksforvaltning med aksept hos allmennheten ligger (Samdal 2003).

I enkelte områder har hjortebestanden vært større enn hva som regnes som bærekraftig, og dette har resultert i lavere slaktevekter, noe som igjen kan påvirke fruktbarheten til kollene og kalvingstidspunktet (Samdal 2003, Solheim et al. 2003). Hjortens bruk av områdene den lever i varierer med flere underliggende faktorer som styrer dens atferd. Tilgangen på mat er naturlig nok en viktig faktor, men til forskjellige tider av året og ved spesielle anledninger kan andre forhold spille en minst like viktig rolle. Forhold som ly for vær og vind, brunst, kalving og skjul ved hvile og forflytning vil påvirke hjortens preferanser for et område ved ett gitt tidspunkt (Samdal 2003).

Hjortens innvirkning på miljøet har vært grunnlag for flere undersøkelser de siste tiårene, spesielt på Vestlandet hvor konfliktene er størst. Hauge (1987 og 1993) undersøkte skader på skog av hjort på Vestlandet, og fant at omfanget var alvorlig og at videre forskning var nødvendig. Veiberg og Pettersen (2000) utviklet en metodikk for registrering og taksering av hjorteskader på gran (*Picea abies*) i hogstklasse 3 og 4. Faren for råte etter hjortegneg på gran ble undersøkt av Veiberg og Solheim (2000) i Sunnfjord. En rekke prosjekter har sett dagens lys som følge av den stadig økende viten om omfanget av hjortens innvirkning på skog og innmark. Sogn og Fjordane Skogselskap var initiativtaker for et hjorteskadeprosjekt på slutten av 1990-tallet på grunn av det økende skadeomfanget på innmark og skog (Veiberg 2001). Måltrettet hjorteforvaltning var et annet prosjekt som ble startet opp i 2004 av skogeierforbundet sentralt med tre delprosjekter hvor man ønsket en bedre forvaltning av hjort. Et merkeprosjekt for Sunnfjord og Ytre Sogn ble etablert i 2005 som et samarbeid mellom grunneierne og den offentlige viltforvaltningen i området. Målet her er å få en bedre forståelse for områdebruken til hjorten.

Et av de mest sentrale prosjektene som fortsatt pågår, er ”Kostar hjorten meir enn han smakar” i regi av Bioforsk Vest, Fureneset. I samarbeid med blant andre Norsk Hjortesenter, Sogn og Fjordane Skogeigarlag, Fylkesmannen i Sogn og Fjordane og Fylkesmannen sin miljøvernavdeling i Hordaland har dette prosjektet som mål å øke kunnskapen om hjortens ringvirkninger. En sentral målsetning er å utvikle metoder for å beregne økonomiske konsekvenser av hjortestammen. Prosjektet startet opp i 2003 og det er i forbindelse med dette prosjektet at denne oppgaven har blitt realisert.

Den siste tidens utfordringer for forvaltningen av hjortebestanden på Vestlandet har skapt mange ubesvarte spørsmål. Målet med denne oppgaven var å se på problemstillingene rundt hjortens innvirkning på skogbruket med relasjon til Fjaler kommune i Sunnfjord. Vi ønsket å se hvor omfattende skadebildet var over et større område, hva som skilte de skadde bestandene fra de uskadde, hvor stor andel av de registrerte bestandene som hadde skade, og hvor store tap skadene representerte bestandsvis og for kommunen. Barkgnag har vært sett på som den mest alvorlige skadeformen på trærne (Hauge 1993). Gran er det treslaget med størst økonomisk betydning i skogbruket, og det var hensiktsmessig å utføre undersøkelsene på det mest kritiske stadiet i omløpet med tanke på barkgnag. Derfor ble det gjort undersøkelser på gran i hogstklasse 3 som sammen med gran i hogstklasse 4 er mest utsatt for slik skade (Veiberg og Pettersen 2000).

2. Hjortens adferd

2.1. Generelt om hjortens furasjering

Teorier som omhandler optimal furasjering predikerer at planteetere bør velge ut de plantene, vekststadier og plantedeler som har høyest fordøyelighet og/eller næringsverdi innen beiteområdet til et gitt tidspunkt. Særlig innholdet av fordøyelig protein er et viktig seleksjonskriterium (Langvatn & Hanley 1993). Derfor må dyrene tilpasse seg og variere matinntaket etter variasjon i vegetasjonen i forskjellige habitat for å optimalisere dietten (Langvatn 1994). Planter blir mer næringsrike med økende breddegrad (mot nord), økende høyde over havet og med økende avstand fra kyst (Jordan 1971), og næringsverdien kan også variere med ulike fenologiske stadier (Albon & Langvatn 1992). I tempererte og subarktiske områder må herbivorene tilpasse seg sesongmessige forskjeller i tilgjengelig føde, og dette uttrykkes gjennom variasjoner i metabolsk rate, matinntak, vekst, kondisjon og reproduksjon gjennom året (Langvatn 1994). Variasjon i næringsverdier om våren og sommeren vil påvirke vekst og kroppsstørrelse i større grad enn variasjon vinterstid, da dyrene i utgangspunktet er innstilt på å overleve, og mindre på vekst og utvikling (Langvatn 1990, Langvatn 1994). Dyrene er mindre aktive om vinteren og trenger ikke så mye næringsinntak som om sommeren. Det er naturlig å tro at hjorten vinterstid først og fremst prioriterer ly for vær og vind for å overleve, og med et nedsatt aktivitetsnivå vil den derfor beite på det som er tilgjengelig uten for store kostnader. Bark er

dermed et naturlig valg vinterstid, ettersom den oppholder seg i skog hvor den er mindre eksponert for snø og vind, og med lite alternativ føde. Stående biomasse og produksjon av urter og lyng avtar kraftig når lystilgangen avtar (Nabuurs 1996).

Sommerstid påvirkes hjorten som sagt i større grad av variasjon i næringsverdi hos vegetasjonen, og selekterer derfor habitatvalg mer etter dette (Albon & Langvatn 1992). Næringskvaliteten på vegetasjonen avtar utover vekstsesongen, men til hvilket tidspunkt vekstsesongen inntreffer, varierer med avstand fra kyst og høyde over havet (Langvatn 1990, Albon & Langvatn 1992, Langvatn 1994). Siden vekstsesongen kommer senere i gang lenger innover og oppover i landet, vil hjorten med fordel forflytte seg etter dette. På den måten nyttiggjør hjorten seg et større spekter av variasjonen og optimaliserer inntaket av næring. Likevel er det store individuelle forskjeller i vandringsmønsteret. Albon & Langvatn (1992) forklarer dette med at vandring ikke nødvendigvis innebærer en stor fitnessøkning, særlig ikke for hunndyrene. Lange vandringer kan være fysisk krevende og det kan føre til større dødelighet som følge av ulykker.

2.2. Hvorfor gnager hjorten bark?

Hovedtyngden av barkskader opptrer på sen vinteren og tidlig på våren. I denne perioden er matressursene til hjorten på sitt laveste både i kvantitet og kvalitet (McIntyre 1972). Den mest opplagte grunnen til at hjorten gnager bark er dermed at tilgangen på alternativt føde er for liten, men denne teorien gir ikke en fullgod forklaring (McIntyre 1972, Hauge 1987, 1993, Veiberg 2000). Skader opptrer ofte i barmarksperioden da tilgangen på alternativ føde er god, og ofte kan barkskrellingen være sporadisk og ikke bære preg av å være reine næringsgnag (Veiberg 2000). Mens andre ganger kan skadene være svært systematiske og omfattende. Særlig tynnbarket tømmer av furu blir ofte helt rensket når det ligger på velteplassen (Meisingset 2003, Pers. medd. M. Mo). McIntyre (1972) mener at barkskrelling en del av den naturlige beiteadferden, og hjorten kan ha mange spesifikke grunner for å gnage bark:

- Bark inneholder viktige sporstoff, vitaminer, alkaloider og garvestoff.
- Høyt lignininnhold i bark kan virke regulerende på vomfunksjonen. Særlig i perioder med store endringer i dietten eller ved stort inntak av lettfordøyelig føde kan denne effekten være viktig.

- Bark har et høyt vanninnhold. I perioder der vann er lite tilgjengelig, for eksempel i lengre perioder med streng kulde, kan bark være en viktig kilde til vann.
- I perioder på året kan tilgangen på alternativ føde være så liten eller av så dårlig næringskvalitet at bark vil være det beste alternativet.
- Barkskrelling kan være en stressrespons som følge av menneskelige forstyrrelser.
- Enkelte dyr har spesialisert seg på å gnage bark, og disse kan lære denne atferden videre til andre.

Bark i dietten kan således ha flere nyttige funksjoner for hjorten, men mangel på alternativt føde blir trukket frem som den viktigste årsaken (McIntyre 1972, Veiberg 2000).

3. Materiale og metoder

3.1 Områdebeskrivelse

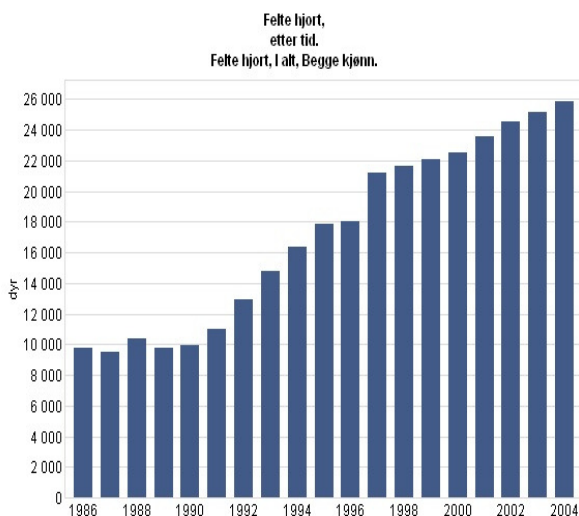
Utselgelse av registreringsområde var i utgangspunktet begrenset til områder med forekomster av hjort og betydelig skade på granskog. Fjaler kommune ble sett på som et aktuelt område etter samtaler med sentrale personer innen tidligere og pågående hjorteprosjekt. Fjaler er en kystkommune i Sunnfjord i Sogn og Fjordane, og registreringene ble utført med formål å dekke hele kommunen. Kommunen har stor variasjon i topografiske og klimatiske forhold siden den strekker seg fra kysten og innover i landet. Nedbørsmengdene er store og varierer mellom 2000 mm i de ytre strøkene og 3000 mm i de indre delene av kommunen (DNMI u. å.). De ytre deler av kommunen har et utpreget kystklima med milde vintre og lite snø, mens det lenger inne kan forekomme større snømengder. Kommunesenteret Dale ligger på 61° 22" N, 5° 23" Ø.

Vegetasjonen er tydelig påvirket av klimaet i de ulike delene av kommunen. Skogforholdene i de ytre deler er i hovedsak dominert av glissen furuskog (*Pinus sylvestris*) med innslag av plantede bestand av sitkagran (*Picea sitchensis*). Det finnes nesten ingen bestand av vanlig gran der og dermed ble det ikke gjort registreringer lengst vest i kommunen. Lenger innover i kommunen er det derimot gunstige forhold for grana, med et mildt fjordklima. Her er det stort sett god dekning med gran, som kommer av stor skogreisning på siste halvdel av 1900-tallet. Naturlig forekomster

av gran finnes ikke i dette området. Alle granbestandene er plantet og er relativt små i areal. Bare 11 av de 38 bestandene som ble registrert var større enn 15 daa, og ti bestand var mindre enn 5 daa. Slike små bestand er vanlig på store deler av Vestlandet, og må sies å være typisk for skogbildet som er skapt etter en tid med stor tilplantning. Generelt for det meste av skogen som ble undersøkt, er gode vekstforhold med en hovedtyngde av blåbærskog (*Eu – Piceetum myrtilletosum*). Det er ellers mye lauvskog og litt furuskog i kommunen, med lauvskog som dominerende. Dette skyldes nok flere faktorer, med økt gjengroing av gamle beitearealer og mindre bruk av utmarka som viktige årsaker.

Mange av de forannevnte faktorene er trolig med på å begunstige hjortens forutsetninger for å kunne overleve i kommunen, og er antageligvis delaktig i de store bestandene av hjort som er etablert i dag (Fig. 1) (Samdal 2003, Solheim et al. 2003).

a)



b)

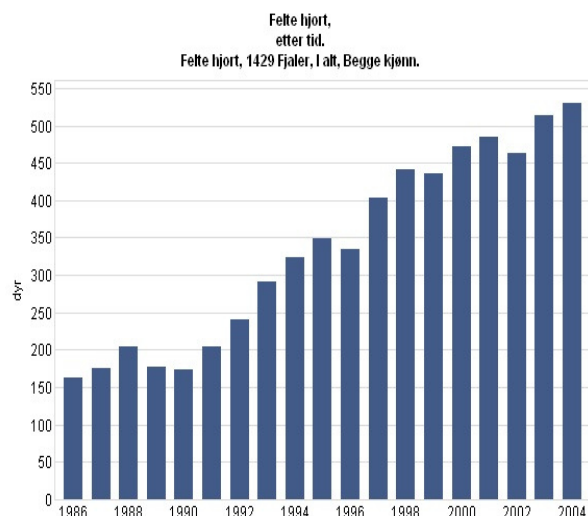


Fig. 1. Antall felte hjort i perioden 1986-2004. a) Norge og b) Fjaler kommune (SSB u.å.).

3.2 Registreringsmetodikk

3.2.1 Utvelging av bestand

Vi ønsket å se hvor omfattende skadebildet var over et større område, derfor var det ønskelig at de bestandene som skulle registreres var jevnt fordelt utover hele kommunen. For å kunne si noe

om fordelingen av skadeomfanget i forskjellige deler av kommunen var det viktig at utvalget ble gjort tilfeldig. Til å gjøre dette ble det brukt kart (M=1:20000) som var utarbeidet i forbindelse med områdetaksten som Sogn og Fjordane skogeigarlag utførte i 1998/99, hvor granbestand i Hkl 3 og 4 var tegnet inn med to ulike farger. Selve utvelgingen ble gjennomført ved å legge ut et rutenett med et forband på 3x3 km over hele kommunen. Det første hjørnepunktet på rutenettet ble plassert tilfeldig utenfor kommunen og resten av kryssningspunktene fulgte forbandet ut i fra dette. Det bestandet i Hkl 3 som kom nærmest hvert kryss i rutenettet ble så plukket ut, og utgjorde det utvalgte bestandet. Etter samtaler med sentrale personer (Magnus Mo, Hans Fredrik Lauvstad og Egil Hauge) i det pågående hjorteskadeprojektet fant vi det mest hensiktsmessig å registrere skadeomfanget i Hkl 3, da det er i dette stadiet av skogens omløpstid barkskader oftest opptrer. For ikke å få overlapping av de forskjellige sektorene, ble det satt en ytre radius på 1,5 km fra sentrum hvor det aktuelle bestandet skulle ligge innenfor. Dersom det ikke var noe aktuelt bestand innenfor sirkelen ble det ikke registrert noe i dette kryssningspunktet (Fig. 2).

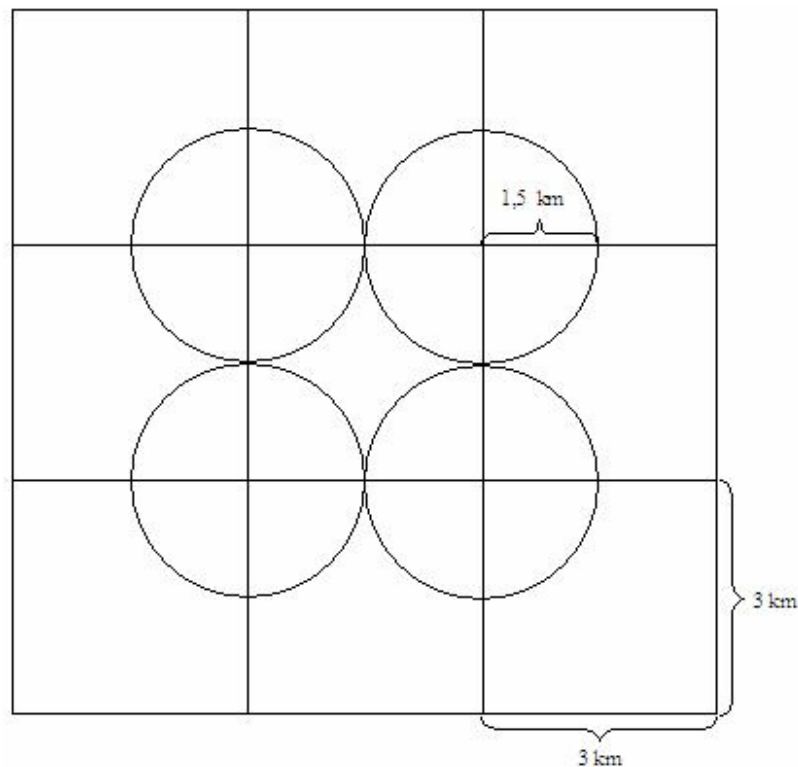


Fig. 2. Skisse for utvelging av bestand. Kryssningspunktene danner utgangspunktet for hver sirkel. Det bestandet i Hkl. 3 som var nærmest sentrum ble plukket ut, dersom det ikke var noe aktuelt bestand innenfor sirkelen ble det ikke gjort noen registreringer i dette området.

Totalt ble 42 bestand plukket ut som registreringsområder. Fire av disse ble ikke brukt i det videre arbeidet på grunn av feil treslag. Registreringen skulle utføres i bestand av vanlig gran. I de vestligste delene av kommunen er det utelukkende sitkagran som er blitt plantet. Totalt ble 38 bestand registrert (Fig. 3).

Det kunne vært ønskelig å registrere med en tettere dekning av kommunen og dermed fått en større nøyaktighet. Innenfor tidsrammene på feltarbeidet var ikke dette mulig. Det ble utført registreringer i alle områder med granskog over hele kommunen. Eventuelle variasjoner på landskapsnivå burde bli fanget opp med denne metoden.

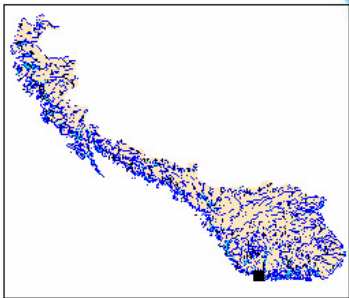


Fig. 3. Utvalgte bestand for feltregistreringene i Fjaler kommune. Lite kart indikerer beliggenheten av kommunen (Kartgrunnlag fra www.gulesider.no).

3.2.2 Utvelging av prøveflatene

Metodikken til Veiberg og Pettersen (2000) ble brukt som utgangspunkt for prøveflateregistreringene innen hvert bestand. For å kunne få en dekning som var god nok, og registreringer med samme nøyaktighet innen de forskjellige bestandene, måtte prøveflatene legges tettere i mindre bestand for å kunne operere med en middelfeil på 5% nivå i alle bestand (Tabell 1).

Tabell 1. For å operere med en middelfeil på 5 % i alle bestand, ble det registrert en relativt større andel i små bestand. Dette gjorde at også forbandet mellom prøveflatene ble mindre med synkende bestandstørrelse. Ved bestandstørrelse mindre enn 2 daa ble det utført en totaltakst.

Bestandstørrelse (daa)	Del av bestandet som bør registreres (%) for 5% middelfeil	Forband (Meter)
<2	100 (totalregistrering)	
2-5	12-16	22,5x22,5
5-10	8-12	25x25
10-15	5-8	35x35
>15	2-5	50x50

I bestand under 2 daa ble det utført en totaltakst, det vil si at alle trær ble registrert, og dette ble gjort ved at alle trærne ble merket etter at de var talt for å holde kontroll på registreringene. Totaltakstene kom som et resultat av at deler av større bestand var hugget eller ikke egnet seg for registreringene, og et nytt areal måtte derfor estimeres. For å gjøre dette ble yttergrensene i bestandet målt opp med et 50 meter målebånd.

For at utvalget av prøveflater skulle være representativt var det viktig at flatene var plassert slik at variasjon innen bestandet ble registrert. Den første prøveflata i bestandet ble valgt ut ved at vi gikk 10 meter inn mot sentrum av bestandet fra fallende kant. Avstanden mellom flatene ble bestemt ut i fra bestandstørrelsen (Tabell 1) og dermed lengden på forbandet. Vi brukte bestandskart på økonomisk kartverk-grunnlag (ØK 1:5000) og kompass til å stikke ut kursen til neste flate, og fortsatte slik gjennom hele bestandet. Dette sikret at prøveflatene ble jevnt fordelt

og at forbandet ble fulgt i alle retninger. Til å bestemme avstanden ble det skrittet opp meter og korrigert for store forskjeller i helningsgrad. Forskjellene ble korrigert ved å legge til ekstra meter der helningen var stor og gjorde utslag på forbandet. Flater som falt på veg, myr, impediment og lignende ble flyttet langs takseringslinja til en egnet lokalitet slik at den kunne være representativ (Veiberg & Pettersen 2000). Det viste seg å være vanskelig å følge forbandet og retningen mellom flatene til enhver tid, men retningslinjene sikret likevel at flatene ble objektivt utvalgt, og dekket mye av variasjonen innen bestandet både geografisk og økologisk. Antall prøveflater per bestand varierte fra 4 til 47 avhengig av størrelse og form på bestandet. Gjennomsnittlig ble det lagt ut 13 prøveflater per bestand. Mindre bestand hadde mindre prøveflateforband enn store bestand (Tabell 1). Registreringsprosenten varierte i fra 2 til 15% av arealet i de 36 bestandene der taksten ble utført ved hjelp av prøveflater

3.2.3 Prøveflateregistreringer

Vedlegg 1 viser skjema for registreringer på prøveflatene. Flata ble målt opp med 3,99 stanga. Ved å slå en sirkel med denne får man et flateareal på 50 m^2 (Fitje 1989). Dette ga dermed treantallet for 5% av ett daa og kan lett omregnes til treantall pr. daa og dermed et uttrykk for tretettheten. Det ble kun registrert fremtidsstrær av betydning for skogeieren, og det ble fastsatt at understendere mindre enn $2/3$ av middelhøyden ikke ble registrert. Dette fordi understanderene er av liten betydning for den videre bestandsutviklingen, og de vil mest sannsynlig gå ut i selvtynning. Store trær ($h > 2/3$ av middelhøyden) av *furu* og *lauv* ble også talt opp.

Vi registrerte skadeomfang ved å telle *antall skadde* og *uskadde trær* innen flata. For at et tre kunne registreres som skadd, var det et minstekrav om sårbredde på mer enn 5 cm i diameter, og at skaden hadde gått igjennom kambiet på treet (Veiberg og Pettersen 2000, Veiberg og Solheim 2000). Trær med mindre skader ble registrert som *lett skadd*, siden disse antageligvis ikke ville ha noen økonomisk betydning og derfor kunne skilles ut ved slike analyser. Lett skadde trær kunne likevel ha interesse ved sammenligninger av økologiske faktorer, og ble derfor registrert. Ved de økonomiske beregningene ble de lett skadde trærne behandlet som om de var uskadd. På hver prøveflate ble det også plukket ut prøvetrær for detaljregistreringer på enkelttrær. For å få et tilfeldig utvalg ble tre nr. 5 som ble talt opp med 3,99-stanga brukt som prøvetre. På flater med

både skadde og uskadde trær ble det valgt ut ett uskadd og ett skadd prøvetre. Vi registrerte da først tre nr. 5 og telte 5 trær videre, hvis dette var av samme karakter som det første, fortsatte vi helt til vi hadde ett skadd og ett uskadd.

Det var også av interesse å kunne si noe om vegetasjonsforholdene i bestandet. Vegetasjonen kan fungere som føde for hjorten, og dekningsgraden gjenspeiler særlig tettheten på kronetaket og innstrålingen i skogen. Dekningsgrad av busker, aktuelle vinterbeiteplanter og bunnvegetasjon ble registrert. Følgende arter ble registrert som aktuelle vinterbeiteplanter: Røsslyng (*Calluna vulgaris*), blåbærlyng (*Vaccinium myrtillus*), tyttebærlyng (*Vaccinium vitis-idaea*), lav (*Cladonia* spp.), ask (*Fraxinus excelsior*), selje/vier (*Salix* spp.), smyle (*Deschampsia flexuosa*), einer (*Juniperus communis*) og starr (*Carex* spp.) (Meisingset 2002). Registrering av beiteplanter og bunnvegetasjon ble gjort i ei rute på 1 m² i senter av hver prøveflate som prosentvis dekning. På denne måten ble det dannet et bilde av hvor mye egnet vinterbeite det var på de forskjellige lokalitetene. Dekningsprosenten av busker ble estimert i prosent av hele prøveflata.

Det kunne være interessant å se om det var noen sammenheng mellom trekkruiter og skadeomfang, eller om det var mer skade lokalisert i tilknytning til hjortens bevegelsesmønster. Tråkk av hjort ble derfor registrert som ”tråkk” eller ”ikke tråkk” innenfor prøveflata.

3.2.4 Registreringer på prøvetrærne

Vedlegg 2 viser skjema for registreringer på prøvetrærne. Hvert prøvetre ble klavet i brysthøyde (1,3 m over bakkenivå) for å finne diameter. Barktykkelsen ble målt i brysthøyde som enkel barktykkelse i mm ved hjelp av en barkmåler. For å unngå systematiske feil ble diameteren og barktykkelsen målt 90° på sentrum av flata for alle prøvetrærne. Kvist og kvistsetting ble målt på tre forskjellige måter. Dette var registrering av kvisttykkelse, kvistavstand og kvisttype. Kvisttykkelse ble målt som diameteren på kvisten inn mot stammen, og ble helhetsvurdert med om gjennomsnittet var større eller mindre enn 1,5 cm for all kvisten under 2 meter fra midlere bakkenivå. Kvistavstand ble målt som lengste avstand mellom to kvistkranser i intervallet 0,5 og 2 meter over midlere bakkenivå. Kvisttype var et mål på om kvisten var frisk, tørr eller rått, og

ble vurdert visuelt. Grunnen til at kvisten ble målt i intervallet 0,5-2 meter fra midlere bakkenivå var at det er her hjorten har mulighet til å gjøre skade på trærne i form av gnag.

På de skadde trærne registrerte vi også alder på skaden, om treet var skadet i flere omganger og størrelsen på skaden. Alderen på skaden var vanskelig å bestemme i felt, og det ble derfor kun registrert om skaden var eldre eller ferskere enn ett år, og oppført som henholdsvis *gammel* og *fersk* skade. Hvis det var mer enn ett gnag på treet ble dette registrert som *skadd i flere omganger*. *Størrelsen* på skaden ble registrert ved at både *bredde* og *lengde* på såret ble målt i cm, og i de tilfeller det var flere gnag på det samme treet ble det største brukt som mål for sårstørrelse.

3.2.5 Registreringer på bestandsnivå

Vedlegg 3 viser skjema for skildring av bestand. Det var ønskelig å få registrert en del parametere på bestandsnivå som kunne være med å fortelle litt om hva som kjennetegner de skadde og de uskadde bestandene. Her ble det tatt med en del merknader over spesielle forekomster eller karakteristikk som ble observert i de forskjellige bestandene.

Avstand til dyrket mark ble registrert i felt der det var mulig, og ellers på kart. Kart ble også brukt til å finne *høyde over havet*, *eksponering* og *helningsgrad*. Tilgrensende områder ble observert i felt og registrert som skogtype eller marktype. *Vegetasjonstypen* ble bestemt ut i fra en analyse av forekommende arter i felt og normerte vegetasjonsgrupper. Der det var problematisk å finne gode karakteristikk innad i bestandet, undersøkte vi vegetasjon i de tilgrensende områdene for å bestemme vegetasjonstypen. *Bestandsarealet* var registrert i områdetaksten til Sogn og Fjordane skogeigarlag, og disse arealene er brukt i oppgaven. Skildring av terrenget ble gjort etter *helningsgrad i %*, fremkommelighet og andre særpreg ved terrenget, og kommentert på bestandsnivå. Dette ble også tatt i betraktning ved vurdering av driftsforhold. *Driftsforholdene* ble skjønnsmessig registrert som muligheten for å drive helmekanisert, motormanuell eller taubanedrift. Det ble også registrert hvor lang driftsveglengden var i terrenget og/eller på skogsveg frem til bilveg.

Kvalitets sammensetningen ble skjønnsmessig vurdert ut i fra hvordan bestandet var med tanke på kvist, krok og andre kvalitetskrav og klassifisert som lav, middels og høy. For å forsterke målingene ble det også tatt hensyn til erfaringstall fra området ved beregning av skurandel, driftsforhold og driftskostnader. Bonitet og alder ble registrert i områdetaksten i 1998/1999. Målingene av høyde og alder ble dermed bare utført for å kontrollere nøyaktigheten av disse dataene. *Høyde* ble registrert fra stubbeavskjær på de dominerende trærne ved hjelp av måleinstrumentet Vertex. *Alder* ble målt på dominerende trær med et tilvekstbor hvor antall årringer i brysthøyde ble talt. All skogen som ble registrert var tilplantet, og derfor ensformig i alder, slik at alder bare ble registrert på ett til to trær i bestandet.

I de bestandene det var forekomster av skade kunne det være av interesse om det var *vinter- eller sommerskade*. Ut i fra karakteristikken på barkskrellingen var det mulig å se om skaden var påført trærne vinter- eller sommerstid. Barkskrelling om sommeren resulterer ofte i lange, reine sår, mens vinterskadene ofte bærer preg av at barken må gnages av, og derfor ofte har rester av bark i såret, er mer runde og at det ofte er tannmerker etter hjorten (Veiberg & Pettersen 2000). Det var derimot vanskelig å si noe om dette på annet enn ferske skader, og det ble derfor bare registrert forekomster av sommerskade som en merknad på bestandsnivå der dette forekom.

3.3 Økologisk analyse

I den økologiske analysen ble SAS-JMP 4.0 ble brukt til regresjonsanalysene, mens Minitab 14 ble brukt til de øvrige statistiske analysene. Analysene ble utført på tre hovednivåer, bestand, prøveflate og enkelttrær. I forkant av de multiplle regresjonsanalysene ble korrelasjonen mellom forklaringsvariablene undersøkt (Vedlegg 4). Dette ble gjort for å få en bedre oversikt over materialet, og en bedre forståelse av resultatene.

Skadeandelen strekker seg på en skala fra 0-1, og kan naturlig nok aldri komme utenfor dette intervallet. Variansen rundt ytterpunktene vil dermed være lik null. For å gjøre denne fordelingen bredere og bedre egnet for statistisk analyse ble det forsøkt med en arcussinus-transformasjon av skadeandelen. Transformasjonen viste svært små forskjeller i fordelingen, og det ble derfor

besluttet at de videre testene skulle basere seg på det ikke-transformerte andelstallet. Dette tallet er mer forklarende og lettere å forstå for folk flest.

For å få en oversikt over variasjonen i skadeandelen innen og mellom bestandene ble det utført enveis variansanalyse (ANOVA unstacked), der både bestand og prøveflater innen bestand ble satt til å være tilfeldige effekter. I bestand nummer 24 og 33 ble det utført totaltakst, og de to bestandene ble utelatt fra analysen. Varianskomponenten for prøveflatene ble direkte estimert fra middelkvadrat for feilen, $MS(error)$. Variansen mellom bestandene ble estimert fra formelen: $Var(bestand) = (MS(bestand) - MS(error))/k$. Konstanten k er bestemt som et veiet middeltall for antall prøveflater i bestandet etter en formel gitt av Montgomery (2001).

Andel fersk skade ble sammenlignet med bestandsalder og diameter i brysthøyde. Materialet ble testet mot bestandsalder og gjennomsnittsdiameter for bestandet med multiippel regresjonsanalyse.

3.3.1 Bestandsnivå

En multiippel regresjonsanalyse for den gjennomsnittlige skadeandelen for hvert bestand ble utført i SAS-JMP. Følgende forklaringsvariable ble forsøkt: antall store lauvtrær, dekning av lauv (busk), antallet furu, dekning av beiteplanter, dekning av bunnvegetasjon, dekningsgrad av tråkk, avstand fulldyrket mark, avstand overflatedyrket mark, avstand fra kysten, brysthøydealder, bonitet, helningsgrad, høyde over havet for bestandsmiddel og høyde over havet for nedre kant av bestandet. For å få modellen signifikant ble forklaringsvariablene som ikke gav signifikante bidrag tatt ut av modellen ved hjelp av baklengs eliminasjon. Akaike Information Criteria (AIC-verdien) (Burnham & Anderson 1998) var også med som et testkriterium. Denne verdien er fornuftig å se på dersom det er svært mange forklaringsvariable som gir signifikante bidrag. Generelt blir modellen med lavest AIC-verdi betraktet som den med høyest forklaringsgrad. Et viktig mål i en regresjonsmodell er å få størst mulig forklaringsgrad ved hjelp av færrest mulig variable. For at en ekstra forklaringsvariabel skal tas med i modellen må denne redusere AIC-verdien med minst 2,0 (Burnham & Anderson 1998).

Helningsretningen sin påvirkning på skadebildet ble testet med enveis variansanalyse (ANOVA unstacked) med helningsretning som klassevariabel og skadeandel for bestandene i hver gruppe som respons. Det ble undersøkt at det ikke var stor korrelasjon mellom helningsretningen og forklaringsvariablene som gav signifikante bidrag i regresjonsanalysen (Vedlegg 4).

Helningsretningen ble delt inn i 8 kategorier: N = nord, NØ = nordøst, Ø = øst, SØ = sørøst, S = sør, SV = sørvest, V = vest, NV = nordvest. Med åtte klasser ble antall observasjoner i hver gruppe svært lite. Det ble dermed forsøkt å gruppere bestandene i to klasser (N, NØ og Ø) og (S, SV og V). Denne inndelingen ble valgt ut fra data om frekvensfordeling av vindretning og vindstyrke (Vedlegg 7, DNMI Klimaavdelingen u. å.). Skadeandelen for disse to kategoriene ble testet mot hverandre med en uparet t-test. Kategoriene NV og SØ ble utelatt siden disse lå i grenseland mellom de to hovedkategoriene og var vanskelig å klassifisere ut fra vinddataene.

3.3.2 Prøveflatenivå

Skadebildet var tydelig ujevnt fordelt i bestandene. For å få mer nøyaktige data enn de som ble gitt av regresjonen med bestandsvise gjennomsnitt, ble det utført en nominal logistisk regresjon på prøveflatenivå med de aktuelle variablene. Logistisk regresjon ble valgt på grunn av mangelfull normalfordeling hos residualene ved vanlig regresjon. Regresjonen ble testet med Likelihood Ratio Test. Skadd og ikke skadd ble brukt som responsvariable, og følgende forklaringsvariable ble testet: Antall trær på prøveflatene, dekning bunnvegetasjon, dekning beiteplanter, dekning lauv (busk), antall lauv (store trær) og antall furu. Bestandsnummer var med som tilfeldig effekt. Variablene som ikke gav signifikante bidrag ble fjernet med baklengs eliminasjon.

Kanteffekten ble undersøkt ved å se om det var større skadeandel på flatene som lå i bestandskanten enn de som falt lenger inne i bestandet. For å fastslå om det var signifikante forskjeller ble det utført en uparet t-test mellom skadeandelen på flatene i de to kategoriene.

For å teste om det var sammenheng mellom lokaliteter hjorten trekker eller oppholder seg i, ble det gjort en uparet t-test mellom skadeandelen på prøveflater der det ble registrert tråkk og der det ikke ble registrert tråkk.

3.3.3 Enkelttrenivå

Det ble testet om hjorten foretrekker enkelte trær fremfor andre.

Siden prøvetrærne var plukket ut tilfeldig, vil en sammenligning av antall skadde og uskadde trær innen samme kategori gi et bilde på dette. Enkel lineær regresjon ble brukt for å teste effekten av barktykkelse og brysthøydiameter. For diameter var 5 cm diameterklasser forklaringsvariabel og andelen skadde trær i hver klasse var respons. Samme fremgangsmåte ble brukt for å analysere sammenhengen mellom barktykkelse og skadeomfang med en klasse for hver millimeter barktykkelse.

For kvistsettingen ble det brukt toveis kji-kvadrat. Det ble utført en test for kviststørrelse (kl 1 < 1,5 cm < kl 2) og en for kvisttype (frisk, tørr, rått). Antall skadde og uskadde trær var kolonnevariable og kviststørrelse og kvisttype var radvariable. Videre ble den samvirkende effekten av de to kategoriene presentert i figur ved å kombinere de kategoriske variablene kvisttype og kvistdiameterklasse 1 og 2. Til sammen ble det seks klasser: F1 = frisk kvist < 1,5 cm, F2 = frisk kvist > 1,5 cm, T1 = tørr kvist < 1,5 cm, T2 = tørr kvist > 1,5 cm, R1 = rått kvist < 1,5 cm, R2 = rått kvist > 1,5 cm. Effekten av avstanden mellom kvistkransene ble undersøkt med regresjon mellom kvistavstanden i 5 cm klasser og andelen skadde trær i hver kvistavstandsklasse som responsvariabel. Klasse 1 = 10-15 cm, klasse 2 = 15-20 cm og så videre. Fra 50 cm kvistavstand og oppover var det svært få observasjoner, så disse ble samlet i klasse 9. Polynomial regresjon av andre grad ble brukt for å få god tilpasning. Til å forklare hvorfor regresjonen måtte bli kvadratisk ble det forsøkt å sammenligne kvistavstanden med diameteren på trærne gjennom en lineær regresjon. Dette ble gjort siden diameteren viste seg å være av stor betydning for skadeomfanget.

Logistisk regresjon ble brukt for å teste hvilke faktorer som hadde størst betydning for trær som ble beitet. Diameter i brysthøyde, tykkelsen på bark, avstand mellom kvistkransene og kvistklasse ble brukt som forklaringsvariabler. Bestandsnummer var med som tilfeldig effekt i regresjonen. Kvistklasse ble tatt med selv om det er en nominal verdi, men den har bare to utfall. Kvisttype ble ikke tatt med siden det er en nominal verdi med tre mulige utfall, noe som ikke passer godt inn i en regresjonsmodell. Modellen ble gjort signifikant med baklengs eliminasjon.

3.3.4 Sårstørrelse

Sammenhengen mellom sårstørrelse og kvistklasse ble testet med enveis variansanalyse (ANOVA unstacked) mellom sårbredde hos de skadde prøvetrærne i de seks kombinerte kvistklassene. Det samme ble gjort med sårlengden. Videre ble det også forsøkt å gruppere materialet i to ($<1,5$ cm) og i tre klasser (frisk, tørr og rått). Effekten av kvistavstand, barktykkelse og diameter i brysthøyde på sår-bredde og lengde ble forsøkt testet med multippel regresjonsanalyse med baklengs eliminasjon. Bestandsnummer var med som tilfeldig variabel. Logaritmisk transformasjon av responsvariablene måtte til for å få residualene normalfordelt. For sårlengde gikk det greit, men ikke for sårbredde (Shapiro-Wiik W. test: $W = 0,967$, $P < 0,001$). Dette kan føre til feil i modellen siden variansen da vil ligge skjevt fordelt rundt middelerdien (Montgomery et al. 2001). Likevel ble det forsøkt å kjøre regresjon på begge responsvariablene.

3.4 Beregninger av økonomisk tap

Til de økonomiske beregningene ble metodikken for registrering og taksering av hjorteskader på gran i Hkl 3 og 4 til Veiberg & Pettersen (2000) brukt som utgangspunkt. Det økonomiske tapet hjorteskadene representerte ble regnet ut for hvert bestand med noen grove retningslinjer.

Utgangspunktet var normal produksjon og sortimentsfordeling uten hjorteskade i bestandet. Så ble den forventede verdiproduksjonen med hjorteskade vurdert, og til sist ble det økonomiske tapet regnet ut som forskjellen mellom normalproduksjon og verdiproduksjonen med skade av hjort.

3.4.1 Bestandsvise utregninger

For alle bestandene ble skadeandelen regnet ut, noe som dannet grunnlaget for estimeringen av tapet påført av hjort. Gjeldende priser for tømmer hentet fra Sogn og Fjordane Skogeigarlag (2005) korrigert med sortimentsfordeling fra feltarbeidet og erfaringstall fra Magnus Mo for området, resulterte i en gjennomsnittlig skurtømmerpris (65% samlet skurandel, hvorav 15% prima, 30% sekunda og 20% pallevirke) på 312 kr/m^3 under bark (u.b.), og en massevirkepris på 200 kr/m^3 u.b. (35% samlet massevirkeandel).

I hvilken grad trærne dør av hjortegneg er usikkert, Veiberg & Pettersen (2000) regnet med at omtrent 50 % av de skadde trærne overlevde så fremt andre opplysninger ikke antydte noe annet. Meddelelser i etterkant (Pers. medd. Egil Hauge) har antydte at 50% avgang kan være i meste laget. I lys av denne usikkerheten ble tapet etter hjortegneg estimert med forskjellig avgang på de skadde trærne, henholdsvis 10, 30, 50 og 100% avgang av skadde trær.

For å finne bruttoverdien for de enkelte bestandene før skade ble det tatt utgangspunkt i normal produksjon og sortimentsfordeling (Veiberg & Pettersen 2000). Øyen et al. (2001) undersøkte sammenhengen mellom plantetetthet og utviklingen i en granskog på et forsøksfelt i Molde kommune, og fant at det var en begrenset effekt av plantetetthet på volumproduksjonen så lenge forbandet ikke ble for stort. Etter den siste revisjonen 50 år etter oppstart, var volumproduksjonen med 2,5 meters forband/160 trær per daa oppe i 96% av maksimum. Med dette som grunnlag ble det forutsatt at volumproduksjonen i bestandene var den samme innen hver bonitetsklasse (Tabell 2) til tross for ulik tretetthet ettersom alle de undersøkte bestandene hadde en tilfredsstillende tetthet.

Volumproduksjonen bestandsvis ble regnet ut på grunnlag av produksjonstabeller for utynnet gran på Vestlandet (Øyen 2002). Det ble forutsatt at det ble utført slutthogst ved kulminasjonsalder. Volumet for de enkelte bestandene ved kulminasjon varierte med boniteten som sammen med kulminasjonsalder var inngangsvariablene i produksjonstabellen. Det ble korrigert for sortimentsfordelingen som ble registrert ved feltarbeidet, noe som var godt samsvarende med erfaringstall fra Magnus Mo, for å finne volum sagtømmer og massevirke (Tabell 2). For å finne fast volum ble det trukket fra 10% bark og 1% topp fra det stående volumet (Fitje 1989).

Tabell 2. Volum stående virke under bark (u.b.) ved kulminasjon fordelt på bonitet og virkeskvalitet for utynnet granskog på Vestlandet (Utgangspunkt i produksjonstabeller for utynnet gran på Vestlandet. Øyen 2002).

Bonitet	Kulminasjonsalder (T1,3)	m ³ ved kulminasjon (m ³ /daa u.b.)	m ³ skurtømmer (65%)	m ³ massevirke (35%)
14	100	64	42	23
17	80	68	44	24
20	70	72	47	25
23	60	74	48	26
26	50	75	49	26

For å ta hensyn til treantallets innvirkning på virkeskvaliteten og volumproduksjonen ble bruttoverdien korrigert for inoptimalt treantall etter Nersten et al. (1998). Det ble tatt utgangspunkt i en jevn fordeling av trærne og en rente på 2,5% og verdien ble korrigert etter treantallet og boniteten (Fig. 4(a)).

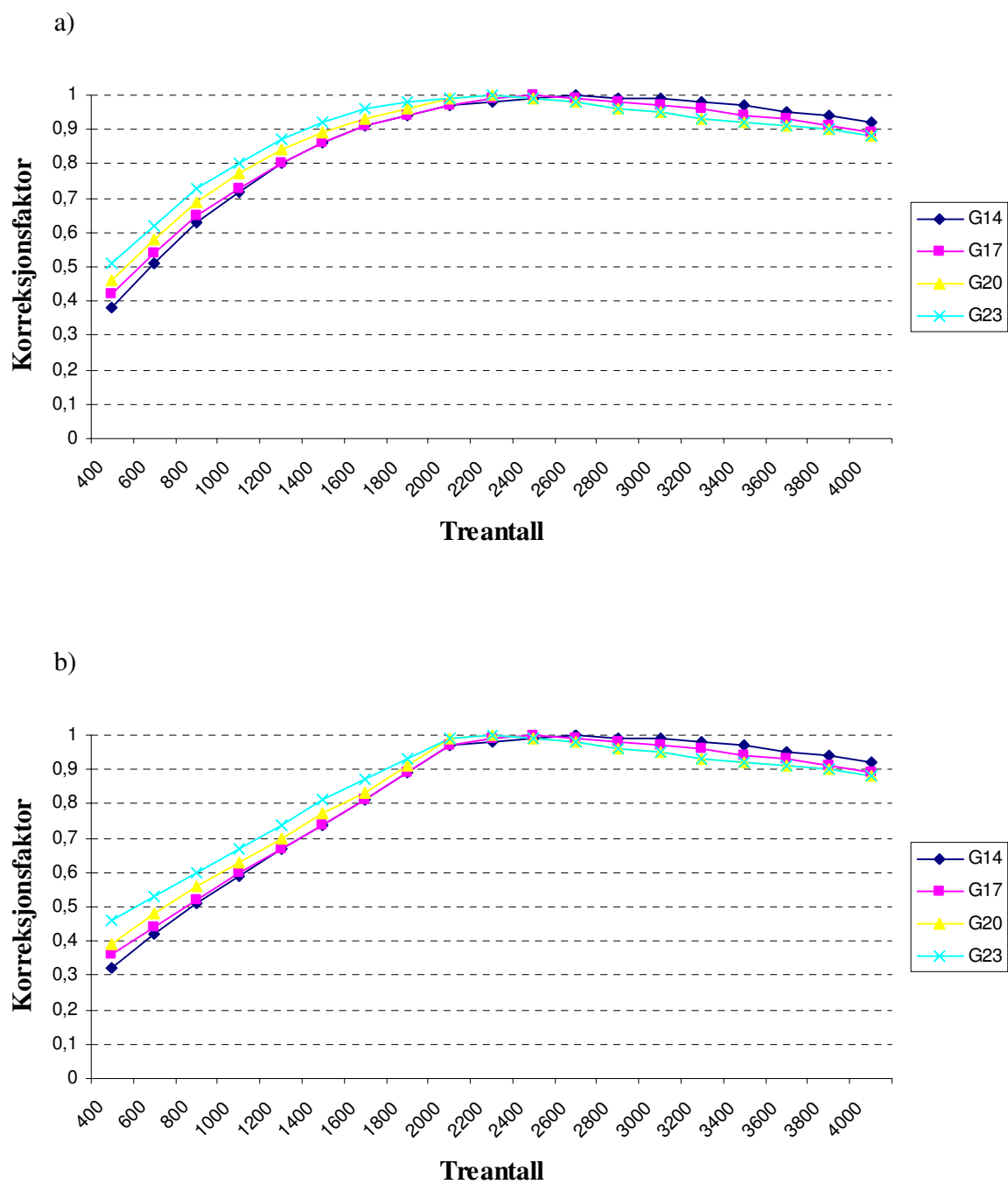


Fig. 4. Sammenhengen mellom korreksjonsfaktor, bonitet og treantall. Gran, rente 2,5 prosent. Justerte tall. Jevn fordeling av trærne (a) og ujevn fordeling av trærne (b) (Nersten et al. 1998).

Bruttoverdien etter skade ble regnet ut med mange av de samme forutsetningene. Bruttoverdien ble korrigert etter Nersten et al. (1998), men i motsetning til før skade, ble det tatt utgangspunkt i ujevn fordeling av trærne (Fig. 4(b)). En variansanalyse av skadefordelingen viste at skaden var ganske ujevnt fordelt innen hvert enkelt bestand (Fig. 6, Pers. medd. Jon Pettersen). I tillegg ble det regnet med et verditap på de skadde trærne som overlevde.

Verditapet på de skadde trærne ble forutsatt å komme i form av nedsatt kvalitet på rotstokken, som etter skade ble nedklassifisert fra skurtømmer til massevirke (Veiberg & Pettersen 2000). Det ble derfor regnet ut det totale rotstokkvolumet før og etter skade, og verdsatt som 90% skurtømmer og 10% massevirke før skade og 100% massevirke etter skade (Veiberg & Pettersen 2000, Pers. medd. O. Taskjelle). Rotstokkvolumet ble estimert med utgangspunkt i en grunnflatesum på 6 m²/daa etter produksjonstabeller for Vestlandet (Øyen 2002) og en lengde på rotstokken på 3 meter (I Sogn og Fjordane blir massevirke levert i 3 meters lengder). Rotstokkvolumet ble korrigert for volum bark med et 10% fratrekk av det stående volumet for å finne fast virkesvolum u.b. På grunnlag av barkfunksjon (Nybakk & Steffenrem 2005) var 10% barkandel et fornuftig estimat. Forskjellen i verdi før og etter skade representerte verditapet på rotstokkene. Det totale tapet i bestandet ble regnet ut som tapet i form av redusert treantall og nedsatt kvalitet på de gjenstående skadde og ikke skadde trærne. Et eksempel på utregning av det økonomiske tapet er vist i vedlegg 6.

Verditapet ble regnet ut som bruttoverdier i kr/daa ved kulminasjon siden formålet med oppgava var å se på tapet iført av hjort på stående skog. Driftskostnader ville vært tilnærmet likt for begge scenarioer, siden volumet og treantallet ikke ble vesentlig forandret. I tillegg ville driftskostnadene variert mye mellom bestandene, og derfor påvirket resultatene slik at det ville blitt vanskelig å skille om forskjeller mellom bestand kom av forskjellige driftsforhold eller i form av hjorteskaade.

3.4.2 Inntekter fra hjortejakt

For å kunne komme med et mer relevant resultat ble det også forsøkt å regne på de økonomiske godene av hjort og hjortejakt, slik at dette kunne iberegnes sluttresultatet. For å få en formening om hvilke priser som var gjeldende, utførte vi en liten markedsanalyse hvor aktører som selger hjortejakt ble forespurt om prisene de brukte (Tabell 3).

Tabell 3. Oversikt over gjeldende markedspriser for salg av hjortejakt fra forskjellige aktører/kilder.

Aktør/Kilde	Pris per hjorteløyve (kr)	Pris per kilo (kr)	Pris for guiding per dag (kr)
Statskog, Sogn og Fjordane, årskav	1680	61	-
Statskog, Sogn og Fjordane, eldre dyr	3300	66	-
Aktiv Jakt Aarhus (2005)	3000	75	1000
		6000 per hjort	

De viktigste faktorene som påvirket inntektsmulighetene var kilopris, pris per hjorteløyve og pris for guiding. Overnatting og andre tjenester ble utelukket siden mulighetene for dette varierte mye mellom grunneierne og prisene varierte mye alt etter hva som ble tilbydd.

Verdien av hjort og hjortejakt ble regnet ut ved å estimere verdien for ett daa produktivt hjortevald. Det ble hentet inn informasjon om det totale arealet av hjortevald i kommunen og et bærekraftig beskatningspotensiale over tid fra den lokale viltforvalteren, Leiv J. Løseth. Dette ble brukt som grunnlag for å estimere areal for ett hjorteløyve og omregnet til hvor mye hjort som kunne felles per arealenhet og år. Den gjennomsnittlige vekten på en hjort ble satt til 50 kg (Aarhus 2005). Det ble forutsatt at ett daa i Hkl 3 granskog tilsvarte ett daa hjortevald. Det ble utført en følsomhetsanalyse med forskjellige verdier av variablene bonitet, kilopris, pris per hjorteløyve og pris for guiding basert på priser fra aktørene. Dette gav et spenn i betalingsvilligheten for hjort, og gjennomsnittet ble brukt som grunnlag for å beregne inntektsmulighetene av hjort og hjortejakt.

Siden hjortejakta er en årlig inntektskilde ble alle verdier diskontert til anleggstidspunktet for bestandet og multiplisert med gjentaksfaktoren slik at alle fremtidige omløp var med i kalkylen. Verditap på skogsdriften ble omregnet på samme måte for å kunne sammenlignes med inntektene. Det ble her brukt omløpstidene for de forskjellige bonitetene for å finne beregningsgrunnlaget. Kalkulasjonsrente ble satt til 2,5%.

Gjenntaksfaktoren (V_0) = $a \cdot ((1 + p)^n / (1 + p)^n - 1)$

Hvor,

V_0 = Verdien ved begynnelsen av første periode av en uendelig betalingsrekke

a = Innbetalingen

n = omløpstid/tid mellom hver innbetaling i n antall år.

p = kalkulasjonsrente

Diskonteringsfaktoren (V_0) = $V_t(1 + p)^{-t}$

Hvor,

V_0 = nåverdien ved begynnelsen av første termin

V_t = verdien ved tidspunkt t

t = omløpstid i år

p = kalkulasjonsrente

3.4.3 Økonomiske ringvirkninger for Fjaler kommune

Det ble gjort et estimat på de årlige inntektene fra hjort for kommunen og sammenlignet med det årlige hogstkvantumet. Dette ville gjenspeile de årlige inntektene fra hjort og hvor mye skadene hadde av betydning for skogsdriften i Fjaler.

Den årlige avvirkningen i Fjaler ble hentet fra virkesstatistikk for Sogn og Fjordane (Skog-Data 2006). De nyeste dataene som var tilgjengelige var tall for 2004, og disse ble i en analyse sammenlignet med fellingstall for hjort for det samme året (SSB 2006). For å kunne si noe om hvordan utviklingen ville bli i fremtiden ble det også hentet inn informasjon om balansekvantum for Fjaler (Sogn og Fjordane Skogeigarlag) og et bærekraftig beskatningspotensiale av hjort for kommunen (Pers. medd. Leiv J. Løseth). Med hjelp av dette ble det estimert årlige inntekter og utgifter basert på en bærekraftig forvaltning av begge ressurser.

For å finne tapet påført av hjort ble det årlige hogstkvantumet justert med det gjennomsnittlige verditapet ved 30% avgang av skadde trær etter de bestandsvise økonomiske beregningene.

Kalkylen for 2004 ble basert på faktiske tall fra virkesstatistikken (Skog-Data 2006) for volum,

sortimentsfordeling og priser. Kalkylen hvor det ble regnet med en årlig avvirkning lik balansekvantumet på 8407 m³, ble basert på balansekvantumet fra områdetaksten for Sogn og Fjordane (1998/1999). Sortimentsfordelingen ble basert på registreringene ved feltarbeidet og erfaringstall (Magnus Mo), og prisene ble forutsatt å være de samme som for de bestandsvise kalkylene (Gjeldende priser for 2005, Sogn og Fjordane Skogeigarlag).

Inntektene fra hjorten ble basert på en gjennomsnittlig pris fra de forspurte aktørene (6500 kr/hjort). Fellingsdata for Fjaler fra 2004 (SSB 2006) gav antall dyr som ble multiplisert med den gjennomsnittlige prisen for å finne inntektene for 2004. For å finne en sammenlignbar inntekt til kalkylen med avvirkning av balansekvantum ble det undersøkt hva som var et bærekraftig høstningspotensiale av hjort over tid for kommunen. Løseth (Pers. medd.) estimerte dette til å være på ca 400 dyr. Prisene ble forutsatt de samme. Det ble også utført en kalkyle hvor det kun ble regnet på kjøttverdien av hjorten (65 kr/kilo og 50 kilo/hjort), siden det alltid vil være forskjellige syn på rekreasjonsverdien av hjort. Til slutt ble det estimert en kostnad og inntekt av hjorten per m³ tømmer for å kunne ha et beslutningsgrunnlag for den fremtidige forvaltningen. Det ble også beregnet hvor mye tap som ble representert per felte hjort når det totale tapet for kommunen ble fordelt på felte dyr. Alle utregninger ble utført i regneark med Microsoft Excel.

4. Resultat

4.1 Skadeomfang

Andelen skadde trær varierte fra 0 til 85% på bestandsnivå. I tre av bestandene ble det ikke registrert skade, og i tre av bestandene var skadeandelen over 50%. I gjennomsnitt var skadeandelen 24,3%. Fordelingen for alle de registrerte bestandene er presentert i Fig. 5.

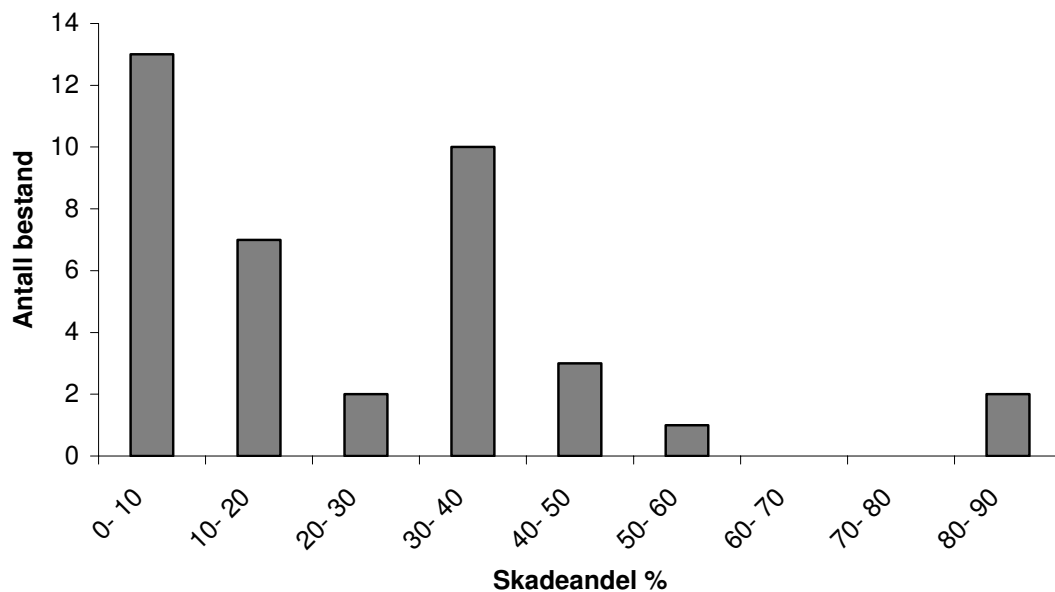


Fig. 5. Frekvensfordeling av bestand fordelt på 10% intervall for skadeandel.

Fordelingen av skaden var ujevnt fordelt i bestandene. Forskjellene i skadeandel på flatene innen samme bestand varierte i fire tilfeller fra 0 til 100% (Fig. 6). Variansanalysen mellom bestand og prøveflater viste at halvparten av variasjonen i materialet lå i forskjeller mellom prøveflater innen samme bestand. Varianskomponenten for skadeandel i fordelingen mellom bestand var 0,0405, mens den for prøveflatene innen bestand var 0,0410. I bestand nummer 17, 36 og 39 ble det ikke registrert skade etter hjort, og i bestand nr 24 og 33 ble det utført totaltakst så der er variansen null (Fig. 6).

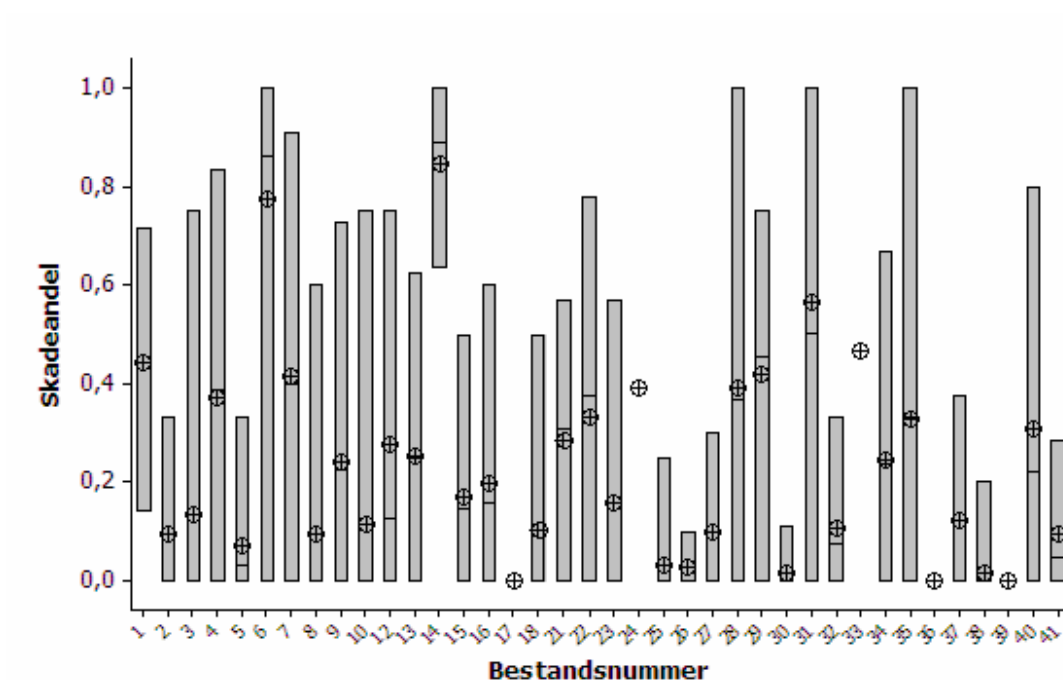


Fig. 6. Variasjon i skadeandel og gjennomsnitt for prøveflatene i de enkelte bestandene. Stolpe = Intervall for registrert skadeandel i bestandene, Kryss = middelerdi, strek = median

4.1.1 Bestand med fersk skade

Det ble registrert fersk skade i 15 av de registrerte bestandene (Vedlegg 5). De var til en viss grad klumpvis fordelt. Andelen fersk skade var størst innerst i Guddal og i området rundt Hellevik (Figur 3), mens i de nordlige delene av kommunen ble det registrert lite ferske skader. Ferske skader ble observert i bestand med nokså ulik alder og diameter. En multipl regressjonsmodell med alder og diameter som forklaringsvariabler viste ingen sammenheng ($R^2 = 0,01$, $DF = 15$, $F = 0,08$, $P = 0,927$).

4.1.2 Sommerskade og vinterskade

Det meste av skaden som ble registrert var vinterskade. På gamle sår er det vanskelig å bestemme om skaden har skjedd på sommeren eller vinteren. En del sommerskade ble observert i Guddal særlig i bestand 3 og 4. Bestand 32 i Vassdalen hadde også en del sommerskade.

4.2 Sammenhenger mellom egenskaper ved bestandet og skadeandel

Den multiple regresjonsanalysen gav svært få sammenhenger mellom egenskaper ved bestandet og skadeandelen. Avstand kyst, dekning bunnvegetasjon, andel tråkk og helningsgrad var de variablene som med størst sikkerhet forklarte skadeandelen (Tabell 4). Resten av variablene gav ikke signifikante bidrag og ble eliminert.

Tabell 4. Forklaringsvariablene som gav signifikante bidrag i regresjonsanalysen med gjennomsnittsverdier for bestand.

Forklarings- variabel	Parameter- estimat	Middel- feil	t-verdi	P	AIC kumulativ	R ² kumulativ
Konstant	0,044	0,150	0,30		-113,49	
Tråkk	0,348	0,105	3,33	0,002	-115,13	0,09
Avstand fra kyst	-0,015	0,004	-3,53	0,001	-120,45	0,26
Helningsgrad	0,006	0,002	2,68	0,011	-121,77	0,32
Bunnvegetasjon	0,257	0,125	2,06	0,048	-124,36	0,40

Ut fra modellen (Tabell 4) avtar skadeandelen med økende avstand fra kysten. Økende helningsgrad, større dekning av bunnvegetasjon og tråkk gir en større skadeandel.

4.2.1 Helningsretning

Gjennomsnittlig skadeandel for bestand viste en noe ujevn fordeling i forhold til helningsretningen for bestandet (Fig. 7). Bestand som helte mot sør og vest hadde i gjennomsnitt mindre skadeandel enn bestand som helte mot nord og øst, men denne forskjellen var ikke signifikant (DF = 37, F = 0,52, P = 0,813). Ved å slå materialet sammen til to grupper (N, NØ og Ø mot S, SV og V) ble forskjellen signifikant (DF = 23, t = 2,10, P = 0,047).

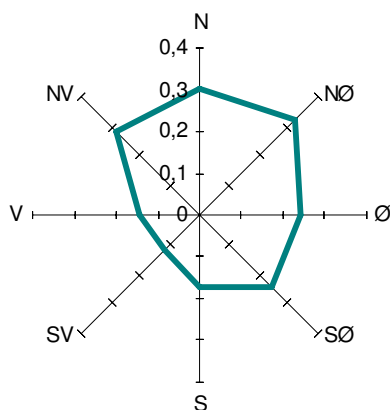


Fig. 7. Gjennomsnittlig skadeandel i forhold til helningsretning for bestandene.

4.3 Egenskaper på prøveflatene og skade

Den logistiske regresjonen gav relativt få sammenhenger mellom egenskaper ved prøveflatene og skadeandelen. Antall trær og dekning bunnvegetasjon var de eneste variablene som gav signifikante bidrag (Tabell 5). Ellers gav dekning beiteplanter nesten en signifikant forklaring. Resten av variablene gav ikke signifikante bidrag og ble eliminert. Fortegnet til den estimerte koeffesienten må snus for å vise hvilken vei forklaringsvariablene påvirker skadeandelen. Dermed var det slik at skaden økte med økende tretetthet og med avtagende bunnvegetasjon. Analysen avslørte også en tendens til at skadeandelen økte med avtagende dekning av beiteplanter. Alle disse variablene antyder at hjorten foretrekker de tetteste delene av skogen og gjør størst skade her.

Tabell 5. Forklaringsvariablene som gav signifikante bidrag i regresjonsanalysen.

Forklaringsvariabel	Parameter- estimat	Middelfeil	L - R χ^2	P
Konstant	- 0,783	0,433		
Antall trær	- 0,056	0,032	6,74	0,009
Bunnvegetasjon	0,010	0,003	13,59	<0,001
Bestandsnummer (tilfeldig)	0,031	0,008	13,93	<0,001

4.3.1 Kanteffekt

En liten tendens til større skadeandel på flater som var plassert i bestandskant ble registrert. Den estimerte forskjellen var 5,1%, men ikke signifikant (DF = 120, t = 1,40, P = 0,163).

4.3.2 Tråkk

Den gjennomsnittlige skadeandelen på flater med tråkk var 33% mens den var 12% for flater uten tråkk (Fig. 8). En t-test viser at forskjellen er signifikant (DF = 380, t = 8,32 P < 0,001). Den lave p- verdien skyldes i hovedsak det store antallet prøveflater. Et betydelig antall observasjoner hadde store avvik fra gjennomsnittet. Det ble observert mange skadefrie prøveflater med tråkk samt en del flater uten tråkk som hadde stor skadeandel. I hovedsak gjør hjorten størst skade der den oppholder seg mye eller trekker, men den kan også gjøre stor skade på skogen selv om den ikke oppholder seg så mye der at det blir tydelige tråkk i bakken etter den.

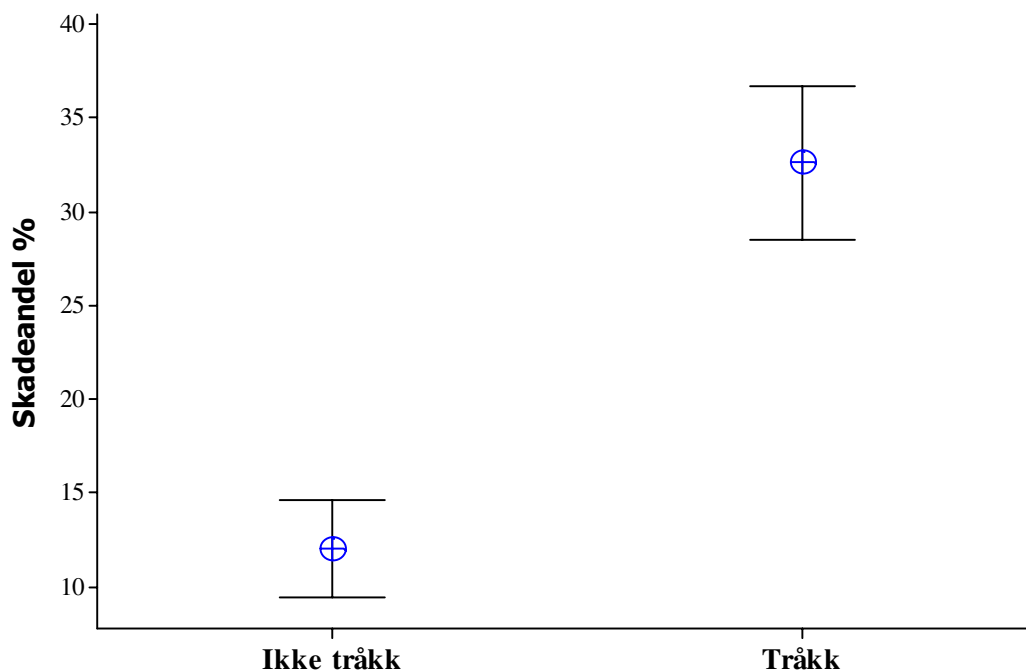


Fig. 8. Gjennomsnittlig skadeandel med 95% konfidensintervall for flater der tråkk er registrert og der tråkk ikke er registrert.

4.4 Egenskaper hos enkelttrær og skadeomfang

Totalt ble det registrert 712 prøvetrær og 256 som ble definert som skadet. Av disse var 93 skadet i flere omganger. Dette tilsvarer 36% av de skadde prøvetrærne, og er noe høyere enn den gjennomsnittlig skadeprosenten i hele det registrerte materialet vårt, som var på 24,3% (Kap. 4.1).

4.4.1 Barktykkelse og skadeomfang

Sannsynligheten for at skade oppstår avtar med økende barktykkelse på trærne. Fordelingen av prøvetrærne er presentert i Fig. 9. Andelen skadde trær avtok med økende barktykkelse.

Regresjonen mellom barktykkelse og skadeandel viste at denne tendensen var svært sterk ($R^2 = 0,822$, $DF = 9$, $F = 36,96$, $P < 0,001$).

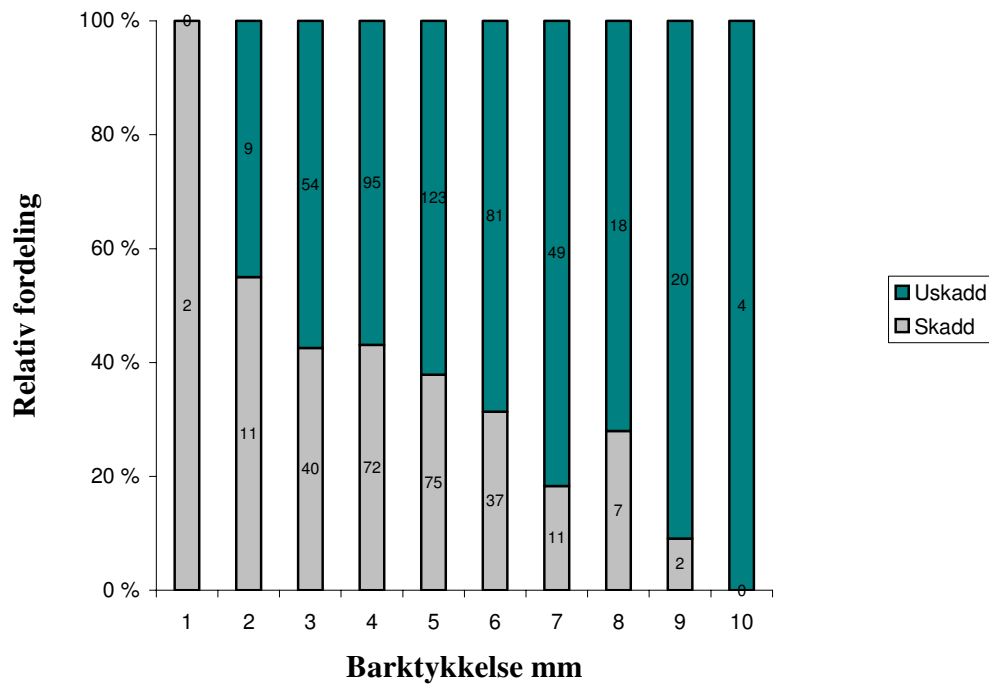


Fig. 9. Relativ fordeling av skadde og uskadde prøvetrær fordelt på ulike barktykkelser. Hver søyle representerer den relative fordelingen av prøvetrær som er skadd og uskadd i hver millimeterklasse. Tallene angir antall registrerte trær i hver kategori.

4.4.2 Diameter og skadeomfang

Skadeomfanget avtok med økende diameter på trærne (Fig. 10). Regresjonen hadde høy forklaringsgrad ($R^2 = 0,942$, $DF = 8$, $F = 113,26$, $P < 0,001$). Det ble ikke registrert skadde prøvetrær med brysthøydiameter større enn 40 cm i diameter.

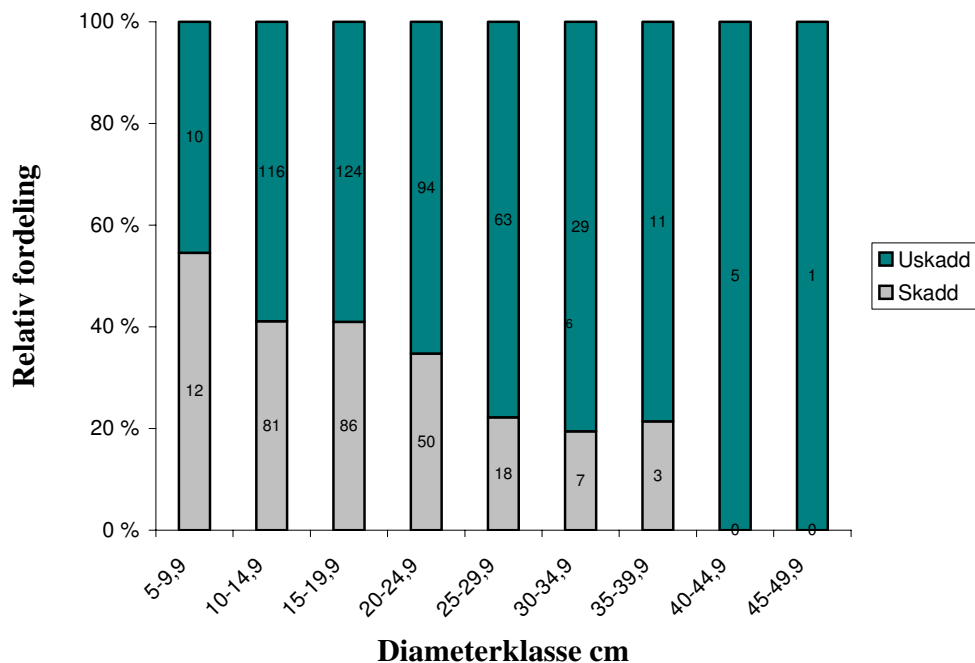


Fig. 10. Relativ fordeling av skadde og uskadde prøvetrær fordelt på 5 cm diameterklasser. Hver søyle representerer den relative fordelingen av prøvetrær som er skadd og uskadd i hver diameterklasse. Tallene angir antall registrerte trær i hver kategori.

4.4.3 Kvistsetting og skadeomfang

Kvistsettingen påvirket skadeomfanget, og det så ut til at tykkelsen på kvisten var av størst betydning. Skadeomfanget var størst for trær med gjennomsnittlig kviststørrelse mindre enn 1,5 cm ($\chi^2 = 12,32$, $DF = 1$, $P < 0,001$). Typen kvist hadde også betydning for skadebildet, men her så det ut til å være en samvirkende effekt med kvistdiameteren. For de relativt få prøvetrærne som hadde frisk kvist hele veien ned, var det betydelig mindre skadefrekvens når kvistene var grove. For tørr og rått kvist avtok denne forskjellen (Fig. 11). Forskjellen i skadefordelingen var ikke signifikant i forhold til om kvisten var frisk, tørr eller rått ($\chi^2 = 1,99$, $DF = 2$, $P = 0,371$). Det var altså diameteren på kvisten som var av størst betydning.

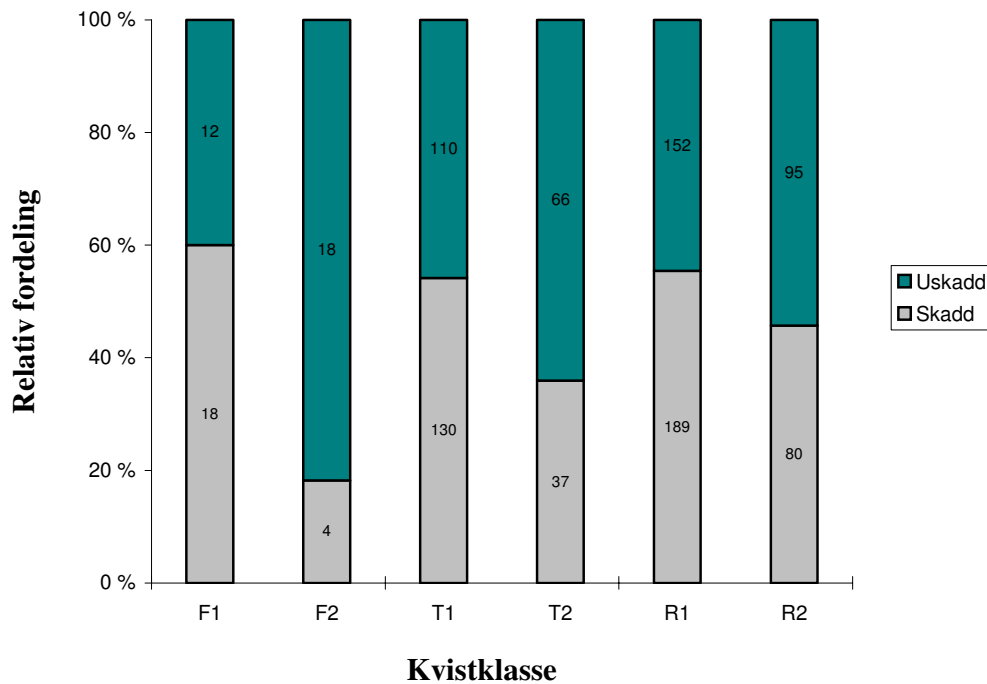


Fig. 11. Relativ fordeling av antall prøvetrær i kvistklassene (F1 = frisk kvist <1,5 cm, F2 = frisk kvist > 1,5 cm, T1 = tørr kvist < 1,5 cm, T2 = tørr kvist > 1,5 cm, R1 = rått kvist < 1,5 cm, R2 = rått kvist > 1,5 cm). Tallene i hver søyle angir antall prøvetrær i hver klasse.

Kvistavstanden var generelt større på de skadde trærne enn på de uskadde. Forskjellen var ikke spesielt stor. Det største estimatet var 3,8 cm og ble funnet på trær med frisk kvist som er mindre enn 1,5 cm. Likevel er tendensen klar. Fig. 12 viser at kvistavstanden er større for de skadde enn for de uskadde trærne i alle gruppene.

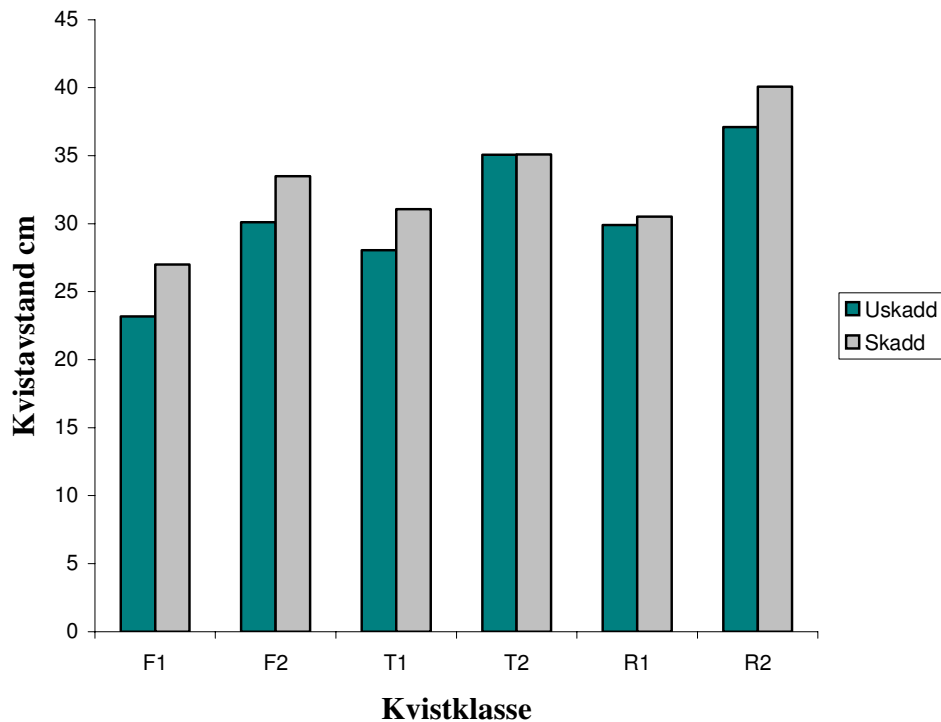
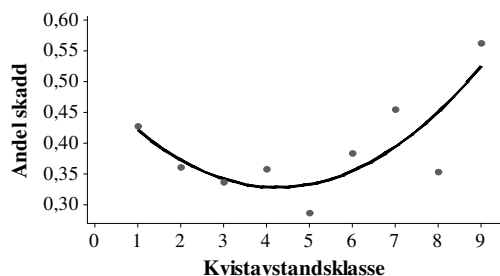


Fig. 12. Middelverdi for kvistavstand på skadde og uskadde prøvetrær i de ulike kvistklassene. (F1 = frisk kvist <1,5 cm, F2 = frisk kvist > 1,5 cm, T1 = tørr kvist < 1,5 cm, T2 = tørr kvist > 1,5 cm, R1 = rått kvist < 1,5 cm, R2 = rått kvist > 1,5 cm).

En viktig årsak til at forskjellene i kvistavstand mellom skadde og uskadde trær var så små var at sammenhengen mellom kvistavstand og skadeandel viste en ikke-lineær sammenheng. En polynomial regresjonsmodell av andre grad gav en god tilpasning til materialet ($R^2 = 0,644$, $DF = 8$, $F = 5,42$, $P = 0,045$) (Fig. 13 a). Årsaken til den ikke-lineære sammenhengen ligger trolig i at hjorten prefererer de minste trærne, og det var disse som hadde den minste kvistavstanden ($R^2 = 0,202$, $DF = 709$, $F = 178,91$, $P < 0,001$) (Fig. 13 b)

a)



b)

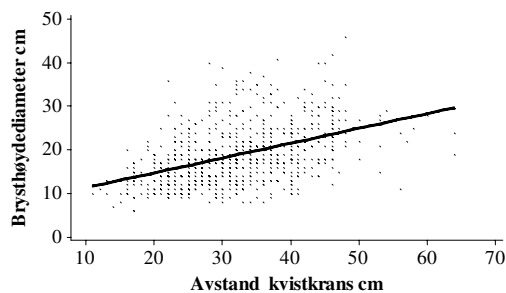


Fig. 13. a. Regresjon mellom 5 cm klasser for kvistavstand og andel skadde prøvetrær i hver klasse. b. Regresjon mellom avstand kvistkrans i cm og brysthøydiameter i cm.

4.4.4 Sammenfattende modell

Alle forklaringsvariablene i den multiple analysen er i større eller mindre grad korrelert med hverandre (Vedlegg 4). Særlig barktykkelse og diameter i brysthøyde er sterkt korrelert.

Den logistiske regresjonen viste svært tydelige forskjeller i egenskapene til uskadde og skadde prøvetrær. Det var større sannsynlighet for skade ved liten diameter og med tynnere bark, mens det var større sannsynlighet for skade på trær med stor kvistavstand (Tabell 6). For kvistklasse var det også tydelige tendenser til forskjell, men denne variabelen ble eliminert for å få modellen signifikant. Hvilket bestand trærne var fra viste ingen signifikant betydning.

Tabell 6. Forklaringsvariablene som gav signifikante bidrag i den logistiske regresjonsmodellen, med skadde/uskadde trær som responsvariabel.

Forklaringsvariabel	Parameter- estimat	Middelfeil	L- R χ^2	P
Konstant	-0,056	0,373		
Avstand kvistkrans	-0,036	0,010	12,12	<0,001
Brysthøydiameter	0,055	0,019	8,68	0,003
Barktykkelse	0,157	0,071	4,96	0,026

4.5 Størrelse sår

Gjennomsnittlig sårbredde for alle de skadde prøvetrærne var 9,3 cm og lengde var 30,5 cm. Største sårbredde som ble registrert var 39 cm, og største sår lengde var 128 cm. De fleste sårene var relativt lange og smale. 50% av sårene var mindre enn 9 cm i bredde, mens bare 10% var bredere enn 14 cm. 50% av sårene var kortere enn 25 cm mens 10% var lengre enn 50 cm. Fordelingen er fremstilt i Fig. 14 a) og b).

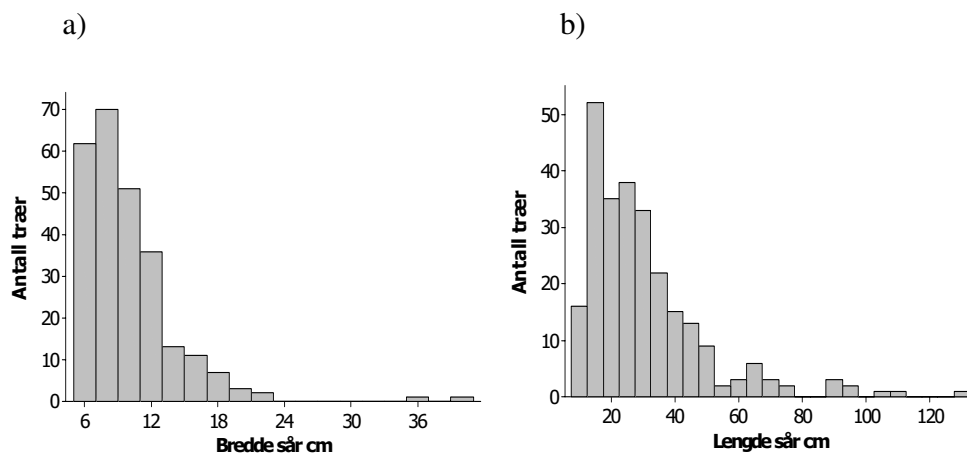


Fig. 14. Frekvensfordeling av prøvetrær over bredde a) og lengde b) på sårflata.

4.5.1 Sårstørrelse i forhold til kvistsetting

Fordelingen av sårbredde og lengde, presentert i Tabell 7, antyder at hjorten gnager større sår når kvisten dør, tørker og råtnet. Likevel viste analysen ingen signifikante forskjeller i de ulike kvistklassene, verken med hensyn på bredde (DF 256, $F = 1,88$, $P = 0,099$) eller lengde (DF = 256, $F = 0,80$, $P = 0,550$). Gjennomsnittet for de ulike klassene varierer betydelig, men avvikene innen hver klasse er store. I kvistklasse F2 er det bare to observasjoner, så denne klassen kan gi et nokså feil bilde. Selv om denne klassen ble tatt ut ble ikke analysen signifikant (Bredde: DF = 254, $F = 1,44$, $P = 0,221$, Lengde: DF = 254, $F = 0,82$, $P = 0,514$). Med sammenslåtte klasser ble det heller ingen signifikant forklaring, verken mellom frisk, tørr eller råttet (Bredde: DF = 256, $F = 1,49$, $P = 0,228$, Lengde: DF = 256, $F = 1,15$, $P = 0,317$), eller klasse 1 eller 2 (Bredde: DF 256, $F = 2,21$, $P = 0,138$, Lengde: DF = 256, $F = 0,17$, $P = 0,678$).

Tabell 7. Gjennomsnittsverdier for bredde og lengde på sår i de ulike kvistklassene.

Kvistklasse	Antall observasjoner	Sårbredde cm	Sårlengde cm
Frisk <1,5 cm (F1)	10	6,6	21,6
Frisk >1,5 cm (F2)	2	15,0	42,0
Tørr < 1,5 cm (T1)	73	8,8	28,9
Tørr > 1,5 cm (T2)	21	8,7	26,4
Råtten < 1,5 cm (R1)	106	9,4	31,6
Råtten > 1,5 cm (R2)	45	10,4	33,2

Regresjonen mellom kvistavstand og Log (sårlengde) viste en signifikant økning i sårlengde med økende kvistavstand ($R^2 = 0,050$, $DF = 256$, $F = 13,559$, $P < 0,001$). Resten av forklaringsvariablene ble eliminert for å få modellen signifikant. Det var heller ikke noen signifikant effekt av bestandsnummer på sårlengden. Selv om modellen er signifikant så er forklaringsgraden svært liten.

Bredden på sårene viste også en signifikant økning med økende kvistavstand. I tillegg hadde bestandsnummeret (tilfeldig variabel) en effekt. Modellen var signifikant, men relativt lite forklarende ($R^2 = 0,092$, $DF = 256$, $F = 12,907$, $P < 0,001$).

4.6 Økonomiske beregninger

4.6.1 Bestandsnivå

Det økonomiske tapet for de enkelte bestandene som ble undersøkt er fremstilt i Tabell 8. Det var store variasjoner i hvor betydningsfulle skadene var for økonomien i de forskjellige bestandene. Resultatene av de økonomiske analysene i Tabell 8 viser at skadene representerer et tap med spenn fra -787 kr/daa til 12980 kr/daa. Hvor mye skadene hadde av betydning for økonomien varierte med skadeandel, bonitet, det opprinnelige treantallet og hvor stor avgangen av skadde trær var. For analysen med 30% avgang av skadde trær varierte tapet fra -398 kr/daa til 5667 kr/daa, med et gjennomsnitt på 2101 kr/daa. Dette ble valgt som det mest sannsynlige senarioet på hvor stor treavgangen vil være etter skade av hjort.

Tabell 8. Oversikt over brutto verditap i kr/daa ved 10, 30, 50 og 100% avgang av skadde trær bestandsvis med bonitet og skadeandel.

Verditap, brutto i kr/daa ved x % avgang av skadde trær						
Bestnr.	Bonitet	Skadeandel	10% avgang	30% avgang	50% avgang	100% avgang
1	20	0,453	1846	3074	3910	6490
2	17	0,071	289	450	981	1292
3	23	0,143	2026	2383	2538	3228
4	23	0,392	2190	3071	4154	6053
5	20	0,070	496	277	57	0
6	20	0,829	4365	5667	6970	11996
7	17	0,468	1426	2749	3888	6458
8	23	0,091	739	1315	1688	1614
9	20	0,303	3002	3493	4181	5113
10	17	0,115	2568	2715	2677	2952
12	14	0,333	2776	3195	3438	4573
13	17	0,311	3225	3492	4498	5351
14	20	0,847	2818	4508	6788	12980
15	23	0,174	1063	1611	1756	2623
16	20	0,168	-343	-398	-649	-787
17	20	0,000				0
18	20	0,097	1323	1684	1849	2360
21	17	0,304	631	901	1171	3321
22	20	0,341	2271	2946	3818	5113
23	14	0,179	439	381	498	1231
24	14	0,391	1454	2382	3310	5277
25	23	0,042	1474	1662	1648	1816
26	17	0,029	43	33	-161	0
27	20	0,111	360	717	1074	1770
28	17	0,367	3123	3741	4175	5905
29	20	0,296	1812	2502	3192	4327
30	20	0,014	1004	999	995	1180
31	20	0,559	2985	3786	4783	7473
32	20	0,095	730	1092	1258	1967
33	23	0,465	3306	3961	4818	6456
34	23	0,230	3163	3289	3819	4640
35	20	0,353	3469	3943	4418	5507
36	23	0,000				0
37	20	0,131	2749	2903	3254	3737
38	20	0,018	1600	1594	1785	1770
39	20	0,000				0
40	23	0,358	2947	3436	4126	5448
41	14	0,097	318	287	-97	352
Gjennomsnitt			1676	2101	2542	3673

Tabell 9. Oversikt over hjortens økonomiske ringvirkninger. Tabellen viser bruttoinntekter, bruttotap og bruttoresultat for forskjellige boniteter og aktører per daa. For utregning av tap på skog er det tatt utgangspunkt i gjennomsnittlig verditap ved 30% avgang (Tabell 8). Inntekter er beregnet på grunnlag av gjeldende priser for salg av jakt og andre relaterte tjenester fra aktørene. Resultatet viser lønnsomheten av hjort. Alle verdier er diskontert til anleggstidspunkt og multiplisert med gjentaksfaktoren slik at alle fremtidige omløp er med i kalkylen.

Bonitet	G14			G17			G20			G23		
Aktører	Inntekter fra hjort	Tap fra hjort	Resultat	Inntekter fra hjort	Tap fra hjort	Resultat	Inntekter fra hjort	Tap fra hjort	Resultat	Inntekter fra hjort	Tap fra hjort	Resultat
Vestlandsk Landbruk	270	194	75	270	338	-69	270	454	-184	270	618	-348
Statskog	297	194	102	297	338	-42	297	454	-157	297	618	-321
Aktiv Jakt uten guiding	303	194	109	303	338	-35	303	454	-150	303	618	-315
Aktiv Jakt med guiding	348	194	154	348	338	10	348	454	-105	348	618	-270
Gjennomsnitt	305	194	110	305	338	-34	305	454	-149	305	618	-313

Tabell 9 viser at det er kun i bonitet G14 at de gjennomsnittlige inntektene fra hjort er større enn utgiftene. Økende bonitet er ensbetydende med kortere omløpstad, og dermed også en større nåverdi, noe som gjør at skadene er desto mer ufordelaktig jo bedre boniteten er. Siden inntektene fra hjort ikke er påvirket av bonitet, vil skadene være av større betydning på gode boniteter.

4.6.2 Økonomiske ringvirkninger for Fjaler kommune

Resultatene fra de økonomiske beregningene for Fjaler kommune sett under ett er fremstilt i Tabell 10. Resultatene viser at inntektene fra hjort samlet er betraktelig større enn tapet for skogsdriften i kommunen for alle scenarioer. Ved en årlig avvirkning lik balansekvantum og en beskatning av hjort lik et langsiktig bærekraftig høstningspotensiale er resultatet isolert for skogsdriften en årlig inntekt på 2.327.325 kroner. Verdsetting av kun kjøttverdien viser minimumsverdi av hjort for en grunneier som utfører all jakt selv og som ikke verdsetter selve jakta.

Tabell 10. Oversikt over inntekter og utgifter knyttet opp mot hjort isolert for skogbruket for Fjaler kommune for forskjellige scenarioer. Faktiske tall representerer tall for skogavvirkningen og hjortebeskatningen fra 2004. Bærekraftig utvikling representerer tall for avvirkning av balansekvantum og en bærekraftig beskatning av hjort i fremtiden. Verdsetting av kun kjøtt er basert på hvor mange kilo som kan høstes ved bærekraftig beskatning av hjort, og tar ikke hensyn til rekreasjonsverdien av jakta.

Scenario	Tap av hjort (kr)	Inntekt fra hjort (kr)
Faktiske tall for 2004	252115	3445000
Bærekraftig avvirkning og beskatning av hjort	272675	2600000
Verdsetting av kun kjøtt	272675	1300000

Fordeling av tapet fra hjort per m³ avvirket gran og per felte hjort er vist i Tabell 11. Resultatene viser hvordan tap og inntekter fra hjort innen skogbruket kan fordeles på fast virke og per felte hjort. Inntektene er betraktelig større enn kostnadene (Tabell 10 og 11), og det er grunnlag for å si at hjorten er lønnsom når man ser isolert på skogsdriften for Fjaler kommune i sin helhet.

Tabell 11. Tap som følge av hjort ved en bærekraftig utnytting av ressursene hjort og skog. Fordelt på antall felte dyr og antall m³ avvirket årlig.

Belastning av verdi	Tap fra hjort (kr)	Inntekt fra hjort (kr)
Per felte hjort	682	6500
Per avvirket m ³	32	309

5. Diskusjon

5.1 Omfang av skade

Skadeandelen er regnet ut på grunnlag av alle trær i bestandet, inkludert innblanding av lauvtrær og furu. I praksis er nesten alle grantrær skadd i bestand med skadeprosent på over 80%. Trærne uten skade er her i stor grad lauvtrær, furu og vargrtrær av gran. Slike bestand vil være kraftig redusert i verdi, særlig om dødeligheten blir stor.

Skadebildet for et enkeltbestand er hele tiden i endring. Det kommer stadig nye skader til. Har et bestand først blitt utsatt for skade er det sannsynlig at hjorten kommer tilbake (Veiberg & Pettersen 2000). Registreringer i unge bestand danner dermed et begrenset grunnlag for å si hvor stor skaden blir i løpet av et helt omløp (Reimoser et al. 1999). Hjorten kan gnage bark på relativt store trær. Det ble observert gnag på trær med brysthøydiameter over 35 cm. Hauge (1987) fant et lignende mønster, og han påpeker at barkskader kan inntreffe helt frem til slutthogsttidspunktet med de omløpstidene som er vanlige på Vestlandet. Selv om skade inntreffer sjeldnere på større dimensjoner så vil skadebildet sannsynligvis utvikle seg videre og blir betydelig verre i mange av de registrerte bestandene. Den estimerte verdien på det økonomiske tapet for et omløp vil i så fall være for lavt i materialet vårt.

Til tross for dette så vil skaderegistreringer og utregning av det økonomiske tapet tidlig i omløpet være et viktig beslutningsgrunnlag (Veiberg & Pettersen 2000) og det kan fortelle noe om risikoen for at skader skal inntreffe i fremtiden (Reimoser et al. 1999). Når en skade har skjedd bør det vurderes om det er mest lønnsomt å avvirke bestandet og starte et nytt omløp eller å la bestandet stå frem til vanlig hogstmodenhetsalder.

Fordelingen av skaden innen bestandene var i de fleste tilfellene ujevnt fordelt. Dette vil føre til at det økonomiske tapet blir inntil 15 % større enn om skade hadde vært jevnt fordelt (Veiberg og Pettersen 2000). Halvparten av variasjonen i materialet lå i forskjeller mellom prøveflatene og halvparten lå i forskjeller mellom bestand. Selv innen små bestand var forskjellen mellom prøveflatene ofte store. Det er tydelig at hjorten bruker enkelte deler av et granbestand mer enn andre.

Fersk skade ble definert som skade som hadde oppstått siste året. Tallet gir en indikasjon på den årlige utviklingen i skadebildet. Å gjøre slike målinger ett år gir et dårlig grunnlag for å si noe om den generelle tendensen på lang sikt. Årlige variasjoner i værforhold og snømengder kan føre til store variasjoner i skadeutviklingen mellom ulike år (Veiberg 2000). Det kan derfor være vanskelig å se noe klart mønster i skadebildet uten å følge utviklingen over flere år. Flere bestand hadde stort skadeomfang, uten at det fantes ferske skader dette året. Årsakene til at hjorten ikke har gnagd bark siste året i disse bestandene kan være flere. Skaden kan ha oppstått under spesielle episoder, som store snømengder. Store beiteskader inntreffer ofte når snømengden overstiger 30 cm og hjorten ikke har mulighet til å trekke bort fra området (Pers. medd. M. Mo). En annen mulig forklaring er at enkelte dyr spesialiserer seg på å gnage bark og gjør stor skade lokalt (Veiberg 2000, Veiberg & Pettersen 2000). Når slike dyr blir skutt får det en stor effekt på skadeutviklingen.

Forskjellene var store mellom nærliggende områder. Likevel er det interessant at bestandene med fersk skade i noe omfang er aggregert i to områder, nemlig Guddal og området rundt Hellevik. Hva dette skyldes er usikkert, men det vil være interessant å se resultatene fra merkeprosjektet i den forbindelse. I Guddal var det generelt lite gammel skade, og det kan tenkes at det har vært en større tetthet av hjort i dette området de siste vintrene.

5.1.1 Hvor gnager hjorten bark?

En rekke variabler ble brukt for å forklare skadeandelen for de enkelte bestandene. Multipl regresjon ble brukt for å få frem eventuelle samvirkende effekter av forklaringsvariablene. I en multipl regresjonsanalyse er det slik at forklaringsvariablene som er korrelert påvirker forklaringsgraden til hverandre (Montgomery et al. 2001, Olsen u. å.). Om to forklaringsvariable som er sterkt korrelert med hverandre blir tatt med i modellen vil de til sammen gi en mindre forklaring i den multiple modellen enn korrelasjonen med responsvariabelen ville tilsi. Det kan også forekomme at variable kommer med for å oppheve forstyrrelser som ligger i andre variable. En viss korrelasjon mellom forklaringsvariablene i modellene våre ble observert, men multiple modeller tar høyde for dette.

I en logistisk regresjonsmodell kommer parameterestimatene til uttrykk på negativ logaritmisk form (Montgomery et al. 2001). Dermed vil positive parameter trekke funksjonsverdien i negativ retning og negative parameter vil trekke i positiv retning.

5.1.2 Habitatseleksjon – viktigheten av skjul

Materialet vårt viste at det var en betydelig større skadeandel i bestand der det var tett med tråkk, og rundt liggeplassene som ble observert var skadeomfanget svært stort. Det er helt tydelig at hjorten gjør størst skade der den oppholder seg mest. Vinterskader var dominerende. Hvor egnet et område er som vintringshabitat, vil da ha størst betydning for hvor skadeutsatt granskogen i området vil være. Flere studier har undersøkt habitatseleksjonen til hjort (Debeljak et al. 2001, Licoppe & De Crombrughe 2003, Jerina & Miha 2004, Licoppe 2005, Solem 2005). Mange av studiene viser at hjorten oppholder seg mye i tett barskog vinterstid. Det er flere grunner til dette. Tett kronedekke gir beskyttelse mot vær og vind, snødybden er mindre og dyrene er mindre synlige for rovdyr og mennesker. Debeljak et al. (2001) mener også at ved store snømengder kan mattilgangen være større i tett ungskog, siden hjorten da kan beite skudd og gnage bark.

Granbestand er viktig som skjul mot vær og vind om vinteren (Mysterud & Østbye 1999, Debeljak et al. 2001, Mysterud et al. 2002). Flere forhold i undersøkelsen vår tyder på at hjorten velger slike tilholdssteder ut fra hvor godt lokaliteten beskytter mot disse faktorene. På prøveflater der skade ble registrert, var det flere variabler som antydte at hjorten foretrekker de tetteste delene av granskogen. Samdal et al. (2003) viser til at monokulturer av gran er mer utsatt for skade enn blandingsskoger. Stor lauvinnblanding fører til et åpnere kronetak, særlig på vinteren. Materialet vårt viste ingen tendens til at innblanding av store trær av lauv eller furu var av særlig betydning. En årsak til dette kan være at registreringene ble utført i renbestand av gran, og innslaget av andre treslag var så lite at det ikke hadde nevneverdig betydning for hjorten sin bruk av bestandene.

I denne sammenheng er det også interessant at skadebildet viste en tendens til systematisk skjev fordeling i forhold til helningsretningen til bestandene. Særlig mot sør og vest er det lite skade. Det kan være en mulighet at disse bestandene er mindre egnet som oppholdssted om vinteren enn bestand som heller mot øst eller nord. Dominerende vindretning og styrke på vind fra ulike retninger kan tenkes å påvirke habitatpreferansene til hjorten. Data fra Ytterøyane fyr (61° 34 N, 4° 40 Ø), i Flora kommune, viser at vind fra sørlige retninger er mest vanlig i månedene desember til mars i perioden 1987- 1998 (DNMI Klimaavdelingen u. å.). Frekvensen av kraftig vind er også høyest for sørlige og vestlige vinder. Vind fra øst er nokså sjelden og har som oftest beskjeden styrke. Det er også en kjensgjerning at de mest nedbørsrike værforholdene på Vestlandet forekommer med vind fra sør og vest. Solheim et al. (2003) hevder at milde vintre på kysten med vind og store nedbørsmengder er mer skadelig for dyrene enn en kontinental vinter med lavere temperaturer og lite vind. Regn fører til våt pels, og med sterk vind i tillegg vil energitapet bli stort (Mysterud & Østbye 1999). Lenger inne i landet er det først og fremst store snømengder som er problemet for hjorten. Siden Fjaler er en kystkommune vil hensynet til beskyttelse mot vind og regn trolig veie tungt når hjorten velger oppholdssted om vinteren.

Tettheten av bestandet vil sammen med bonitet og alder være av stor betydning for kvistsettingen og diametertilveksten (Øyen et al. 2001). Det vil være naturlig at bestand hvor trærne står tett har en større grad av naturlig oppkvisting og mindre kvist på stammen som følge av mindre lys og større konkurranse. I slike bestand vil gjerne hjorten kunne gjøre stor skade ut i fra forutsetningen om at kvistsetting er av stor betydning (Kap. 4.4.3, Hauge 1987). Av hensyn til økonomi og kvalitet blir det gjerne plantet tettest på mark av høy bonitet (Braastad & Pettersen 1995). På god bonitet vil det også bli lenger avstand mellom kvistkransene siden trærne strekker seg mer hvert år, og dette øker tilgjengeligheten for hjorten (Hauge 1987). Hauge (1987) siterte at hjorten antageligvis har samme preferanse for hva som er kvalitetsskog som det en skogeier vil ha, nemlig trær med lite kvist på høy bonitet. Dette gir grunnlag for å forsterke konfliktene mellom skogbruk- og hjorteinteressene, siden den mest verdifulle skogen ser ut til å være spesielt utsatt for skade.

Flere av studiene fra Sentraleuropa viser at hjorten prefererer områder der den får være i fred for mennesker (Licoppe & Crombrughe 2002, Jerina & Miha 2004, Licoppe 2005). I studiene til

Jerina & Miha (2004) var avstanden til nærmeste vei den viktigste faktoren som forklarte habitatseleksjonen. Licoppe (2005) mener at jakt og skiturisme er viktige årsaker til at hjorten oppholder seg mye i tette bartrebestand i vinterhalvåret i studieområdet i Belgia. Om vinteren da lauvet har falt og urte- og grasvegetasjonen har visnet er det bare bartrærne som gir godt skjul.

Mattilgangen i tette granbestand er begrenset. Hjorten må velge mellom godt skjul eller god tilgang til føde. Hjortedyr har en regelmessig rytme som veksler mellom beiting og hvile. Det har vist seg at hjorten oppholder seg mer i åpent terreng når den beiter og prioriterer godt skjul når den hviler (Mysterud & Østbye 1999). Forutsetningen er at det gir en netto energibesparelse å forflytte seg slik. Ved lang avstand mellom beite og skjul eller ved svært korte hvileperioder vil det kreve mye energi og dermed være lite gunstig å oppsøke de beste hvileplassene. Granskogen på Vestlandet er svært fragmentert og avstanden til andre typer vegetasjon vil alltid være relativt kort. Dette landskapet vil i så måte være optimalt for hjorten. Mysterud & Østbye (1999) viser til at tidspunktet er viktig for habitatpreferansene. Kravet til skjul for folk og predatorer er ikke like stort om natta som om dagen, og kravet til skjul mot kulde er større om vinteren enn om sommeren.

5.1.3 Andre forhold

En rekke av de variablene som ble forkastet i modellene våre kan være av stor betydning for hvor skadeutsatt granskogen er. Bonitet og avstand til dyrket mark blir regnet for å være av stor betydning (Hauge 1987, 1993). I materialet vårt kunne det ikke sees noen god sammenheng mellom skadeandel og disse variablene. Årsaken til dette kan ligge i metoden for utvelging av bestand, der hovedmålet var å få en grov oversikt over skadeomfanget i hele kommunen. I noen områder var det generelt lite skade, og bestand i disse områdene som lå nær dyrket mark eller hadde høy bonitet ville lage mye interferens i analysene. Dermed ble hele forklaringsvariabelen forkastet. Denne testen ble utført på bestandsnivå, og dermed var utvalget lite ($n = 38$) og svært følsomt for slike forstyrrelser. I tillegg var boniteten nokså sterkt korrelert med dekning av bunnvegetasjon (Vedlegg 4). Dette har svekket effekten av bonitet som forklaringsvariabel i analysen vår.

5.2 Skade på enkelttrær

Av de skadde prøvetrærne var 36% skadet i flere omganger. Dette er noe høyere enn den gjennomsnittlig skadeprosenten i hele det registrerte materialet vårt, som var 24,3%. Selv om det er en viss forskjell så er den ikke så stor, og sammenligningsgrunnlaget er ikke helt riktig. Skadeprosenten i hele materialet inkluderer skadefrie bestand og andre treslag, mens de skadde prøvetrærne bare er representativ for gran i bestand med skade. På grunnlag av dette kan det derfor ikke sies om det er noe større sannsynlighet for at et tre som har blitt beitet før skal bli beitet igjen. Siden forskjellen er så liten er det større sannsynlighet at det ikke er en sammenheng, og videre analyse ville dermed være av liten nytte.

5.2.1 Barktykkelse og diameter

Resultatene viste at skadeomfanget avtok med økende barktykkelse og diameter. Disse to variablene er naturlig nok sterkt korrelert, og dermed to sider av samme sak. Det er trolig endringer i egenskapene og sammensetningen til barken som er den egentlige forklaringen på dette utfallet. De mest næringsrike delene av barken, kambium og innerbark, vil etter hvert utgjøre en mindre andel av det totale barkvolumet (Hauge 1987, 1993). I tillegg kan hjorten få problem med å gnage av den grove barken på gamle trær. Barken på de større trærne er dermed mindre egnet som mat for hjorten (Hauge 1987, Meisingset 2002). Barktykkelse er også påvirket av boniteten på vokseplassen, og det er ikke nødvendigvis så stor sammenheng mellom barktykkelsen, diameteren og alderen. Beiting bør derfor relateres mer til barktykkelse og diameter enn til alder på trærne. Dette viste også resultatene våre. Det var stor sammenheng mellom skadeomfang og diameter og barktykkelse, mens det var liten sammenheng med alderen.

Hvilke trær hjorten beiter på kan altså være avhengig av næringsinnhold. Næringsinnholdet i trærne er avhengig av flere faktorer, og kan til en viss grad også påvirkes direkte eller indirekte av hjorten. Harrison og Bardgett (2003) beskriver at beiting kan endre kvaliteten og mengden av de substratene som tilføres jorda. Dette påvirker omsetningen av næringsstoffer og produktiviteten til økosystemet og dermed opptaket i trærne. I mange økosystemer styres selektiv beiting mer av plantenes forsvarsmekanismer og smakelighet enn av favorisering av næringsinnhold (Bryant et al. 1992). I tillegg vil beitepresset på de ulike delene av plantene

varierte med fordøyeligheten. Beitepresset kan således variere for planter i det samme området, og viser hvor komplekst og sammensatt interaksjonene mellom trær og herbivorer er.

I skogbruksmessig sammenheng kunne det være nyttig å finne en øvre diameter for når trærne er utsatt for barkskrelling. Det kunne være fint for skogeieren å vite når et bestand har vokst seg ut av "risikodimensjonen". En viss diameterspredning vil det alltid være, særlig på Vestlandet (Øyen 2002). Likevel vil det være slik at et betydelig antall trær blir grove etter hvert. Ut fra materialet vårt vil det være vanskelig å definere en konkret diametergrense. Med en diameter på 25 cm avtok skadeandelen betydelig. Det ble ikke registrert skadde prøvetrær med brysthøydiameter større enn 40 cm, men totalt var det bare seks observasjoner av trær med større diameter enn dette. Det kan antydes at trær med diameter over 25 cm er relativt lite skadeutsatt og når diameteren kommer over 40 cm er faren for skade svært liten. Resultatet vårt stemmer svært godt overens med Hauge (1987) som også fant ut at skadene avtok med økende trediameter.

5.2.2 Kvistsetting og skadeandel

De statistiske testene på kvistsetting viste at det var en betydelig effekt av kvistsetting på skaden enkelttrærne mottok. Trær med en gjennomsnittlig kvistdiameter mindre enn 1,5 cm hadde en mye større frekvens av skade enn trær med gjennomsnittlig kvistdiameter over 1,5 cm. Typen kvist hadde også betydning for skadebildet, men her så det ut til at det var en samvirkende effekt med kvistdiameteren. For trær med frisk kvist hele veien ned var det betydelig mindre skade dersom kvisten var grov. For tørr og rått kvist avtok denne forskjellen, antageligvis siden disse ikke har like stor innvirkning på tilgjengeligheten for hjorten. Hauge (1987) fant også ut at kvistsettingen var av stor betydning, men han undersøkte bare effekten av kvisttype. Han viste at typen kvist gav signifikante forskjeller i skadeomfang, med minst skade på trær med frisk kvist. Hjorten virker å få problemer med å rekke inn til stammen når trærne har frisk og grov kvist, og derfor avstår fra slike trær (Hauge 1987, 1993). Avstanden mellom kvistkransene gav ikke et like tydelig bilde som størrelsen på kvisten, men det var en tendens til at skadeandel økte med økende avstand mellom kvistkransene. Denne sammenhengen er større enn Fig. 12 gav inntrykk av. Årsaken ligger i at sammenhengen mellom skadeandel og kvistavstand ikke er lineær.

Skadeandelen var høyere for trær med liten kvistavstand enn for trær med middels stor kvistavstand (Fig. 13). Trær med minst kvistavstand er i stor grad undertrykte trær, som har hatt tregere diameterutvikling (Fig. 13). Diameteren var svært viktig for skadeomfanget (Fig. 10). Hjortens preferanse for de minste trærne veier trolig tyngre enn preferanse for stor kvistavstand. Med treg diameterutvikling er de minste trærne også skadeutsatt i en lengre periode enn de store og mer rasktvoksende trærne.

5.2.3 Sårstørrelse

Sårene var i hovedsak lange og smale (Fig. 14). Barkgnag skjer ved at hjorten presser fortennene i underkjeven inn i barken og høvler seg oppover i treets lengderetning (Hauge 1987). Sår med mindre bredde enn fem cm ble registrert som “lett skadd”, og ble ikke tatt med i materialet som skadde trær. Det viste seg at svært få av sårene var smalere enn dette. Årsaken til dette er trolig at kjeften på hjorten er såpass bred at når den foretar et gnag vil såret i de fleste tilfeller bli minst fem cm. Smale sår er også av mindre betydning for treets videre utvikling. Bredden på såret er av større betydning for utviklingen av misfarging og råte enn lengden på såret (Veiberg & Solheim 2000). Sår etter hjortegnag er vanligvis så store at risikoen for råteinngang er stor. Veiberg og Solheim (2000) registrerte råte etter hjortegnag i Sunnfjord. De fant infeksjon av mikroorganismer i alle de barkskadde trærne i undersøkelsen sin. Den relativt ufarlige bartrekreftsoppa (*Nectria fuckeliana*) var den mest vanlige sopparten, mens av råtesoppene var det i hovedsak favnvedsoppa (*Cylindobasidium evolvens*) og toppråtesoppa (*Stereum sanguinolentum*) som dominerte. Sårstørrelsen var av stor betydning, og trær med store sår hadde større hyppighet av infeksjoner av råtesoppene, og de spredte seg raskere i veden her.

Kvistsettingen har trolig stor effekt på sårstørrelsen. Kvistavstanden gav signifikant effekt både på sårbredde og lengde. Gjennomsnittlig sårstørrelse var større på trær med kvist < 1,5 cm i diameter og på trær med rått kvist, men disse dataene var ikke statistisk signifikante. Hauge (1987) fant at størrelsen på sårene økte etter hvert som selvkvistingen satte inn.

5.3 Metode for de økonomiske analysene

5.3.1 Bestandsvise analyser

Volumet ble estimert med grunnlag i produksjonstabeller for utynnet gran på Vestlandet etter Øyen (2002). For å finne kulminasjonsalder og volum ved kulminasjon ble det for de laveste bonitetene ekstrapolert i produksjonstabellene. Dette ble gjort fordi produksjonstabellene ikke strakk seg så langt som kulminasjonstidspunkt for bonitet G14 og G17. Volumet for disse bonitetsklassene er usikre, men B. H. Øyen ble konfrontert med dette og dataene ble antatt å være holdbare.

Før skade ville korreksjon av inoptimalt treantall etter Nersten (1998) i første rekke være en korreksjon av kvaliteten på skogen og ikke volumproduksjonen. Øyen (2001) fant at det var en begrenset effekt av plantetetthet på volumproduksjon så lenge forbandet ikke ble større enn 2,5 meter. For de aller fleste bestandene i Fjaler var tretettheten tilfredsstillende etter Øyen (2001) med tanke på volumproduksjon, og justering av verdien på bestandene vil derfor i første rekke gjenspeile kvaliteten.

Etter skade derimot, ville et inoptimalt treantall også kunne påvirke verdien i form av redusert volumproduksjon. I enkelte tilfeller ble treantallet så lavt etter avgang som følge av hjorteskade at det påvirket volumproduksjonen i tillegg til kvaliteten på trærne. Dette var i stor grad påvirket av hvilken avgangsprosent det ble kalkulert med.

I skogøkonomiske kalkyler er det vanlig å presentere resultatet av analysene i netto nåverdi. Våre analyser presenterer de økonomiske virkningene som bruttoverdier der driftskostnader ble utelukket. Driftskostnadene ville ha vært tilnærmet like før og etter skade siden volum og treantall ikke forandret seg vesentlig. I tillegg var ikke formålet med oppgaven å se på drivverdigheten av bestandene, og siden driftsforhold og beliggenhet varierte mye, ville dette ha påvirket resultatet i like stor grad som skadeomfanget. Dette ville gjort det mindre oversiktlig å se effektene av hjorteskadene, og ble således utelukket. Registreringene ville også blitt omfattende, og ble ikke gjennomført på grunn av tidsrammene til feltarbeidet. Det er derfor viktig å merke seg at resultatene gjenspeiler skade på stående virke, og ikke kan betegnes som et tap i driftsnettoen

for det enkelte bestand. Tapet vil også i stor grad påvirkes av de gjeldende tømmerpriser og prisspennt mellom skur- og massevirke. Verditapet for det enkelte bestand kan være uforutsigbart med grunnlag i dette, og de økonomiske beregningene bør tolkes med forsiktighet.

Verdiforringelse på virket var relatert til rotstokken, og det ble forutsatt at rotstokken ble massevirke etter skade (Veiberg & Pettersen 2000). Volumet av rotstokken ble estimert med en grunnflate på 6 m²/daa (Øyen 2002) og en lengde på 3m (Sogn og Fjordane Skogeigarlag 2005). Det ble ved disse beregningene ikke tatt hensyn til hvilke type trær som opplever mest skade, og det er nærliggende å tro at dette kan påvirke resultatet. Det var større skadeandel på de mindre trærne i feltregistreringene (Fig. 10), og dette var trær som i mange tilfeller ville ha bukket under i selvtynning. I så måte kan verditapet være overestimert. Tretekniske kvaliteter på trærne vil også påvirke verdiforringelsen. Trær som i utgangspunktet er lite verdifulle vil ikke bli vesentlig forringet av hjorteskader.

Forutsetningen om at rotstokken ble nedklassifisert til massevirke etter skade kunne vært gjort på en annen måte. Nersten et al. (1999) så på økonomiske tap av elgskader, og fant at det ble et betydelig mindre tap dersom man kappet den første 1,5 meteren til bult istedenfor en 3 meters rotstokk til massevirke. Dersom råte som følge av barkgnag ikke etablerer seg langt oppover i stammen kunne dette vært et alternativ å foretrekke. Spesielt ville det være aktuelt dersom skaden opptrer seint i omløpet og avvirkning skjer kort tid etter skadetidspunktet. Det er heller ikke sikkert at alle trær som opplever barkgnag blir angrepet av råte, og dermed ikke blir vesentlig kvalitetsforringet. Sannsynligheten for at råte inntreffer varierer med størrelse, tidspunkt og lokalitet av skaden (Veiberg & Solheim 2000). Dette ville ha stor innvirkning på verditapet, da ikke alle skadde trær ville representert noe økonomisk tap. Ved feltregistreringene ble dette tatt høyde for, og det ble kun registrert skade på de trærne som hadde store nok sår til at råteangrep var å forvente (Veiberg & Pettersen 2000).

Rentekravet vil ha mye å si for verdiberegningene. I denne oppgaven er renten satt til 2,5%. Det var mest rimelig at det ble regnet med en rente før skatt med tanke på å forenkle de økonomiske beregningene og at det ble regnet i bruttoverdier (Pers. medd. B. Solberg).

5.3.2 Inntekter fra hjortejakt

Hjorten representerer også en inntektskilde og det ble derfor estimert inntekter i form av kjøttverdi og betalingsvillighet for jakt. Dette ble gjort ved å gjøre en liten markedsanalyse blant forskjellige aktører som selger hjortejakt. Prisene som det ble regnet med tok utgangspunkt i at grunneierne solgte all jakt, med unntak av prisene hentet fra Aarhus (2005). Det ble også forutsatt at disse verdiene reflekterte egenverdien som grunneieren ville ha hvis han jaktet selv. Aktørene som ble forespurt var ikke lokale aktører, men Statskog sine priser var gjeldende for Fjaler kommune. Disse samsvarte godt med prisene fra de andre aktørene, og det ble antatt at betalingsvilligheten i stor grad ville ligge innen dette spekteret.

5.3.3 Økonomiske ringvirkninger for Fjaler kommune

Beregningene for Fjaler kommune var mer overfladiske enn de bestandsvise beregningene. Likevel vil disse beregningene gi et brukbart bilde over situasjonen i kommunen siden det ble tatt hensyn til aktivitetsnivået i skogbruket og den totale avkastningen fra hjortejakt i kommunen. Resultatene vil i stor grad være avhengig av hvor mye som avvirkes, skadeprosenten og hvor mye hjort som felles. Det var likevel et stort spenn mellom inntektene fra hjort og skog, og det vil være rom for store forandringer uten at man kan trekke en annen slutning.

Beregningene tok for seg forskjellige senarioer basert på faktiske tall fra 2004 og for det som ble antatt å være en bærekraftig forvaltning av ressursene. Avskytingen av hjort har vært økende de siste årene, men vil sannsynligvis ikke kunne fortsette å øke så lenge inn i fremtiden (Meisingset 2002). Avvirkningen derimot vil kunne øke i fremtiden som følge av at mer skog oppnår hogstmoden alder. Beregningene med disse forutsetningene ble derfor tenkt å kunne representere den variasjonen som er å forvente, og gi et bilde av hva som kan være fornuftig å basere forvaltningen på. Det ville også vært hensiktsmessig å regne på tapet på ungskog av hjort, da denne skogen i noen tilfeller aldri vil oppnå hogstmoden alder. Dette var det ikke grunnlag for i denne oppgaven, men bør vurderes i en mer komplett analyse av konsekvensene for kommunen.

5.4 Økonomiske forhold

5.4.1 Bestandsnivå

Resultatene viste at det var store spenn i verditapet. Verditapet var i stor grad påvirket av treantall, bonitet, skadeandel og hvor stor del av de skadde trærne som overlevde frem til kulminasjon. Den opprinnelige tretettheten hadde betydning for verdien både før og etter skade. Ved for stor utgangstetthet kunne dette gjøre at skadene ikke representerte så stort verditap, og i enkelte tilfeller (bestand nr 16 og 41) førte skadene til en verdiøkning i form av et bedre treantall etter avgang. I disse tilfellene ville antageligvis selvtynning ha inntruffet uansett, og det kan være at skadene reelt sett ikke hadde noen økonomisk betydning siden treantallet ville blitt redusert også uten skade fra hjort. Tretettheten var også påvirket av hvor mange av de skadde trærne som gikk ut etter skade.

De forskjellige avgangsprosentene førte til store variasjoner i tap, som oftest med større tap med økende avgang. Vi valgte å bruke 30% avgang av skadde trær som det mest realistiske alternativet. Veiberg & Pettersen (2000) opererte med en avgang på 50%, men det er usikkert hva som er riktig, og etter samtaler med sentrale personer ble dette sett på som litt høyt. Putman & Moore (1998) mente at barkgnag sjelden fører til at trærne dør, noe som forsterker mistanken om at 50% er et høyt estimat. Det var en generell tendens til at hjorten prefererte trær med økonomisk god kvalitet, det vil si trær med lite kvist på god bonitet. Dette vil være lite gunstig for eieren som verdsetter de samme egenskapene.

Boniteten hadde stor innvirkning på verditapet. Det var en generell tendens til at verditapet økte med økende bonitet, noe som kommer av økt produksjonsevne. Det vil også være kortere omløpstider på bedre boniteter, noe som vil forsterke verditapet siden innbetalingene vil komme tidligere og dermed ha en større nåverdi. Prisspennet mellom skur- og massevirke vil også ha mye å si for verditapet. Det er i denne oppgaven brukt priser gjeldende for 2005, og hvordan prisene utvikler seg i fremtiden er usikkert.

Sluttavvirkning av gran på Vestlandet blir i mange tilfeller utført før kulminasjon inntreffer (Hauge 1993, Pers. medd. M. Mo). Avvirkning på et tidligere tidspunkt vil påvirke tapet, og vil i

mange tilfeller være å anbefale i hardt rammede bestand (Veiberg & Pettersen 2000). På den måten får man startet et nytt omløp med friske trær tidligere, noe som gir en større verdiproduksjon. For at dette skal være gjeldende er det nødvendig at man begrenser skadene på den nyetablerte skogen i størst mulig grad, noe som kan virke vanskelig med dagens hjortebestand. Det vil være av stor viktighet å ta hensyn til slike faktorer i beslutningsgrunnlaget.

Verditapet ble beregnet i kr/daa ved kulminasjon/slutthogst. Dette ble gjort for på en best mulig måte vise tapet som den enkelte grunneier opplever. Ettersom skogen allerede står der, og skaden er et faktum, vil det økonomiske tapet være best representativt som dagens verdi eller verdi ved slutthogst. Skader av hjort i Fjaler kommune har vist seg å være betydelige. Hvis man ser utelukkende på tapet på granskog i Hkl. 3 vil dette ha store negative innvirkninger på økonomien ved skogsdriften for de enkelte grunneierne. I tillegg kommer skade på ungskog av gran og furu i området, som ved feltarbeidet ble observert å være betraktelig. Det er også store tap på innmark som følge av hjortebeiting (Veiberg 2001, Thorvaldsen & Rivedal 2005) og totalt sett representerer hjorten en stor økonomisk byrde for enkelte grunneiere, spesielt i områder som opplever store konsentrasjoner av hjort.

5.4.2 Inntekter fra hjortejakt

Hjorten representerer ikke bare et økonomisk tap. Hjort er en verdifull ressurs som grunneierne kan profitte på gjennom salg av kjøtt og jakt. Ved beregning av det økonomiske tapet for grunneieren ville det være lite hensiktsmessig å ikke iberegne disse inntektene. Resultatene viser at inntekter i form av jakt og kjøtt har stor verdi (Tabell 9, Tabell 10 og Tabell 11). Inntektene fra hjortejakt kan sies å være nokså jevnt fordelt på de enkelte grunneierne ettersom fellingsløyver baseres på størrelsen på eiendommen. Skadene derimot vil oppleves å være mye mer varierende avhengig av hvilke områder som er godt egnede hjortehabitat og ikke (Veiberg & Pettersen 2000). Dette fører til en ujevn fordeling av tapet i forhold til inntektene fra hjorten og har vært et omdiskutert tema.

For at skogeierne som opplever store skader på sin eiendom skal få en kompensasjon for dette, kunne det være en løsning å innkreve en ekstra avgift på fellingsavgiften innad i jaktvald som

tilfaller hardt belastede grunneiere (Meisingset 2002). På denne måten vil tapte inntekter fra skogsdriften til en viss grad kunne erstattes med inntekter fra hjortejakta og gi en bedre fordeling av utgifter og inntekter relatert til hjorten mellom grunneierne. Følsomhetsanalysen av betalingsvilligheten for hjort viste at det var ganske store variasjoner i resultatet. Inntektsmulighetene fra hjort kan således variere, men vil uansett være vesentlige. Gjennomsnittet av prisene fra aktørene og følsomhetsanalysen ble brukt som grunnlag for å verdsette hjorten.

Dagens hjortestamme i Fjaler er mer tallrik enn ønskelig (Pers. medd. L. J. Løseth), og en reduksjon i hjortebestanden i fremtiden vil muligens redusere skadeomfanget. En redusert bestand kan redusere tapet, men vil også påvirke inntektsmulighetene. Verdiene som det har blitt operert med i denne oppgaven kan derfor være store i forhold til hva som vil være realiteten i fremtiden. Om forholdet mellom skadeintensitet og antall dyr vil forholde seg stabilt er usikkert, og vil ha betydning for om en redusert bestand vil gi mindre skade.

Hvordan tapet som følge av hjorteskader oppleves av de enkelte grunneierne, vil variere med hvordan de verdsetter jakt (Veiberg & Pettersen 2000), aktivitetsnivået til skogeieren og drivverdigheten av skogen. Hvis grunneieren er en aktiv jeger med stor interesse i hjort kan han oppleve skadene fra hjorten som akseptable så lenge det gir grunnlag for å jakte. Er skogeieren derimot aktiv i skogen og er avhengig av inntektene fra skogsdriften, vil hjorten være en belastning uansett hvor mye hjort han kan høste. Beliggenhet og drivverdighet av bestand vil også ha stor betydning for hvordan hjorteskadene tolkes. Hvis det er store skader i et bestand som er lite drivverdig i utgangspunktet, vil skadene antageligvis ikke oppleves som noe stort tap ettersom det ville vært lite økonomi i å avvirke bestandet uansett. Slike bestand kan med fordel fungere som ly og mat for hjorten, og kanskje pleies med mål om at de kan allokere en del av skadene fra andre mer verdifulle bestand. I mange tilfeller vil de områdene som har størst konsentrasjon av hjort også få forholdsvis flere hjorteløyver og hjorteløyvene vil i mange tilfeller baseres mer på arealet av innmark enn arealet av skog og utmark (Pers. medd. L. Løseth). De mest belastede grunneierne vil på denne måten få en større inntektsmulighet fra hjorten.

Resultatene viste at det var kun i den laveste observerte boniteten (G14) at inntektene fra hjorten var større enn utgiftene (Tabell 9). I Fjaler kommune er det for det meste gode boniteter, og det vil i stor grad være et tap assosiert med hjorten for de enkelte bestandene. Tapet vil også variere mellom grunneiere og geografiske regioner avhengig av skadeintensiteten. Putman & Moore (1998) påpekte at det er vanskelig å konkretisere hvor stor betydning skade har for økonomien på lang sikt siden mye av effektene kan forsvinne over tid. Som et eksempel kan dette gjenspeiles ved at skadde trær som dør kanskje uansett ville ha gått ut som følge av selvtynning. I enkelte tilfeller kan skade til og med være positivt (Putman & Moore 1998). Dette belyser hvor vanskelig det er å beregne et tap for et bestand som skal avvirket langt frem i tid. Således bør oppgjør for skade med fordel gjøres på grunnlag av de dataene som blir tilgjengelige ved slutthogst, mens registreringer av skade på produksjonsskog bør fungere som en veiledning for hva som kan gjøres av skjøtseltiltak for bestandet.

5.4.3 Ringvirkninger for Fjaler kommune

De økonomiske beregningene for Fjaler kommune sett under ett, gav et annerledes perspektiv på problemstillingene. Likevel må det presiseres at det her bare blir tatt hensyn til kostnadene hjorten påfører granskog gjennom å gnage bark. Andre kostnader som følge av trafikkulykker, samt skade på dyrket mark og ungskog kan være betydelig (Thorvaldsen & Rivedal 2005, Veiberg 2001), men er ikke tatt med i denne kalkylen.

Ved at det ble tatt hensyn til den årlige avvirkningen i kommunen ble den faktiske økonomiske betydningen av skogbruket i kommunen tatt hensyn til. Resultatene (Tabell 10) viste at det var lønnsomt med hjort for alle scenarioer, og at det var langt større inntekter fra hjort enn fra skogbruket i Fjaler. Dette skyldes i hovedsak at den årlige avvirkningen har vært forholdsvis lav og vil være lav i fremtiden basert på balansekvantumet for kommunen. Isolert sett for skogbruket i Fjaler er det derfor større inntekter fra hjorten enn utgifter.

Det er derimot store variasjoner mellom forskjellige grunneiere og områder. Meisingset (2002) mente at en løsning kunne være å innkreve en ekstra avgift på fellingsavgiften innad i jaktvald som tilfaller hardt belastede grunneiere. Med dette som grunnlag ble det regnet ut et gjennomsnittlig tap per felte hjort. Resultatene viste at tapet fra den årlige avvirkningen av

balansekvantum representerte et tap på 682 kr/hjort (Tabell 11). En mulighet for forvaltningen i kommunen ville være å ha en handlingsplan for hjorteviltet hvor det innkreves ett tilsvarende beløp som tapet per felte hjort. Dette kunne så fordeles til de skogeierne som har avvirket skog med et tap som følge av hjort. Fordelingen kunne gjøres ved at det utbetales ett beløp avhengig av hvor mye skogeieren har avvirket i perioden og hvor hard skadebelastningen er.

Registrering av skadeomfang vil være nødvendig ved en slik prosedyre, og kan være krevende. En praktisk metode å gjøre dette på ville være å utføre skaderegistreringer under områdetaksten eller ved at skogbrukslederen danner seg et bilde av omfanget ved planlegging av avvirkning for en eiendom. En mulighet kunne også være at hogstmaskinføreren utfører registreringen ved hogst og dermed kan dataene behandles direkte gjennom datasystemene. Siden det er de skogeierne som forsyner hjorten med vinterbeite som sitter med de fleste utgiftene (Hauge 1993), vil man gjennom å ha en god oversikt over hvor hjorten oppholder seg om vinteren kunne redusere registreringene til mindre områder. Siden inntektene fra hjorten er av større betydning enn skogsdriften for området, kunne utgifter relatert til registreringsarbeidet belastes fellingsavgiftene noe som ville utgjøre et forholdsvis lite beløp tatt i betraktning verdien av hjorten.

Hjorten gjør skade på innmark, ungskog og muligens også på andre felt som ikke reflekteres i denne oppgaven. Hjorten kan også påvirke biodiversiteten i området (Veiberg 2001) i tillegg til at den har et potensiale for turisme utover jakt. Slike direkte og indirekte faktorer bør også iberegnes på kommunalt plan for å kunne gi et bilde av omfanget i sin helhet. En god metode for å beregne fordeling av tilskudd eller erstatning er derfor avhengig av gode registreringer på alle disse feltene og vil være viktig for beslutningsgrunnlaget.

Det er mange faktorer som påvirker utregningene i denne oppgaven og det er viktig med en oppdatering av materialet hvis metoden skal kunne brukes også i fremtiden (Veiberg 2000). Det er også viktig å ta hensyn til begrensningen av metodene og ta høyde for den usikkerheten som følger av metoden, men den bør likevel kunne gi et estimat som er veiledende når den tilpasses lokale forhold.

5.5 Tiltak for å imøtekomme problemene med beiting på skogen

Det er viktig for skognæringen å være klar over at skogskjøtsel indirekte også fungerer som skjøtsel eller forvaltning av hjortehabitat (Reimoser & Gossow 1996) og på den måten kan påvirke skadeomfanget. God skogskjøtsel tar ikke bare hensyn til å produsere tømmer, men også biologiske, rekreasjonsmessige, politiske og allmenne hensyn. For å belyse dette er det her sett på ulike skjøtseltiltak som kan være av betydning for å begrense skader på skog av hjort.

Ved å ha et godt innslag av prefererte beitearter som osp, rogn og selje i skogen kan disse redusere en del av beitetrykket på bartrærne som i de fleste tilfeller er fremtidstrærne vi satser på (Meisingset 2002). Ved forynging av skogen vil det være aktuelt å tenke over hvilket treslag som det bør satses på i fremtiden ut i fra skoglige forhold, men er det problemer med mye hjorteskade, bør også dette vurderes ved valg av treslag (Hauge 1993).

Det er også viktig å ha et overskudd av planter, slik at det tåles en del beiting uten at det går ut over den fremtidige verdiproduksjonen (Andrèn & Angelstam 1993, Fällman et al. 2003). Det vil i mange tilfeller være de minste trærne som blir beitet og de vil uansett gå ut gjennom selvtynning. Ved å ha et overskudd av planter vil også fremtidstrærne være bedre beskyttet enn hvis de står alene på en hogstflate (Andrèn & Angelstam 1993, Reimoser & Gossow 1996).

Reimoser & Gossow (1996) påpekte at mattilgangen er bedre tilgjengelig over tid og rom for hjortedyr i områder hvor skogen skjøttes for naturlig foryngelse under skjerm enn i et reint bestandsskogbruk. Det vil med andre ord også være mindre forskjell mellom mattilgangen mellom sommer og vinter, noe som gjør at det blir mindre skade på trærne i vinterhalvåret som er den mest kritiske perioden for skogbruket. Med dette som grunnlag vil det være å anbefale å prøve å forandre skogsdriften over mot selektive hogster i utsatte områder. Gjeldende skjøtselsregime på Vestlandet vil derimot gjøre selektive hogster problematisk grunnet tette, ensaldrede granbestand og vanskelige foryngelsesforhold. Reimoser & Gossow (1996) belyser også viktigheten av faktorer som ikke er styrt av mattilgang. Dette kan være terrengforhold, klima, kanteffekt, forstyrrelser, konkurranse og muligheten for skjul. Et skoglandskap som er nærmere det "naturlige" vil i stor grad føre til større grad av fleksibilitet for hjorten, mens bestandsskogbruket i mange tilfeller vil føre til at hjorten blir "fanget" i enkelte områder. En slik økologisk "felle" vil forsterke belastningen for området, og kan i sammenheng med lite alternativ

mattilgang (vinterstid) føre til økt skadefrekvens på skog. I hvilken grad dette er av betydning for Vestlandet kan diskuteres, da granbestand ofte er i en mosaikk omgitt av andre landskapstyper og det meste av ønskede habitatkrav for hjorten oppfylles. Det er derimot i områder med mye gran og lang avstand til bedre beitehabitat at slike tiltak kan være aktuelle, da hjorten ikke vil ha noen gevinst av å forflytte seg for å beite og derfor blir værende.

5.6 Videre forskning

Under feltarbeidet observerte vi også en god del skade på ungskog av gran og furu, og barkgnag på sitkagran. Innenfor disse feltene er det gjort svært få vitenskaplige undersøkelser i Norge. Det er et klart behov for videre forskning på temaet rundt skader av hjort på skog utover det som er undersøkt i denne oppgaven. I første rekke vil det dreie seg om å skaffe en oversikt over omfanget av skade, for å kunne skape et helhetlig bilde av skadesituasjonen slik den utarter seg for området for å kunne utføre en bedre forvaltning. Det kunne også være ønskelig å utvikle en registreringsmetodikk for taksering av skade i ungskog.

6. Konklusjon

Denne oppgaven har sett på mange faktorer som påvirker interaksjonene mellom hjort og skog og konsekvensene det får for forvaltningen. Økonomisk er hjorten lønnsom for Fjaler kommune sett under ett, men for de enkelte grunneierne vil resultatet variere. Størsteparten av de undersøkte områdene opplever store konsentrasjoner av hjort og grunneierne i disse områdene får derfor et betydelig tap på skogen. Spesielt gjelder dette for bestand med god bonitet og god økonomisk drivverdighet i utgangspunktet. Siden det er forholdsvis liten avvirkning i kommunen er det likevel et positivt resultat av hjorten når tap på skog veies opp mot inntektene fra hjort på kommunalt plan. Det er imidlertid viktig å være klar over at tap på innmark og andre felt vil påvirke resultatet og trolig gi et mer nyansert bilde.

Omfanget av barkskader etter hjort er svært høyt i Fjaler kommune, men de lokale forskjellene er store. Det er trolig mange årsaker til denne variasjonen og det synes umulig å lage en god modell til å predikere skaderisiko for det enkelte bestand. I dette studiet var skadeomfanget størst på de minste trærne, på trær med lite kvist, i tette bestand som heller mot nord og øst og i nærheten av kysten. I tillegg har bonitet og avstand til dyrket mark vist seg å være av stor betydning i andre studier. Det må presiseres at det var store avvik i materialet, noe som trolig kan forklares med at hjortens preferanser er svært komplekse.

7. Referanser

- Albon, S. D. & Langvatn, R. 1992. Plant phenology and the benefits of migration in a temperate ungulate. - *Oikos* 65: 502- 513.
- Andrén, H. & Angelstam, P. 1993. Moose browsing on Scots pine in relation to stand size and distance to forest edge. - *Journal of Applied Ecology* 30: 133-142.
- Braastad, H. & Pettersen, J. 1995. Planting. - SKI-Resyme. Nr 4. Skogbrukets Kursinstitutt. Kan lastes ned fra <http://www.skogkurs.no/Resyme/4/res4.html>. [21. mars 2006].
- Bryant, J.P., Reichardt, P.B. & Clausen, T.P. 1992. Chemically mediated interactions between woody plants and browsing mammals. Management implications. - *Journal of Range Management* 45:18-24.
- Burnham, K. P. & Anderson, D. R. 1998. Model selection and multimodel interference. A practical information- Theoretic approach. 2nd. Edition. - Springer-Verlag. New York: 488 s.
- DNMI. u.å. Observasjoner og klimastatistikk. Kan lastes ned fra http://met.no/observasjoner/sogn_og_fjordane/normaler_for_kommune_1429.html?kommuner [02. februar 2006]
- DNMI. Klimaavdelingen u.å. Frekvens av vindretning (DD) grader og vindhastighet (FF) Beaufort på Ytterøyane fyr i perioden 1987-1998. Kan lastes ned fra http://planverk.nofo.no/_data/5777.txt [09. februar 2006].
- Debeljak, M., Dzeroski, S., Jerina, K., Kobler, A. & Adami, M. 2001. Habitat suitability modelling for red deer (*Cervus elaphus* L.) in South-central Slovenia with classification trees. - *Ecological Modelling* 138: 321- 330.
- Fitje, A. 1989. Tremåling. – Landbruksforlaget. Oslo: 190 s.

- Fällman, K., Lignè, D., Karlsson, A. & Albrektson, A. 2003. Stem quality and height development in a *Betula*-dominated stand seven years after precommercial thinning at different stump heights. - *Scandinavian Journal of Forest Resources* 18: 145-154.
- Hauge, E. 1987. Skader på skog av hjort (*Cervus elaphus atlanticus* L.) i Møre og Romsdal, Sogn og Fjordane og Hordaland. - Hovedoppgave ved Institutt for skogskjøtsel. Norges landbrukshøgskole. Ås: 57.
- Hauge, E. 1993. Hjort og skogskader. En veileder i skogskjøtsel og hjorteforvaltning. - Landbruksdepartementet og Det Norske Skogselskap: 19.
- Jerina, K. & Miha, A. 2004. Analysis and Spatial Modelling of Winter and Annual Habitats of the Red Deer (*Cervus elaphus* L.) in the Dinaric Forests of South-Western Slovenia with Decision Trees in a Raster GIS Environment. - Fourth European Conference on Ecological Modelling. Bled, Slovenia. Kan lastes ned fra <http://www-ai.ijs.si/SasoDzeroski/ECEMEAML04/presentations/040-Jerina.pdf> [10. mars 2006].
- Langvatn, R. 1990. Hjorten. Norges dyr. Pattedyrene 2. - J. W. Cappelens Forlag. Oslo: 81- 100.
- Langvatn, R. 1994. Climate-associated variation in the resource base for red deer (*Cervus elaphus*), - relationships to body size and reproductive performance within and between cohorts. Artikkelsamling. General discussion. - Department of Biology, University of Oslo: 26-30.
- Langvatn, R. & Hanley, T. A. 1993. Feeding-patch choice by red deer in relation to foraging efficiency. - *Oecologia* 95: 164-170.
- Licoppe, A. M. 2005. The diurnal habitat used by red deer (*Cervus elaphus* L.) in the Haute Ardenne. - *European Journal of Wildlife Research* (Online first publication): 1-7. Kan lastes ned fra www.springerlink.com [15. mars 2006].

- Licoppe, A. M. & De Crombrughe, S. A. 2003. Assessment of spring habitat selection of red deer (*Cervus elaphus* L.) based on census data. – European Journal of Wildlife Research 49: 1-13.
- McIntyre, E. B. 1972. Barkstripping- A natural phenomenon. - The journal of the Royal Scottish Forest Society 26: 43- 50.
- Meisingset, E.L. 2002. Vinterbeitereregistreringer for hjort på Rødvenhalvøya i Rauma kommune. Rapport. - Ressurssenteret i miljølære, Tingvoll: 44.
- Meisingset, E. L. 2003. Hjort og Hjortejakt i Norge. – Naturforlaget. Oslo: 232 s.
- Meteorologisk institutt. U.Å. Klimastatistikk. Normaler for kommuner: Fjaler (K). Meteorologisk institutt. Kan lastes ned fra <http://met.no/observasjoner/index.html> [3. februar 2006].
- Montgomery, D. C. 2001. Design and analysis of experiments. 5th Edition. - Johns Wiley & Sons Incorporated. New York: 684 s.
- Montgomery, D. C., Peck, E. A. & Vining, G. G. 2001. Introduction to Linear Regression Analysis. 3rd Edition. - Johns Wiley & sons Incorporated. New York: 641 s.
- Mysterud, A., Langvatn, R., Yoccoz, N. G. & Stenseth, N. C. 2002. Large-scale habitat variability, delayed density effects and red deer populations in Norway. - Journal of Animal Ecology 71: 569-580.
- Mysterud, A. & Østbye, E. 1999. Cover as a habitat element for temperate ungulates: effects on habitat selection and demography. - Wildlife Society Bulletin 27: 385- 394.
- Nabuurs, G. J. 1996. Quantification of herb layer dynamics under tree canopy. - Forest Ecology and Management 88: 143- 148

- Nersten, S., Eide, B. & Veidahl, A. 1998. Beregning av korreksjonsfaktorer for inoptimalt treantall, samt optimalt treantall ved planting og regulering. - Rapport fra skogforskningen – Supplement 5: 1-74.
- Nersten, S., Eid, T. & Heringstad, J. 1999. Økonomiske tap på grunn av elgskader beregnet eiendomsvis. - Rapport fra Skogforskningen – Supplement 9: 1-37.
- Nybakk, E. & Stefenrem, A. 2005. Barkfunksjoner for sagtømmer av gran og furu til bruk i hogstmaskiner. – Skogforsk. Oppdragsrapport 2/05: 1-30.
- Olsen, R. V. 2006. Multipl regressjon med data fra CIVIC-, TIMSS- og PISA- undersøkelsene. Kan lastes ned fra [http://folk.uio.no/rolfvo/Multipl regressjons og variansanalyse.pdf](http://folk.uio.no/rolfvo/Multipl_regressjons_og_variansanalyse.pdf) [10. mars. 2006].
- Putman, R. J. & Moore, N. P. 1998. Impact of deer in lowland Britain on agriculture, forestry and conservation habitats. - Mammal Review 28: 141-164.
- Reimoser, F., Armstrong, H. & Suchant, R. 1999. Measuring forest damage of ungulates: What should be considered. - Forest Ecology and Management 120: 47- 58.
- Reimoser, F. & Gossow, H. 1996. Impact of ungulates on forest vegetation and its dependence on the silvicultural system. - Forest Ecology and Management 88: 107-119.
- Samdal, B. 2003. Måltrettet hjorteforvaltning - bedre ressursutnytting. – Landbruksforlaget Oslo: 144 s.
- Skog-Data AS. 2006. Statistikk, virkesstatistikk for Sogn og Fjordane 2004. [20. mars 2006]. Kan lastes ned fra [http://www.skogdata.no/filer/virkesstatistikk_2004 - Sogn og Fjordane.pdf](http://www.skogdata.no/filer/virkesstatistikk_2004_-_Sogn_og_Fjordane.pdf).
- Sogn og Fjordane Skogeigarlag. 2006. Tømmerpriser for 2005. Kan lastes ned fra <http://www.sfskog.no/FastStoff/Tommerprisar.html> [1. februar 2006].

- Solem, S. 2005. Habitat preference for red deer *Cervus elaphus atlanticus* in eastern Norway. Mastergradsoppgave. - Universitetet for Miljø og Biovitenskap, Institutt for Naturforvaltning: 37 s.
- Solheim, J. T., Pedersen, K. V. & Klaesson, P. 2003. Hjort – fra hale til hode. – Landbruksforlaget Oslo: 232.
- SSB. 2005. Hjortejakt, foreløpige tall, 2004. - Statistisk sentralbyrå. Kan lastes ned fra <http://www.ssb.no/emner/10/04/10/hjortejakt/> [03. februar 2006].
- SSB. u.å. Statistikkbanken. Emne 10, Næringsvirksomhet. Tabell 03434: Felte hjort (K). - Statistisk sentralbyrå. Kan lastes ned fra <http://statbank.ssb.no/> [3. februar 2006].
- Thorvaldsen, P. & Rivedal, S. 2005. Verknad av hjortebeiting på innmark. - Vestlandsk Landbruk 92 (7/8): 6-8.
- Veiberg, V. 2000. Kan bruk av saltstein førebygge skogskader av hjort? - Norsk Skogbruk 2000: 20-22.
- Veiberg, V. 2001. Sluttrapport Hjorteskadeprosjektet 1998-2000. - Norsk Hjortesenter, Rapport. 1: 1-58.
- Veiberg, V. & Pettersen, J. 2000. Registreringer og taksering av borknag på gran. - Hjorteskadeprosjektet, Rapport. 3: 1-32.
- Veiberg, V. & Solheim, H. 2000. Råte etter hjortegnag på gran i Sunnfjord. - Rapport fra skogforskningen 18: 1-16.
- Øyen, B. H. 2002. Bestandsutvikling og produksjon i utynnede plantefelt med gran på Vestlandet. - Rapport fra Norges Landbrukshøgskole 1: 42-51.

Øyen, B. H., Øen, S. & Skatter, J. 2001. Planteavstandens betydning for bestandsutvikling og lønnsomhet i en vestnorsk granplanting. - Rapport fra skogforskningen 8: 1-20.

Aarhus, A. 2005. Korleis kan vi setje verdien av en hjort. - Vestlandsk Landbruk 92 (7/8): 10-11.

8. Personlige meddelelser

Navn	Stilling	Institusjon
Hauge Egil	Seksjonssjef	Fylkesmannen i Hordaland – Miljøvernavdelinga
Lauvstad Hans Fredrik	Seniorkonsulent	Fylkesmannen i Sogn og fjordane. Landbruksavdelinga.
Løseth Leiv Jørgen	Sakshandsamar (Viltansvarleg)	Fjaler Kommune
Mo Magnus	Heradskogmeister	Førde kommune
Pettersen Jon	Fagsjef Økonomi og planlegging	Skogbrukets kursinstitutt
Solberg Birger	Professor i skogøkonomi og skogpolitikk	UMB – INA
Taskjelle Olav	Administrasjonssjef	Vestskog BA
Øyen Bernt Håvard	Forsker/Daglig leder	Skogforsk avd. Bergen

Vedlegg

Vedlegg 1. Skjema for registreringer på prøveflater.

Refnr	
Eigarnr/Teig nr	
Bestand nr	

[illegible]

Vedlegg 2. Skjema for registreringer på prøvetrær

Refnr	
Eigarnr/Teig nr	
Bestand nr	

[illegible]

Vedlegg 3. Skjema for skildring av bestand

Dato:

Refnr	
Eigarnr/Teig nr	
Bestand nr	

Alder:

Overhøyde:

Bonitet:

-Tilgrensande områder. Kva type mark/skog?

-Vegetasjonstype (Om det ikkje er veg. i bestandet så brukar vi nabobestand/bestandskant)

-Merknad om vi ser noko spesielt.

-Generell terrengskildring for å letta arbeidet for andre å bruka arbeidet vårt i økonomiske utrekningar (taubane/traktor m vinsj/lassbærer).

-Driftsveglengd:

-Skurandel

Vedlegg 4. Korrelasjon mellom forklaringsvariablene.
Bestandsgjennomsnitt

	Antall lauv	Lauv (Busk)	Antall furu	Beiteplanter	Bunn- vegetasjon	Tråkk	Avstand fulldyrket	Avstand- overflate- dyrket	Avstand kyst	BH- Alder	Bonitet	Helnings- grad	Hoh midt	Hoh nedre kant
Lauv (Busk) P	0,440 0,006													
Antall furu P	0,296 0,071	0,087 0,605												
Beiteplanter P	-0,122 0,466	-0,211 0,202	0,251 0,129											
Bunnvegetasjon P	-0,008 0,962	-0,08 0,633	0,269 0,102	0,455 0,004										
Tråkk P	0,012 0,943	-0,213 0,199	-0,232 0,162	-0,015 0,931	-0,126 0,452									
Avstand fulldyrket P	0,044 0,795	-0,131 0,433	0,328 0,044	-0,104 0,536	0,102 0,542	-0,025 0,883								
Avstand overflatedyrket P	0,017 0,918	-0,173 0,299	0,338 0,038	0,017 0,917	0,088 0,599	-0,038 0,819	0,933 <0,001							
Avstand kyst P	0,163 0,328	0,103 0,539	0,023 0,891	0,092 0,583	-0,140 0,403	0,371 0,022	-0,071 0,671	-0,100 0,549						
BH- Alder P	-0,111 0,511	-0,036 0,832	0,244 0,146	-0,071 0,676	-0,022 0,897	0,014 0,935	0,490 0,002	0,465 0,004	-0,226 0,178					
Bonitet P	0,091 0,585	-0,06 0,721	-0,025 0,881	-0,231 0,164	-0,588 <0,001	-0,026 0,876	-0,143 0,391	-0,112 0,502	0,329 0,044	-0,176 0,299				
Helningsgrad P	0,118 0,486	0,005 0,976	-0,122 0,471	-0,559 <0,001	-0,260 0,120	0,041 0,811	0,203 0,229	0,200 0,236	0,128 0,449	0,143 0,404	0,376 0,022			
Hoh midt P	-0,024 0,885	0,092 0,584	-0,218 0,188	-0,359 0,027	-0,256 0,120	0,398 0,013	0,109 0,513	<0,001 0,999	0,441 0,006	-0,179 0,288	0,123 0,461	0,087 0,610		
Hoh nedre kant P	-0,009 0,960	0,092 0,581	-0,224 0,176	-0,356 0,028	-0,242 0,143	0,377 0,02	0,121 0,469	0,017 0,917	0,449 0,005	-0,168 0,321	0,112 0,505	0,062 0,717	0,993 <0,001	
Eksponeering P	0,208 0,211	0,258 0,118	0,099 0,555	-0,281 0,087	-0,150 0,369	-0,296 0,077	0,077 0,646	-0,026 0,878	-0,232 0,161	-0,096 0,572	0,046 0,784	-0,055 0,748	0,092 0,585	0,100 0,552

Prøveflater

	Antall trær	Bunn- vegetasjon	Beiteplanter	Lauv (Busk)	Antall lauv
Bunnvegetasjon	0,006				
P	0,905				
Dekning beiteplanter	0,122	0,315			
P	0,011	<0,001			
Lauv (Busk)	-0,036	0,067	0,051		
P	0,457	0,167	0,293		
Antall lauv	0,113	0,061	0,031	0,180	
P	0,020	0,205	0,520	<0,001	
Antall furu	0,067	0,127	0,090	0,006	0,019
P	0,167	0,009	0,063	0,899	0,699

Enkelttrær

	D 1,3	Barktykkelse	Avstand kvistkrans
Barktykkelse	0,661		
P	<0,001		
Avstand kvistkrans	0,449	0,153	
P	<0,001	<0,001	
Kvistklasse	0,570	0,372	0,370
P	<0,001	<0,001	<0,001

Vedlegg 5. Tabell fersk skade

Oversikt over bestand der fersk skade ble registrert. Fersk skade er presentert som antall prøvetrær med fersk skade i prosent av totalt antall skadde prøvetrær i det enkelte bestand. Diameter, barktykkelse og avstand mellom kvistkransene viser gjennomsnittsverdien for de skadde prøvetrærne i hvert bestand.

Bestandsnr	BH-Alder år	Bark mm	Avst. Kvist cm	D1,3 cm	Fersk skade %
1	40	4	36	20	22
3	30	5	40	21	27
4	25	3	39	16	64
5	35	4	33	15	14
9	35	4	44	22	33
10	40	2	27	13	29
13	50	6	25	19	29
14	30	5	27	15	38
15	25	5	31	17	20
16	40	3	29	13	29
21	40	5	20	15	45
22	40	5	32	21	11
28	25	6	29	15	8
31	30	5	37	18	17
32	30	5	29	17	14

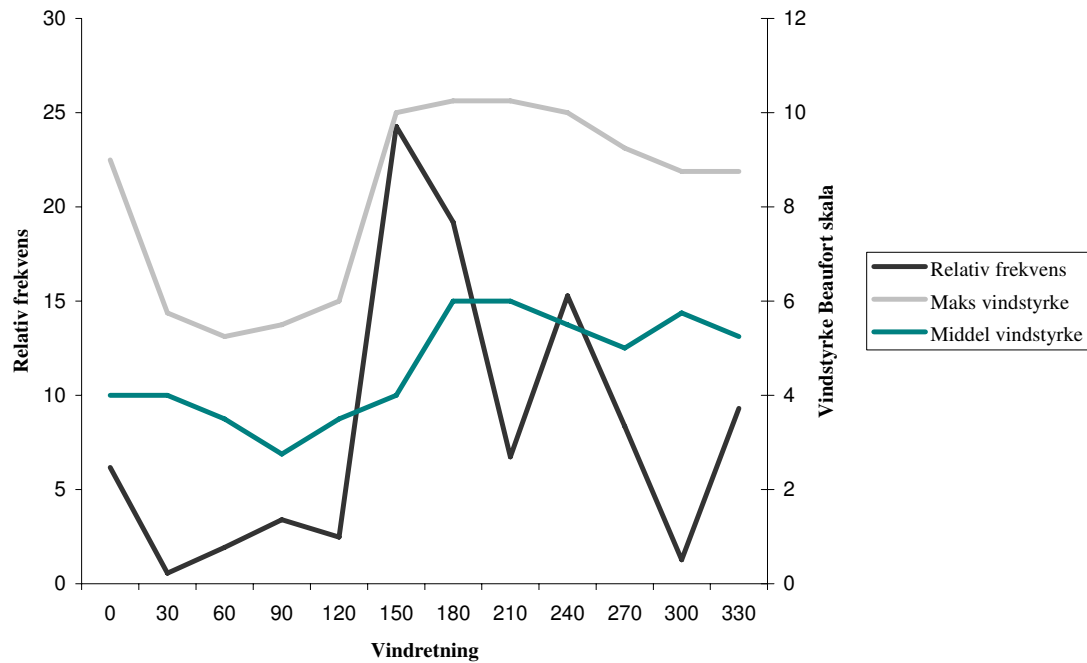
Vedlegg 6. Eksempel fra bestand nr. 1. på hvordan de økonomiske beregningene ble utført.

Bestand nr 1:

Kulminasjonsalder (år) (Øyen 2002):	70
m ³ u.b. ved kulminasjon (Øyen 2002):	72,1
m ³ skurtømmer u.b. (65%):	46,8
m ³ massevirke u.b. (35%):	25,2
Pris skurtømmer (kr):	312
Pris massevirke (kr):	200
Verdi før skade (kr):	19666,2

	Avgang av skadde trær			
	100 %	50 %	30 %	10 %
Nåverdi før skade etter korreksjon for inoptimalt treantall i % (Nersten 1998)	98,0	98,0	98,0	98,0
Verdi etter korreksjon for inoptimalt treantall i kr (=19666,2*0,98)	19272,8	19272,8	19272,8	19272,8
Nåverdi etter avgang, korrigert for inoptimalt treantall i % (Nersten 1998)	65,0	80,0	85,0	92,0
Verdi etter avgang, korrigert for inoptimalt treantall i kr (=19666,2*%)	12783,0	15732,9	16716,2	18092,9
Tap som følge av avgang av skadde trær i %	33,0	18,0	13,0	6,0
Rotstokk volum totalt	8,9	12,5	14,0	15,5
Skadeandel i %	45,3	45,3	45,3	45,3
Volum skadd rotstokk (m ³)		3,7	5,1	6,6
Inntekter rotstokk før skade i kr		1103,7	1545,2	1986,7
Inntekter rotstokk etter skade i kr		733,9	1027,4	1320,9
Verditap på rotstokk skadd av hjort	0,0	369,9	517,8	665,8
Verdi etter skade av hjort (opprinnelig verdi – tap avgang – tap rotstokk)	12783,0	15363,1	16198,4	17427,1
Verditap i kr/daa	6489,8	3909,8	3074,4	1845,7
Verdi i % etter skade	65,0	78,1	82,4	88,6

Vedlegg 7. Vind



Gjennomsnittsverdier for fordeling av vindretning og styrke for Ytterøyane fyr i Flora kommune for for månedene desember til mars i perioden 1987 – 1998. Retningen er oppgitt i grader og styrken er gitt i beaufortsskala fordelt på ulike retninger.

http://planverk.nofo.no/_data/5777.txt