

18
/ 00



Rapport

fra skogforskningen

Norsk institutt for skogforskning, Høgskolevn. 12, 1432 Ås
Institutt for skogfag, NLH, Postboks 5044, 1432 Ås

Råte etter hjortegnag på gran i Sunnfjord



Vebjørn Veiberg, Halvor Solheim

Rapport fra skogforskningen

- ✓ **Rapport fra skogforskningen** inneholder førstegangs publiserte artikler beregnet på norske og nordiske lesere
- ✓ Tabell- og figurtekster skrives på norsk
- ✓ Sammendrag skrives på norsk
- ✓ Engelske manuskripter eller omfattende arbeider med mye grunn-data kan publiseres i en underserie - *Supplement*.

Norsk institutt for skogforskning (NISK) er utgiver av serien, i et samarbeid med Institutt for skogfag, NLH.

Tilrettelegging av manus for trykking, ajourhold av abonnenter, innkreving av abonnementsavgift, distribusjon av heftene og lagerhold skjer på NISK. Bestilling av abonnement og enkelt-eksemplar av seriene skjer til NISK.

Redaktør for serien er forskningsdirektør Bjørn R. Langerud, NISK

En forfatterinstruks er tatt inn på siste omslagsside.

Layout og sats: Karin Westereng, NISK

ISBN 82-7169-962-8
ISSN 0803-2858

Norsk institutt for skogforskning (NISK)
Høgskoleveien 12,
1432 Ås

Tlf.: 64 94 90 00
Fax: 64 94 29 80
E-post: nisk@nisk.no
Internett: <http://www.nisk.no/>

Forsiden: Typisk høringslag
Foto: Vidar Veiberg

Råte etter hjortegnag på gran i Sunnfjord

Vebjørn Veiberg

Norsk Hjortesenter

6914 Svanøybukt

www.svanoy.com/hjortesenteret/hjortefa.htm

Halvor Solheim

Norsk institutt for skogforskning

Avdeling for skogøkologi

Høgskoleveien 12

1432 Ås

www.nisk.no

Forord

Mo og Jølster videregående skole har velvillig stilt både elever og egen skog til disposisjon for prosjektet, og adjunkt Jarl Devik har vært uunnværlig i det praktiske feltarbeidet. Olaus Olsen ved NISK har hatt hovedansvaret for laboratoriearbeidet med sopp prøvene.

Utviklingsfondet for skogbruk og Borregaards Skogreisingsfond har ytt finansiell støtte til arbeidet. Gjennom finansiering av Hjorteskadeprosjektet har også SND, Sogn og Fjordane Skogselskap, Sogn og Fjordane Skogeierlag, fylkesmannen i Sogn og Fjordane, Norsk Hjortesenter og en rekke lokale skogeierlag sørget for at denne undersøkelsen kunne gjennomføres.

Vi takker alle medhjelpere og bidragsytere for hjelp og støtte. Uten deres bidrag ville prosjektet ikke blitt utført.

Sammendrag

VEBJØRN VEIBERG, HALVOR SOLHEIM, 2000: Råte etter hjortegnag på gran i Sunnfjord. Rapport fra skogforskningen 18/00: 1-16.

I områder med tett hjortebestand har barkgnag i granplantinger blitt et lokalt omfattende problem. Geografisk sett sammenfaller dette i stor grad med skogreisingsstrøkene på Vestlandet. Problemet er i første rekke størst i hjortens overvintringsområder, og granbestand i hogstklasse tre og fire er spesielt utsatt. I sammenheng med en skogbruksmessig håndtering av barkgnag-problematikken har skogforvaltningen i lengre tid etterlyst kunnskap om effekten av hjorteskader.

Totalt 88 grantrær fra to ulike bestand i Førde, Sogn og Fjordane ble felt og inngikk i undersøkelsen. Sårstørrelsene varierte fra 20 til 3460 cm². Materialet ble inndelt i fire grupper ut fra sårskadens alder (Gruppe 1: 5 år, Gruppe 2: 6-7 år, Gruppe 3: 12-15 år, Gruppe 4: 16-20 år). Gjennomsnittlig høyde fra stubbeavskjær til øvre sårkant for de to bestandene var 105 og 135 cm. Sårets størrelse var nært relatert til den gjennomsnittlige årlige utbredelsen av misfarging uavhengig av alder og type mikroorganisme. Sårstørrelser tilsvarende 500 cm² viste at årlig spredning av misfarging avtok fra 20 cm for de yngste sårene til 14 cm for de eldste. Hvor stor andel av treets omkrets som var skadd, viste seg å være av større betydning for utbredelse av misfarging enn sårets lengde. Videre hadde sårets kompleksitet og omkrets mindre betydning for misfargingens utbredelse enn det totale sårarealet.

Mikroorganismer ble identifisert i alle trærne, og 95 % var infisert av to eller flere mikroorganismer. Fem sopparter ble identifisert. Øvrige mikroorganismer ble gruppert i slekter eller andre grupperinger. Bartrekreftsoppen (*Nectria fuckeliana*) var den hyppigst isolerte soppen, og ble funnet i 88 % av trærne. Av råtesoppene var favnvedsoppen (*Cylindrobasidium evolvens*) den vanligste og ble funnet i 56 % av trærne i materialet. Nest vanligst var toppråtesoppen (*Stereum sanguinolentum*) som ble isolert fra 27 % av trærne. Andre råtesopper ble bare funnet i fire trær. Den årlige spredningen av misfarging var størst hos trær hvor toppråtesoppen dominerte. Blant disse var gjennomsnittlig utbredelse per år henholdsvis 25 og 30 cm i trær med unge eller gamle sår. Denne råtespredningen, som er den raskeste som er funnet i norske undersøkelser, vil i de mest utsatte områdene kunne gi omfattende råte i den hogstmodne skogen.

Trær uten infeksjon av verken toppråtesopp eller favnvedsopp hadde de gjennomsnittlig minste sårskadene. Fargeskadesopper ble isolert fra 76 % av trærne. Av identifiserte fargeskadesopper var *Leptodontidium beauverioides* svært vanlig og ble funnet i 66 % av trærne.

Nøkkelord: Barkgnag, hjort, hjorteskader, råtesopp

Innhold

1. Innledning	5
2. Materiale og metode	6
3. Resultat	7
4. Diskusjon	11
6. Litteratur	14

1. Innledning

Siden tidlig på 1970-talet har den norske bestanden av hjort (*Cervus elaphus* L.) økt kraftig, og avskytinga på landsbasis er mer enn sjudoblet (Statistisk Sentralbyrå 2000). Totalt sett har Vestlandsfylkene Møre og Romsdal, Sogn og Fjordane og Hordaland hatt den tetteste hjortebestanden i hele denne perioden, og rundt 85 % av den årlige avskytingen skjer innen disse tre fylkene.

Bestandsøkningen har ført til betydelige problemer i form av beiteskader på skog og innmark (Meisingset et al. 1997, Veiberg 1999, Meisingset & Krokstad 2000). Denne utviklingen kan bidra til å endre hjortens status fra kjærkommen gjest og ettertraktet vilt til uønsket skadedyr. Med tanke på en fornuftig og langsiktig framtidig bestandsforvaltning er dette en uheldig utvikling. Per i dag er problemet med hjorteskader størst i de tre nevnte fylkene. Utviklingen i landets hjortebestand taler imidlertid for at også andre regioner vil erfare et økende skadeproblem i åra framover.

Innen skogbruket utgjør hjortens barkgnag på gran (*Picea abies* (L.) Karst.) i hogstklasse 3-4 det mest omfattende skadeproblemet. Dette skjer hovedsakelig vinterstid, og skadepresset er følgelig størst innen mye brukte overvintringsplasser, hvor store mengder hjort kan samles innen geografisk avgrensede områder. Mye snø, streng kulde eller generelt dårlig mattilgang er faktorer som har vist seg å forsterke skadeproblemet (Welch et al. 1987, Faber 1996, Randveer & Heikkilä 1996). Dette gjør det vanskelig å forutse et framtidig skadetrykk.

Skader i form av barkgnag kjennetegnes ved at større eller mindre partier med bark flekkes/gnages av trærne i 0,5-1,5 meters høyde (Welch et al. 1988). Selv om vedvevet vanligvis ikke skades, fører sårene raskt til uttørring, misfarging, innslag av råtesopp og svekking av stammene (Gill 1992b, Randveer & Heikkilä 1996). Den påfølgende reduksjonen i tømmerets salgs- og bruksverdi kan variere mye både ut fra skadeomfang, vekstforhold og hogsttidspunkt (Veiberg & Pettersen 2000), men for de skogeierne som blir hardest rammet resulterer beiteskadene i betydelige økonomiske tap.

Det er utført flere norske undersøkelser om etablering og utvikling av misfarging og råte i gran. Disse har enten vært relatert til tråkkskader på røtter (Roll-Hansen & Roll-Hansen 1981) eller tynningsskader på stammer (Huse 1978, Roll-Hansen & Roll-Hansen 1980a, b, Solheim & Selås 1986, Solheim 1990). Disse undersøkelsene har vært gjort etter kunstig lagde sår med unntak av Huse (1978) som undersøkte sårskader etter mekaniserte tynningsdrifter. Ingen av de nevnte undersøkelsene er gjort på Vestlandet eller på trær skadd på etterjulsvinteren når hjorteskader opptrer.

Grunnet manglende kunnskap om effekten av beiteskader av hjort, har det vært vanskelig å gi gode forvaltningsmessige tilrådinger og gjennomføre fornuftige tapstakster. For vurdering av verditap som følge av beiteskader og kostnader i sammenheng med en tett viltbestand, er slik kunnskap viktig. Gjennom dette prosjektet har vi søkt å gi svar på konkrete spørsmål, som skogeiere og den lokale forvaltningen har reist omkring de skogbruksmessige konsekvensene av hjorteskader på gran:

1. Etablerer råtesopp seg i trær som følge av hjortens gnagskader, og hvilke råtesopper er i så fall vanligst?
2. Hvor stor del av skadde trær blir råteinfisert og hvor raskt sprer råten seg?

3. Hva er sammenhengen mellom sårstørrelse og råteinfeksjon/-spredning?
4. Kan det økende skadeomfanget resultere i en generelt dårligere helsetilstand for granskogen på Vestlandet?

2. Materiale og metode

Materialet ble hentet fra to granbestand på Moskog, Førde, Sogn og Fjordane. To hundre skadde trær, fra andre bestand i nærområdet med varierende bonitet, topografi og såralder, inngikk i en forundersøkelse om sårplassering og sårstørrelse. Resultatet fra denne undersøkelsen dannet grunnlag for utvelgelsen av forsøkstrær til det videre prosjektarbeidet. I forundersøkelsen ble sårstørrelse beregnet ut fra registrering av maksimum sårbredde og sårhøyde. Disse målene er enkle å registrere i felt, men gir en overestimering i forhold til den reelle sårstørrelsen. Faktisk sårareal er beregnet til å utgjøre ca. 75 % av disse målingene (Welch et al. 1988). Bestand 1 var 40 år, vokste på G20 bonitet på flat mark og skadene var forholdsvis unge. Tretettheten var tidligere tynnet til ca. 140 tre/daa. 64 % av trærne i bestandet var skadd av hjortegnag. Bestand 2 var 60 år, vokste på G23 bonitet i terreng av varierende helling og hadde eldre skader. Bestandet var tynnet til en tetthet på ca. 110 tre/daa. 68 % av trærne var skadd av hjortegnag. 29 trær fra bestand 1 ble høstet i løpet av februar 1999, her kalt 1a. Det resterende materialet, 1b og 2, ble samlet fra medio august til medio oktober samme år.

Trær med gjentatte såringer fra ulike sesonger ble ikke tatt med i forsøksmaterialet. Gjennom skjønnsmessig vurdering av sårstørrelse, søkte vi å sikre at materialet fra hvert bestand hadde en naturlig variasjon i samsvar med resultatene fra forundersøkelsen. Før felling ble treets diameter i brysthøyde målt og sårene avtegnet på gjennomiktig transparent. Sårskissene ble brukt for å finne sårømkrets, største sårbredde og sårlengde samt sårareal. Ved flere sår på samme tre ble høyde og bredde av sårareal som ikke overlappet addert til et sluttresultat. Sårarealene ble bestemt ved å veie de utklippede såravtegningene og sammenholde med den kjente vekten til 100 cm² av den aktuelle transparenten (Vasiliauskas et al. 1996).

Høyden fra rotavskjær til sårets øvre kant ble målt etter felling. Ved å kappe treet i sårflaten, kunne en telle hvor mange årringer som var dannet etter skadetidspunktet. På denne måten ble skadens alder fastsatt. På trær med flere sår, ble det kontrollert at alle skader stammet fra samme år.

Ei stammeskive ble tatt ut i sårets øvre kant (0-skive). Deretter ble det tatt skiver med 35 cm mellomrom så langt synlig misfarging ble registrert. Utbredelse av synlig misfarging oppover i treet ble bestemt med 5 cm nøyaktighet med utgangspunkt i treets øvre sårkant. Under feltregistreringene ble det ikke skilt mellom misfarging og uttørking. Enhver endring av vedens yteved eller kjerneved på grunn av sårskaden er derfor kalt misfarging. Hver stammeskive ble avfotografert etter å ha blitt merket med ID-nummer, høydeplassering og isoleringspunkt.

Kulturer for isolering av mikroorganismer ble hentet fra de utskjærte stammeskivene. Isoleringspunkt ble valgt subjektivt ut fra plassering av råte- og misfargingsflekker. Det ble ikke isolert sopp fra de 29 trærne som ble felt i februar (1a). Fra de andre trærne ble det alltid tatt prøver fra både 0 og 35 cm skiva. Det ble deretter tatt prøver fra stammeskiver tatt ut med jevne mellomrom så langt misfarging var synlig.

Kulturene ble tatt ut aseptisk i sterilarbeidsbenk og dyrket på maltagar i petriskåler ved romtemperatur. Skålene ble kontrollert med ei ukes mellomrom og om nødvendig rensset. Skåler uten oppvekst etter en måned ble definert som sterile.

Statistiske beregninger ble utført i SYSTAT 8.0. (SPSS Inc. 1998). Pearson korrelasjon ble brukt for analyse av sammenhengen mellom variabler. Standardisering av sårstørrelse er gjennomført på bakgrunn av en lineær regresjonsfunksjon. Kji-kvadrat test ble benyttet til frekvensanalyser. Dataene for spredning av misfarging ble kvadrert, for å redusere variasjonen i materialet. Vi valgte likevel å bruke en t-test for ulik varians, "Seperate Variance t-test", ved analyse av middelverdier.

3. Resultat

Sårstørrelsene i forundersøkelsen varierte fra 21 til 6750 cm². Gjennomsnittlig høyde til øvre sårkant var 120 cm (standard avvik = 20,7). Av de 200 registrerte trærne hadde 60 % sår som var mindre enn 400 cm² (Tab. 1).

Tabell 1. Prosentfordelingen av det samlede materialet på bakgrunn av sårstørrelse. Bestand 1a representerer de 29 trærne som ble høstet i februar. Bestand 1b er det resterende materialet fra samme bestand.

	Antall trær	Andel sår < 400 cm ² (%)	Andel sår 400-799 cm ² (%)	Andel sår 800-1199 cm ² (%)	Andel sår ≥ 1200 cm ² (%)	Gjennomsn. sårstørrelse (cm ²)
Forundersøkelse	200	60	20	17	3	645
Bestand 1a	29	14	24	17	45	1099
Bestand 1b	31	71	13	13	3	356
Bestand 2	28	64	18	4	14	535

Til sammen 88 trær ble høstet fra de to bestandene. Sårstørrelsene varierte fra 20 til 3460 cm². Av de 60 trærne fra bestand 1 hadde 31 trær 5 år gamle sår, mens 29 trær hadde 6-7 år gamle sår. I bestand 2 hadde 14 av trærne 12-15 år gamle sår, mens 14 trær hadde 16-20 år gamle sår. Gjennomsnittlig såralder var henholdsvis 5,5 og 16 år i bestand 1 og 2. Tabell 1 viser fordelingen av materialet etter sårstørrelse. I bestand 1b og 2 var fordelingen nokså nært fordelingen i forundersøkelsen. I bestand 1a, hvor sopper ikke ble isolert var det forholdsvis mye store sår, noe som gjenspeiles i svært avvikende gjennomsnittsstørrelse for såra i denne gruppa. Gjennomsnittlig høyde til øvre sårkant for sår innen bestand 1 var 105 cm (standard avvik = 20). Tilsvarende resultat for bestand 2 var 135 cm (standard avvik = 21). Denne differansen mellom bestanda var signifikant (n = 88, t = -5.818, df = 86, p<0.001).

Misfarging ble registrert i 0-skiva hos alle trærne. Maksimal årlig utbredelse av misfarging var 63 cm i bestand 1 og 41 cm i bestand 2. I gjennomsnitt var utbredelsen 23 cm (standard avvik = 12) per år i bestand 1 med 5-7 år gamle skader, og 14 cm (standard avvik = 12) per år i bestand 2 med 15-20 år gamle skader.

Uavhengig av alder og hvilke mikroorganisme som etablerte seg var sårets størrelse (areal) nært relatert til den gjennomsnittlige årlige utbredelsen av misfarging i de skadde trærne ($n = 88$, $r^2 = 0.426$, $p < 0.001$, Fig. 1). Trær med store sår hadde mer misfarging enn trær med mindre sår.

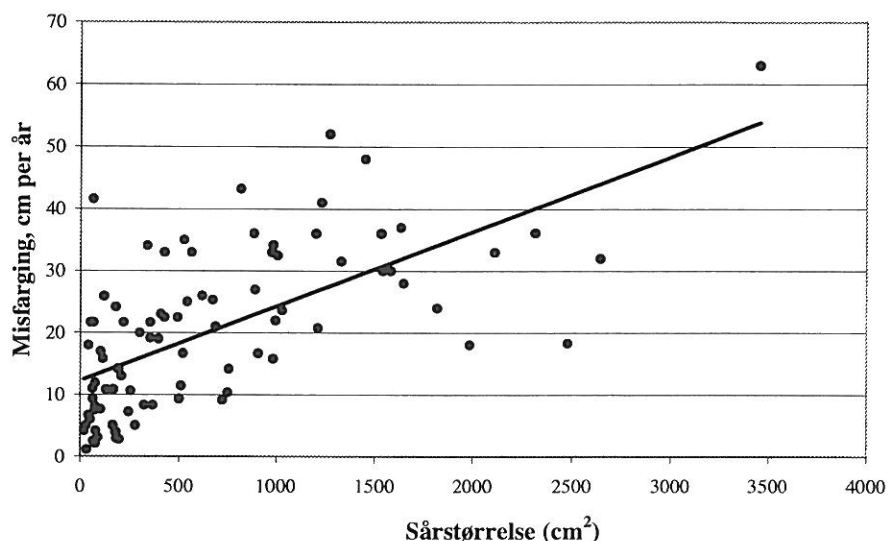


Fig. 1. Gjennomsnittlig årlig spredning av misfarging opp fra øvre sårkant relatert til sårstørrelse.

Standardisering av sårstørrelser tilsvarende 500 cm^2 , viser at årlig spredning av misfarging blir signifikant redusert fra 20 cm for unge skader i bestand 1 til 14 cm for eldre skader i bestand 2 ($n = 87$, $t = 2.675$, $df = 41.2$, $p = 0.011$).

Basert på det innsamlede materialet, uavhengig av hvilke mikroorganismer som hadde etablert seg, har vi konstruert forventningskurver for gjennomsnittlig utvikling av misfarging (Fig. 2). Beregningene er foretatt etter standardisering av sårstørrelse til 500 cm^2 og 250 cm^2 .

Hvor stor andel av treets omkrets som var skadd, viste seg å være av større betydning for utbredelse av misfarging enn sårets lengde ($n = 88$, $r^2 = 0.466$ kontra $r^2 = 0.249$). Videre hadde sårets kompleksitet og omkrets mindre betydning for misfargingens utbredelse enn det totale sårarealet (stepwise regression: $n = 88$, $df = 1$, $r^2 = 0.426$, $p < 0.001$ for Totalt sårareal; $r^2 = 0.447$, $p > 0.05$ for Såromkrets).

Mikroorganismer ble funnet i alle trærne, og 95 % var infisert av to eller flere organismer i henhold til inndelingen i tabell 2. Det ble identifisert 5 arter. Mikroorganismene ble ellers gruppert i slekter eller andre grupperinger (Tab. 2).

En frekvensanalyse ble gjennomført for de mikroorganismene som forekom i 25 % eller flere av trærne. Med unntak av toppråtesoppen ($\chi^2 = 3.991$, $df = 1$, $p = 0.046$), og sterilt mørkt mycel ($\chi^2 = 5.401$, $df = 1$, $p = 0.020$), som var vanligst i bestand 2, var det ingen signifikante forskjeller mellom de to bestandene.

Tabell 2. Infisert andel trær (n=59) og gjennomsnittlig årlig utbredelse over øvre sårkant, uavhengig av såralder, for ulike mikroorganismer isolert fra misfarget ved.

	Infisert andel trær (%)	Gjennomsnittlig årlig utbredelse (cm)
<i>Stereum sanguinolentum</i> (Alb. Schw. ex Fr.) Fr.	27	22
<i>Cylindrobasidium evolvens</i> (Fr. ex Fr.) Jülich	56	7
<i>Basidiomycetes</i> sp.	7	5
<i>Nectria fockeliana</i> Booth	88	3
<i>Leptodontidium beauverioides</i> (de Hoog) de Hoog	66	1
<i>Ophiostoma piceae</i> (Münch) H. & P. Sydow	2	0
<i>Phialophora</i> sp.	10	4
<i>Sarea</i> spp.	3	0
<i>Ascocoryne</i> spp.	2	4
Sterilt mørkt mycel	25	4
<i>Dematiaceae</i> spp.	7	3
Sterilt lyst mycel	8	1
Gjær eller gjæraktig vekst	12	2
Bakterier	44	3
<i>Sphaeropsidales</i> spp.	7	2

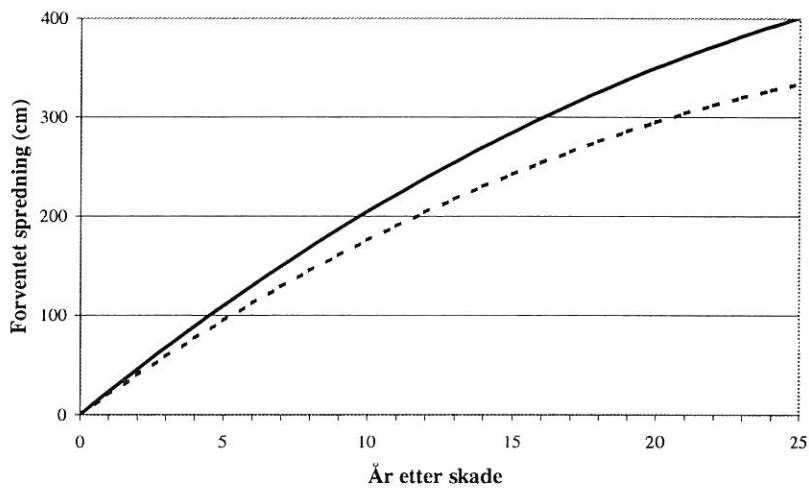


Fig. 2. Forventet spredning av misfarging opp fra øvre sårkant ved sårskader på 500 cm² (hel linje) og 250 cm² (stiplet linje).

Bartrekreftsoppen (*Nectria fuckeliana*) ble isolert fra 88 % av trærne og var likelig fordelt på de to felta. Favnavedsoppen (*Cylindrobasidium evolvens*) var den vanligste råtesoppen og ble isolert fra 15 trær (48 %) i bestand 1b og 18 trær (64 %) i bestand 2. Toppråtesoppen (*Stereum sanguinolentum*) ble isolert fra fem trær (16 %) i bestand 1b og 11 trær (39 %) i bestand 2. Andre råtesopper ble bare funnet i fire trær, hvorav i tre av trærne var de sammen med favnavedsoppen eller toppråtesoppen.

I sju trær ble favnavedsopp og toppråtesopp isolert sammen. I tre av disse var favnavedsoppen dominerende og trolig bestemmende for råteutviklingen, mens toppråtesoppen var den dominerende råtesoppen i fire trær. For å se nærmere på sammenhengen mellom forekomst av de to viktige råtesoppene ble materialet delt i tre grupper; 1) Toppråtesopp som dominerende sopp, 2) Favnavedsopp som dominerende sopp og 3) andre der disse to råtesoppene ikke var til stede (Tab. 3).

Tabell 3. Gruppering av materialet ut fra forekomsten av dominerende sopper; antall trær, gjennomsnittlig sårstørrelse og gjennomsnittlig spredning av misfarging opp fra øvre sårkant.

Dominerende sopp	Antall trær	Sårstørrelse (cm ²)		Misfarging, cm per år *	
		Gjennomsn.	SD	Gjennomsn.	SD
Toppråtesoppen	13	634	648	26	8
Favnavedsoppen	29	524	579	13	6
Andre sopper	17	155	145	13	6

* Tallene er standardisert for sårstørrelse på 500 cm².

Trær uten infeksjon av verken toppråtesopp eller favnavedsopp hadde de minste sårskadene ($n = 59$, $t = 4.090$, $df = 5$, $p < 0.001$). Ved å gruppere materialet i tre tallmessig like store grupper, kom det tydelig til uttrykk at sannsynligheten for at treet var infisert av toppråte og/eller favnavedsopp økte med økende sårstørrelse ($\chi^2 = 9.528$, $df = 2$, $p = 0.009$). Mens 59 % av materialet fra gruppe 3 (Tab. 3) ble funnet i inndelingen med de minste sårene, ble hele 76 % av sårene, som var infisert med toppråte og/eller favnavedsopp, funnet i de to inndelingene for de største sårskadene.

Den årlige spredningen av misfarging var størst hos trær med toppråtesoppen som dominerende sopptype. Blant disse var gjennomsnittlig spredning av misfarging per år henholdsvis 25 og 30 cm i trær med unge eller gamle sår. Soppen ble gjennomsnittlig isolert ca. 30 cm nedenfor maksimal registrert utbredelse av misfarging. I forhold til isoleringsresultatet så hadde toppråtesoppen spredt seg henholdsvis 19 og 28 cm per år i unge og gamle sår. Maksimal utbredelse for toppråtesoppen var 37 cm per år. Gjennomsnittlig utbredelse for misfarging i trær med favnavedsopp som dominerende råtesopp var henholdsvis 16 og 9 cm per år i unge og gamle sår, mens i forhold til isoleringsresultatene var favnavedsoppens spredning henholdsvis 8 og 7 cm per år for unge og gamle sår.

Det ble isolert fargeskadesopp i 76 % av trærne ($n = 59$). Av identifiserte fargeskadesopper var *Leptodontidium beauverioides* svært vanlig og ble isolert fra 66 % av trærne, mens *Ophiostoma piceae* bare ble isolert fra ett tre (2 %). Ellers ble det ofte isolert fargeskadesopper innen slekten *Phialophora*, og uidentifiserte isolater gruppert innen *Dematiaceae* spp. og sterilt mørkt mycel.

4. Diskusjon

For å danne et representativt bilde av fordelingen innen sårstørrelse og sårplassering, tok forundersøkelsen utgangspunkt i flere ulike bestand av ulik alder og med varierende topografi. Noen få sår var svært store ($>4500 \text{ cm}^2$) og hadde relativt stor innvirkning på den gjennomsnittlige sårstørrelsen. Ved utvelgelsen av det senere forsøksmaterialet ble de aller største sårskadene unngått. Sammenlignet med det resterende materialet hadde bestand 1a likevel en overvekt av store sårskader. Dette resulterte i en større gjennomsnittlig sårstørrelse enn for de andre inndelingene. Siden prøver fra bestand 1a ikke inngikk i analyser av mikroorganismer, har den avvikende fordelingen av sårstørrelse ikke hatt noen effekt på disse resultatene.

Med økende såralder vil det forventes en gradvis reduksjon i den gjennomsnittlige sårstørrelsen (Vasiliauskas et al. 1996). Frafall blant de mest skadde trærne (Randveer & Heikkilä 1996) og naturlig leging av sår medvirker til dette. Legingsprosessen gjør at mer og mer av det opprinnelige sårarealet skjules. Avviket mellom sårstørrelse ved skadetidspunkt og måletidspunkt blir med andre ord større dess eldre skaden er. De enkelte træs evne til å lege påførte sårskader varierer derimot mye (Welch et al. 1997). Legingshastigheten vil være relativt større for små kontra store sår. Dette bidrar til å svekke sammenhengen mellom sårareal og årlig tilvekst av misfarging. Videre må de eldste sårene ha vært betydelig større ved skadetidspunktet enn da vi foretok måling av sårarealet. Reduksjonen i den årlige tilveksten av misfarging, som er relatert til sårareal, er derfor noe underestimert.

Et generelt trekk ved sårplasseringa, er at en i hellende terreng finner hjorteskaden på "oppsida" av trærne. Dette betyr at hjorten heller gnager i unnabakke framfor det motsatte. Bestand som sett nedenfra synes skadefrie kan derfor ha et omfattende skadeomfang, som først kommer til syne når det ses fra en annen vinkel. Som resultat av at hjorten foretrekker å gnage i unnabakke, blir den naturlige beitehøyden i hellende terreng noe høyere sammenlignet med situasjonen på flat mark (Welch et al. 1988), noe våre resultater også viser.

I vår forundersøkelse var sårene heller store, i gjennomsnitt 645 cm^2 . Dette er større sår enn i andre undersøkelser av hjorteskader på gran og sitka gran [*Picea sitchensis* (Bong.) Carr.] der sårstørrelse er beregnet på samme måte (Heger et al. 1955, Welch et al. 1988, 1997). Utvelgelsen av trærne ble gjort vilkårlig. Materialet skal derfor være representativt for de bestandene det ble hentet fra. De trærne som senere ble felt og nærmere undersøkt, var derimot plukket ut på bakgrunn av sårstørrelse. Verdien for gjennomsnittlig sårareal innen disse gruppene er derfor ikke representative for bestandene i sin helhet.

Fleire faktorer påvirker utviklingen av misfarging etter såring av gran, blant annet sårenes alder, sårstørrelse, sårtybde, årstid og hvilke mikroorganismer som etablerer seg. De undersøkte hjorteskadene er forårsaket av vinterbeiting og de var alltid grunne, så variable faktorer i denne undersøkelsen er såralder, sårstørrelse og mikroorganismer.

Betydningen av sårstørrelse for misfargingens utbredelse i gran er vel dokumentert i flere sammenhenger (Pawsey & Gladman 1965, Löffler 1975, Aufsess 1978, Huse 1978, Solheim & Selås 1986, Atta & Hayes 1987). I forbindelse med hjorteskader er dette dokumentert i to tidligere undersøkelser, på gran i Tyskland (Roeder & Knigge 1972) og på sitkagran i Skottland (Gregory 1986). I vår

undersøkelse økte misfargingens årlige tilvekst fra ca 15 cm for 250 cm² store sår til ca 24 cm for 1000 cm² store sår.

Ved å standardisere sårstørrelsen kunne vi bedre vurdere hvilken effekt økende såralder hadde på spredningen av misfarging. Ut fra de estimerte gjennomsnittsverdiene spredte misfargingen seg i gjennomsnitt 20 cm per år i de unge sårene (i gjennomsnitt 5,5 år gamle) og 14 cm per år i de gamle sårene (i gjennomsnitt 16 år gamle). Dette er i samsvar med tidligere undersøkelser om avtagende spredning av misfarging etter såring med økende alder, selv om det er andre typer av sår og de er undersøkt under andre klimaforhold. Zöhrer (1931) oppgir fra Tyskland 27,4 cm per år for sår 6-10 år gamle og 23,5 cm per år for sår 16-25 år gamle, mens Isomäki & Kallio (1974) fant spredningshastigheter på henholdsvis 21 og 13 cm per år for 7,5 og 16 år gamle sår. Ved vurdering av årlig utbredelse av misfarging og soppinfeksjoner er det vanlig å bruke gjennomsnittsverdier. Dette dekker over en del av variasjonen i spredningshastighet innen et gitt tidsintervall. Den reelle forskjellen i misfargingens spredningshastighet hos unge og eldre sårskader, vil derfor være noe større enn det vi har beregnet.

I vår undersøkelse var sårets bredde viktigere for utbredelse av misfarging enn sårets lengde. Tidligere undersøkelser har bare sett på betydningen av sårets lengde eller det totale arealet. Isomäki & Kallio (1974) fant imidlertid en positiv korrelasjon mellom sårbredde og råteutbredelse. At sårets bredde er viktig for utvikling av misfarging synes naturlig sett i forhold til treets anatomiske og fysiologiske struktur, med nesten all transport i treets lengderetning.

Hvilke mikroorganismer som hadde etablert seg etter såringen viste seg å ha stor innflytelse på misfargingens utbredelse. Når toppråtesoppen hadde etablert seg skjedde misfargingen nesten dobbelt så rask oppover fra såret som når den ikke var tilstede. Om favnvedsoppen var dominerende, eller om det bare var andre sopper tilstede (fargeskadesopp og indifferente sopper), betydde ikke så mye for misfargingens utbredelse.

At toppråtesoppen er den mest betydningsfulle sårinnvandrer i gran er funnet i mange tidligere sårskadeundersøkelser etter tynningsdrifter eller i kunstige sår (Pawsey & Gladman 1965, Pawsey 1971, Pechmann & Aufsess 1971, Kallio 1973, Pawsey & Stankovicova 1974, Schönhar 1975, Aufsess 1978, Huse 1978, Norokorpi 1979, Roll-Hansen & Roll-Hansen 1980a, 1981, Hallaksela 1984a, b, Solheim & Selås 1986, Vasiliauskas et al. 1996). For beiteskader på gran er soppfloraen bare undersøkt et fåtall ganger (Domanski 1966, Bazzigher 1973, Vasiliauskas et al. 1996), men ingen har gjort det etter hjorteskader. Også i beiteskadeundersøkelsene var toppråtesoppen viktig, noe som er i overensstemmelse med våre resultater.

Infeksjon av toppråtesoppen skjer i størst utstrekning om høsten og i minst grad om sommeren (Etheridge 1969, 1973, Roll-Hansen 1980a, Hallaksela 1984a, Solheim & Selås 1986, Roer 1989). Dette har trolig sammenheng med at soppen har ettårig fruktlegemer som hovedsakelig dannes om høsten. I mildværsperioder vinterstid vil soppen også kunne etablere seg i sår og i vekstkvilen er treets forsvarsevne mindre enn i den aktive vekstsesonen.

Toppråtesoppen ser også ut til å kunne infisere i eldre sår. Infeksjonsfrekvensen var signifikant større i 14-20 år gamle sår enn i 5-7 år gamle sår. Nå ble riktignok prøvene tatt fra to forskjellige felter. De lå under 1 km fra hverandre og forskjellen i infeksjonspotensialet er trolig ikke så stort. At det virkelig er slik at toppråtesoppen

etablerer seg også i eldre sår støttes av våre resultater om spredningshastigheten. Misfargingen spredte seg i gjennomsnitt 23 cm per år i de unge sårene og 14 cm per år i de gamle sårene for hele materialet. For trærne som ble infisert av toppråtesoppen var spredningen 25 og 30 cm per år i henholdsvis unge og gamle sår, altså størst registrert spredningshastighet i tre med eldre skader. Våre resultater kan imidlertid forklares med at infeksjon av toppråtesoppen har skjedd over mange år og at det var forholdsvis mange trær som var nyinfisert i de yngste sårene (5-7 år gamle). Også andre har funnet at infeksjonsfrekvensen av toppråtesopp øker med alderen (Schönhar 1975, Roll-Hansen & Roll-Hansen 1980a, Vasiliauskas et al. 1996).

Spredningshastigheten for toppråtesoppen i denne undersøkelsen var høy, 28 eller 30 cm per år i de eldste sårene om en tar utgangspunkt i faktisk isolert sopp eller synlig misfarging. Dette er mer enn det dobbelte av hva som er funnet i tidligere norske undersøkelser (Roll-Hansen & Roll-Hansen 1980a, Solheim & Selås 1986). I begge disse undersøkelsene var imidlertid sårene unge, opp til 4 års alder og sårene var mindre enn i vår undersøkelse. Maksimal spredningshastighet for disse tre undersøkelsene er imidlertid omtrent den samme, mellom 35 og 40 cm per år.

Favnvedsoppen var den vanligste råtesoppen i vår undersøkelse. Dette kan ha sammenheng med at hjorteskadene etableres om vinteren. Roll-Hansen & Roll-Hansen (1980a) fant at favnvedsoppen var vanligst i sårene anlagt i desember og mai, mens juli- og septembersår hadde lite infeksjon. Aller minst infeksjon var det i julisår. Solheim & Selås (1986) fant noe av det samme; mye infeksjon i oktobersår, litt i augustsår og ikke infeksjon i junisår. Favnvedsoppen er i liten utstrekning funnet i andre undersøkelser. Dette kan ha sammenheng med denne årstidsvariasjonen i infeksjon. Vasiliauskas et al. (1996) undersøkte beiteskader etter elg i Sverige og fant favnsoppen nesten like vanlig som toppråtesoppen. Huse (1978) fant imidlertid at favnsoppen var vanligere enn toppråtesoppen i skader etter tynningsdrifter utført i august og september. Utenom funn i Norge og Sverige er soppen i beskjedne grad funnet som sårparasitt i gran. Favnvedsoppen gir ofte lite misfarging (Roll-Hansen & Roll-Hansen 1980a) og den brer seg sakte oppover fra såret, gjerne rundt 5 cm per år (Roll-Hansen & Roll-Hansen 1980a, Solheim & Selås 1986), noe også vi fant. Flere har funnet som oss en økning i infeksjonsfrekvensen med økende sårstørrelse (Huse 1978, Roll-Hansen & Roll-Hansen 1980a, Vasiliauskas et al. 1996).

Rød bartrekraftsopp var den vanligste soppen i denne undersøkelsen. Dette er i samsvar med mange undersøkelser i gran som viser at denne soppen er svært frekvent etter såring (Pawsey & Gladman 1965, Pawsey 1971, Pechmann & Aufsess 1971, Kallio 1973, Pawsey & Stankovicova 1974, Schönhar 1975, Aufsess 1978, Huse 1978, Norokorpi 1979, Roll-Hansen & Roll-Hansen 1980b, 1981, Hallaksela 1984a, b, Solheim & Selås 1986, Vasiliauskas et al. 1996). Rød bartrekraftsopp er i Norge regnet for å være indifferent og det ser ut til at den lever mer som endofytt i stammen av gran etter infeksjoner i sår eller døde kviststumper enn som kreftsopp (Roll-Hansen & Roll-Hansen 1979, Huse 1981).

Leptodontidium beauverioides var den vanligste fargeskadesoppen. Mange fargeskadesopper er assosiert med insekter og opptrer hyppigere om sommeren enn ellers. Dette er tilfellet med *Ophiostoma picea* som er svært vanlig i sår laget om sommeren (Roll-Hansen & Roll-Hansen 1980b, Solheim & Selås 1986) og som ble

funnet bare en gang i vår undersøkelse etter vintersår. Roll-Hansen & Roll-Hansen (1980b) fant at *L. beauverioides* også var vanligst i juli-sår, mens Solheim & Selås (1986) bare fant den i oktober-sår. Denne soppens biologi er lite kjent (de Hoog 1977), men den er tydeligvis svært vanlig i vintersår.

Vanlig gran er av de mest sårbare treslagene for beiteskader av hjort, mens for eksempel sitkagran ikke utsettes for beiting i samme grad (Gill 1992a). I tillegg ser det ut til at sitkagran både er mer motstandsdyktig mot råteinfeksjon og har bedre evne til å lege barkskader enn vanlig norsk gran (Welch et al. 1997). Dette medfører at skadeeffektene begrenses noe, men sårstørrelsen må også her være svært liten for at en skal unngå noen negativ effekt i form av redusert tømmerkvalitet på rotstokken. For å redusere omfanget av hjorteskader i områder med stort skadepress, kan det derfor være fornuftig å foretrekke bruk av sitkagran fremfor vanlig gran.

Barkgnag av hjort er stort sett et vinterfenomen (Gill 1992a). Skadetidspunktet påvirker hvilke sopper som etablerer seg etter skader og sesongvariasjoner i sporespredning er et nøkkelpunkt i denne sammenheng (Solheim 1987). Rotkjuka [*Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref.], som er granskogens største problem (Huse et al. 1994), etablerer seg helst i sommersår (Roll-Hansen & Roll-Hansen 1980a, Solheim & Selås 1986). Rotkjuke ble ikke funnet som sårinnvandrer i vår undersøkelse noe som bekrefter at den helst etablerer seg i sommersår. Skulle derimot omfanget av skader i sommerhalvåret tilta, er det et berettiget grunnlag for å frykte økt innslag av denne sopparten.

6. Litteratur

- Atta, A.H. & Hayes, A.J. 1987. Decay in Norway spruce caused by *Stereum sanguinolentum* Alb. & Schw. ex Fr. developing from extraction wounds. *Forestry* 60: 101-111.
- Aufsess, H. von 1978. Beobachtungen über die Auswirkung moderner Durchforstungsverfahren auf die Entstehungen von Wundfäulen in jungen Fichtenbeständen. *Forstwiss. Cbl.* 97: 141-156.
- Bazzigher, G. 1973. Wundfäule in Fichtenwäldungen mit altern Schältschäden, *Eur. J. For. Path.* 3: 71-82.
- Domanski, S. 1966. Proba fitopatologicznej oceny swierkow ospalowanych przez zwierzynę w Karkonoszach (Engelsk sammendrag: Test of phytopatologic evaluation of spruces (*Picea excelsa*) injured by big game in Karkonosze-mountains in Poland). *Folia Forest. Pol. Ser. A.* 12: 157-174.
- Etheridge, D. E. 1969. Factors affecting infection of balsam fir (*Abies balsamea*) by *Stereum sanguinolentum* in Quebec. *Can. J. Bot.* 47: 457-479.
- Etheridge, D. E. 1973. Wound parasites causing tree decay in British Columbia. *Can. For. Serv. Pacific Forest Research Centre, Forest Pest Leaflet No.* 62.
- Faber, W.E. 1996. Bark stripping by moose on young *Pinus sylvestris* in South-central Sweden. *Scand. J. For. Res.* 11: 300-306.
- Gill, R.M.A. 1992a. A review of damage by mammals in north temperate forests: 1. Deer. *Forestry*, Vol. 65 (2): 145-169.
- Gill, R.M.A. 1992b. A review of damage by mammals in north temperate forests: 3. Impact on trees and forests. *Forestry*, Vol. 65 (4): 363-388.

- Gregory, S.G. 1986. The development of stain in wounded Sitka spruce stems. *Forestry* 59: 199-208.
- Hallaksela, A. 1984a. Bacteria and their effect on the microflora in wounds of living Norway spruce (*Picea abies*). *Commun. Inst. For. Fenn.* 121: 1-25.
- Hallaksela, A. 1984b. Causal agents of butt-rot in Norway spruce in southern Finland. *Silva Fenn.* 18: 237-243.
- Heger, A., Kurth, H. & Fassl, B. 1955. Ein Beitrag zur waldbaulichen Behandlung geschälter Fichtenhölzer. *Arch. f. Forstwesen* 4: 309-362.
- Hoog, G. S. de 1977. *Rhinoctadiella* and allied genera. *Stud. Mycol.* 15: 1-140.
- Huse, K. J. 1978. Misfarging og mikroflora i sår etter tynningsdrift i granskog. NISK, Ås. 1-54.
- Huse, K. J. 1981. The distribution of fungi in sound-looking stems of *Picea abies* in Norway. *Eur. J. For. Path.* 11: 1-6.
- Huse, K.J., Solheim, H. & Venn, K. 1994. Råte i gran registrert på stubber etter hogst vinteren 1992. Rapport fra Skogforsk 23/94: 1-26.
- Isomäki, A. & Kallio, T. 1974. Consequences of injury caused by timber harvesting machines on the growth and decay of spruce (*Picea abies* (L.) Karst.). *Acta For. Fenn.* 136: 1-25.
- Kallio, T. 1973. *Peniophora gigantea* (Fr) Massee and wounded spruce (*Picea abies* L. Karst.). *Acta For. Fenn.* 133: 1-28.
- Löffler, H. 1975. The spreading of wound rot in Norway spruce. *Forstwiss. Cbl.* 94: 175-183.
- Meisingset, E.L. & Krokstad, Aa. 2000. Hjortebeiting på eng: Skader, registrering og metodikk. Oppsummering av beiteskadeprosjektet 1996-1999. Ressurscenteret i Tingvoll, Rapport: 1-45.
- Meisingset, E.L., Veiberg, V. & Langvatn, R. 1997. Beiteskader på graseng av hjort. Forskningsrapport nr. 1. Ressurscenteret i Tingvoll: 1-34.
- Norokorpi, Y. 1979. Old Norway spruce stands, amount of decay and decay-causing microbes in northern Finland. *Commun. Inst. For. Fenn.* 97: 1-77.
- Pawsey, R.G. 1971. Some recent observations on decay of conifers associated with extraction damage, and on butt rot caused by *Polyporus schweinitzii* and *Sparassis crispa*. *Quart. J. For.* 65: 193-208.
- Pawsey, R.G. & Gladman, R.J. 1965. Decay in standing conifers developing from extraction damage. Forestry Commission Forest Record No. 54. Forestry Commission, Edinburgh.
- Pawsey, R.G. & Stankovicova, L. 1974. Studies of extraction damage decay in crops of *Picea abies* in southern England. 1. Examination of crops damages during normal forest operations. *Eur. J. For. Path.* 4: 129-137.
- Pechman, H. von & Aufsess, H. von. 1971. Untersuchungen über die Erreger von Stammfäulen in Fichtbeständen. *Forstwiss. Cbl.* 90: 259-284.
- Randveer, T. & Heikkilä, R. 1996. Damage caused by moose (*Alces alces* L.) by bark stripping of *Picea abies*. *Scand. J. For. Res.* 11: 153-158.
- Roeder, A. & Knigge, W. 1972. Sind Rotwildschälenschäden wirklich so schweriegend? *Forstarchiv* 43: 109-114.