

**Skader av douglaskreftsoppen (*Phacidium coniferarum*)
etter høstkvisting av furu (*Pinus sylvestris* L.)**



Kjell Vadla

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 82-7169-978-4
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: Foto med douglaskreppakader
Kjetil Vardø

**Skader av douglaskreftsoppen (*Phacidium
coniferarum*) etter høstkvisting av furu
(*Pinus sylvestris* L.)**

Kjell Vadla



Forord

Forsøksvirksomheten vedrørende stammekvisting som kvalitetsforbedrende tiltak startet i 1940. Gustav G. Klem anla de første forsøksfeltene. De første forsøksfeltene var i furu. Seinere er det anlagt en rekke forsøksfelter for flere treslag. Forsøksfeltene hvor registreringene i den foreliggende undersøkelsen ble utført, inngår også i de langsiktige forsøkene.

Gran Almenning ved Kjell Andresen og Gudbrand Melbye i Trøgstad (Aremark) har vært hjelpelige med å skaffe forsøksfelter. Hans H. Grønlien og Ivar Fæste har deltatt i markarbeidet. Øystein Dale, Hans H. Grønlien, Kari Hollung og Sigrun Kolstad har lest gjennom manuskriptet og kommet med verdifulle forslag til forbedringer.

Undersøkelsen er finansiert av Skogforsk.

Herved takkes alle som har medvirket til at arbeidet ble gjennomført og publisert.

Ås, august, 2001

Kjell Vadla

Sammendrag

VADLA, K. 2001. Skader av douglaskreftsoppen (*Phacidium coniferarum*) etter høstkvisting av furu (*Pinus sylvestris* L.) Rapport fra skogforskningen: 4/01: 1-27.

Når bartrær stammekvistes i veksthvilen, kan man i enkelte tilfeller få angrep av douglaskreftsoppen (*Phacidium coniferarum*). Douglaskreftskade ble først observert hos douglasgran i Skottland i 1920. Siden er det registrert douglaskreftskader i flere land og hos flere treslag.

I 1993 ble det funnet douglaskreftskader i et kvistingsfelt på Hadeland. Året etter ble det også registrert skader i et forsøksfelt i Trøgstad. Begge forsøksfeltene ble etablert i 1984 for å tidsstudere forskjellig kvistingsutstyr. På begge steder ble det gjort omfattende registreringer. Hensikten var å analysere hyppighet og omfang av douglaskreftskader relatert til kvistingsutstyr, kvistingsstyrke (kronereduksjon) og kvaliteten av kvistingsarbeidet (skader) samt å undersøke hva douglaskreftskader betyr for trærnes tilvekst.

Douglaskreftsoppen går inn gjennom kviststumper og dreper innerbarken og kambiet rundt kviststumpene samt vedens parenkymceller. Skaden er vanskelig å oppdage kort tid etter angrepet, men den blir lett synlig etter 3 – 4 år. Douglaskreftskader har følgende karakteristiske kjennetegn:

- Kvaeutflod i barken over og/eller under kviststumpen
- Sprekk i barken over og/eller under kviststumpen
- Langsgående valker mellom kviststumpene
- Innsnevring av stammen over og/eller under kviststumpen p.g.a. stans i tilveksten
- Barken ved kviststumpen er flekt ut eller har løsnet helt, og bar, ofte kva-impregnert, ved kommer til syne

På Hadeland var 12.5 % av trærne kreftskadet (64 av 510 trær), mens skadefrekvensen i Trøgstad var 12.7 % (55 av 433 trær). I materialet fra Hadeland varierte skadefrekvensen mellom forsøksrutene fra 3.6 (rute nr. 5) til 41.7 % (rute nr. 3), mens tilsvarende variasjon i materialet fra Trøgstad var fra 0 (rute nr. 1) til 25 % (rute nr. 4).

I forsøksfeltet på Hadeland ble i alt 3242 kvister undersøkt for kreftskader. Av disse var 566 skadet, hvilket gir en skadefrekvens på 17.5 %. I materialet fra Trøgstad var tilsvarende skadefrekvens 10.4 % (382 av 3682 kvister). Skadefrekvens basert på antall kvistkranser var 38.3 % (245 av 640 kvistkranser) i materialet fra Hadeland og 25.9 % (195 av 753 kvistkranser) i Trøgstad.

Andelen kreftskadde trær økte med økende kvistingsstyrke (kronereduksjon). Dette er et resultat av at trærne svekkes, men også av at andelen friske kviststumper øker med kvistingsstyrken. Erfaringsmessig vet man også at skadene som påføres trærne under kvistingsarbeidet øker med avstanden fra bakken.

Skader påført trærne under kvistingsarbeidet, påvirket hyppigheten av kreftskader. Skadefrekvensen økte både med antall barksår og antall barkflenger. Dette er rimelig da både barksår og barkflenger kan være inngangsporter for soppen. Skade nær basis av døde kvister kan også føre til at denne kvisttypen infiseres.

Frekvensen av kreftskadde kviststumper økte oppover stammen. Dette kan forklares med at det i vesentlig grad er stumper etter levende greiner som angripes. Døde greiner kan fjernes når som helst uten at det oppstår kreftskader, under forutsetning av at innerbarken er død ved basis og at stammekambiet ikke påføres mekaniske skader.

Skader etter douglaskreftsoppen forstyrrer livsviktige ledningsbaner hos trærne. Veden rundt de angrepne kvistene kvaeimpregneres, hvilket medfører at ledningsbaner i veden tettes til. Den foreliggende undersøkelsen viser at midlere årlig grunnflatetilvekst var noe redusert hos kreftskadde trær.

Den foreliggende undersøkelsen er en ny bekreftelse på at sein høstkvisting av furu kan gi douglaskreftskader. Undersøkelsen er i tråd med tidligere undersøkelser, som entydig viser at skader oppstår når trærne er i veksthvile. Man bør derfor være forsiktig med å kviste for langt utover høsten. Her i landet er det ikke utarbeidet noen retningslinjer for dette. Det har man derimot gjort i Finland. På bakgrunn av douglaskreftsoppens temperaturkrav og sannsynlighetsberegninger knyttet til klimastatistikk, angis følgende sikre kvistingsperioder for ulike deler av Finland:

- Sørvest – Finland: 01.02 – 15.09
- Sentral – Finland: 01.01 – 15.09
- Nord – Finland: 15.11 – 30.08

Nøkkelord: Stammekvisting, douglaskreft, kvistingsstyrke, skader, tilvekst, furu

Innhold

1. Innledning.....	6
2. Materiale og metodikk.....	7
2.1. Tre- og bestandsdata.....	7
2.2. Temperaturdata.....	10
2.3. Kvistingsutstyr.....	11
2.4. Registreringer og beregninger.....	12
3. Resultater.....	14
3.1. Skadefrekvens.....	14
3.1.1. Skadefrekvens og kvistdiameter.....	14
3.1.2. Skadefrekvens og kvistingsstyrke.....	15
3.1.3. Skadefrekvens og kvistingsarbeid.....	16
3.2. Skadeomfang.....	18
3.2.1. Skadefrekvens i forskjellig avstand fra bakken.....	18
3.3. Tilvekst.....	19
4. Diskusjon.....	20
Litteratur.....	25

1. Innledning

Det er delte oppfatninger om hvilken tid på året kvistingen bør utføres (Romell 1940, Mayer-Wegelin 1952, Zycha 1952, Bleischmidt 1954, Hahn 1957, Karcauskas 1959, Zumer 1966, Gremmen 1973, Hudler 1984). Eldre finske undersøkelser (Heiskanen & Taipale 1963) indikerte at kvisting av furu ikke medførte skader som forringet tømmerkvaliteten. Oppfatningen var at furu kunne kvistes hele året uten risiko for biologiske skader (Vuokila 1976, Tuimala 1983). Det ble bare advart mot å kviste i sevjetiden, og begrunnelsen var først og fremst at det i denne perioden er lett å påføre trærne mekaniske skader (Anon. 1982). Etter Krigul (1961) og Anon. (1987) går det bra å stammekviste i sevjetiden, under forutsetning av at det utvises større forsiktighet ved utførelsen av kvistingsarbeidet.

Midt på 80 - tallet ble det i Sverige registrert skader etter douglaskreftsopp hos høstkvistet furu. Skadene ble registrert i et område fra Gävle til Karlskoga, mellom Vänern og Vättern (Ericson & Beyer-Ericson 1984, 85, Beyer-Ericson & Ericson 1985, Ericson 1985).

Etter Ericson & Beyer – Ericson (1984, 85) og Beyer – Ericson & Ericson (1985) går soppen inn gjennom kviststumper og dreper innerbarken og kambiet rundt kviststumpene samt vedens parenkymceller. Skaden er vanskelig å oppdage kort tid etter angrepet, men den blir lett synlig etter 3 – 4 år. Ericson & Beyer – Ericson (1984) oppgir følgende karakteristiske kjennetegn:

- Kvaeutflod i barken over og/eller under kviststumpen
- Sprekk i barken over og/eller under kviststumpen
- Langsgående valker mellom kviststumpene
- Innsnevring av stammen over og/eller under kviststumpen p.g.a. stans i tilveksten
- Barken ved kviststumpen er flekt ut eller har løsnet helt, og bar, ofte kvaepregnet, ved kommer til syne

Rapportene fra Sverige medførte at det ble lagt ut nye kvistingsforsøk ved NISK. To forsøksfelter, hvor det ble kvistet en gang hver måned, ble anlagt. Feltene ble lagt til Fyresdal kommuneskog og Gran Almanning. Totalt ble det kvistet ca. 2500 trær. Kvistingen ble utført med snekkersag og Sandvik kvistesaks. Trærne har blitt undersøkt for skader flere ganger, og det ble bare funnet ett skadet tre på hvert sted.

Våren 1993 ble det derimot funnet omfattende skader i et annet kvistingsfelt som NISK har i Gran Almanning. Dette forsøksfeltet ble etablert i 1984/85, for å tidsstudere forskjellig kvistingsutstyr. Forsøket inneholder 10 ruter, hvor rute nr. 1 - 6 ble kvistet 1984, mens de andre rutene ble kvistet året etter. Kvistingen i 1984 ble utført seinhøstes (29/10 - 9/11). I 1985 ble arbeidet utført ca. to måneder tidligere (27/8 - 4/9).

Det ble også registrert douglaskreftskader i 1994 i et forsøksfelt som ligger i Trøgstad. Forsøksfeltet ble anlagt i 1984. Også dette feltet ble etablert for å tidsstudere forskjellig kvistingsutstyr. Forsøket inneholder 6 ruter, hvorav rute nr. 1 - 5 ble kvistet i første halvdel av oktober (4 - 11/10), mens rute nr. 6 ble kvistet i siste halvdel av november (19/11).

Høsten 1999 ble det også registrert spor etter douglaskreftskader i et forsøksfelt på Ringerike. Trærne i forannevnte forsøksfelt ble kvistet i 1967, og kvistingsarbeidet ble utført i perioden 15. – 30. oktober. Forsøksfeltet inneholder i alt fem ruter, og det ble registrert spor etter skader på alle rutene.

I forsøksfeltene på Hadeland og i Trøgstad ble det i 1993 og 94 gjort omfattende registreringer. Hensikten var å analysere hyppighet og omfang av douglaskreftskader relatert til kvistingsutstyr, kvistingsstyrke (kronereduksjon) og kvaliteten av kvistingsarbeidet (skader), samt å undersøke hva douglaskreftskader betyr for trærnes tilvekst.

2. Materiale og metodikk

2.1. Tre- og bestandsdata

Figur 1 viser forsøksfeltenes geografiske beliggenhet. Feltet på Hadeland ligger øst for Avalsjøbrenna, mellom Gran og Nannestad, i et høydenivå på 330 - 340 m over havet.

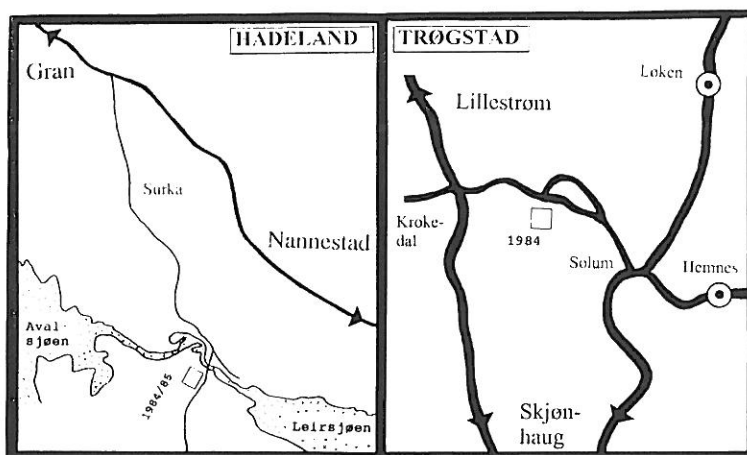


Fig. 1. Forsøksfeltenes geografiske beliggenhet.

Forsøksfeltet inneholder i alt ca. 900 kvistede trær, hvorav 510 trær ble kvistet høsten 1984. Trærne ble plantet i slutten av mai 1963. Ved utplanting var trærne tre år gamle (2/1), og planteavstanden var ca. 1.5 m. Forsøksfeltet inneholder 10 ruter, hvor rute nr. 1 - 6 ble kvistet seinhøstes 1984 (Tabell 1). De resterende rutene ble kvistet ca. to måneder tidligere (27/8 - 4/9) året etter. Det ble bare funnet skader etter kvistingen i 1984. Rute 7 - 10 er derfor utelatt i de følgende beregningene.

Kvistingsfeltet i Trøgstad ligger langs veien mellom Solum og Krokedal, nær grensa til Aurskog - Høland kommune, i et høydenivå på 190 - 200 m over havet. Bestanden er naturlig forynget, og det ble etablert etter snauhogst i driftssesongen 1947/48. Forsøket omfatter 6 ruter, hvorav rute nr. 1 - 5 ble kvistet i oktober 1984 og rute nr. 6 i november samme året (Tabell 1). I alt 433 trær ble kvistet.

Tabell 1. Data for treantall og kvistingstidspunkt.

Sted	Rute nr.	Antall trær	Kvistingstidspunkt
Hadeland	1	90	29. og 30. oktober
	2	90	30. og 31. oktober
	3	84	31. oktober og 06. november
	4	86	01. november
	5	84	02. og 05. november
	6	76	06. og 09. november
	Alle	510	29. oktober – 09. november
Trøgstad	1	72	04. oktober
	2	77	05. oktober
	3	77	09. oktober
	4	60	10. oktober
	5	59	11. oktober
	6	88	19. november
	Alle	433	04. oktober – 19. november

Figur 2 viser midlere brysthøydiameter og trehøyde, mens midlere kvistingshøyde og midlere avstand fra bakken til nederste grønne grein er presentert i henholdsvis Figur 3 og 4. Trærne ble gruppert i følgende tre kvistdiameterklasser: Kvistklasse 1, Kvistklasse 2 og Kvistklasse 3 (Figur 5). I Kvistklasse 1 var de fleste kvistene under 1 cm, i Kvistklasse 2 mellom 1 og 2 cm og i Kvistklasse 3 over 2 cm. Hos det enkelte tre var det naturligvis kvister med diametre som falt utenfor de aktuelle klassene, men majoriteten av kvistene lå innenfor klassene.

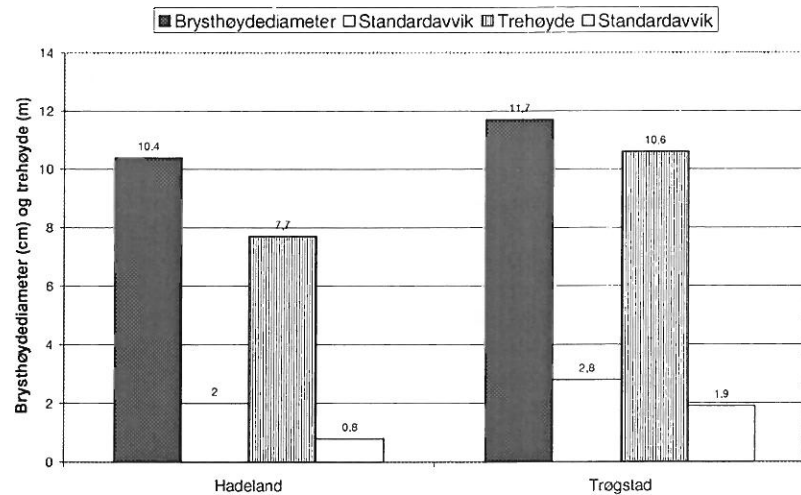


Fig.2. Midlere brysthøydiameter (cm) og trehøyde (m) i 1984.

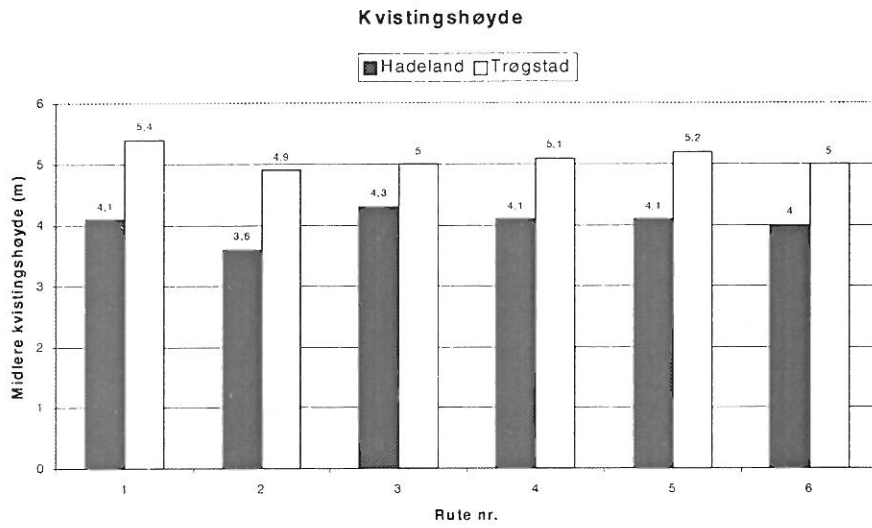


Fig. 3. Midlere kvistingshøyde (m).

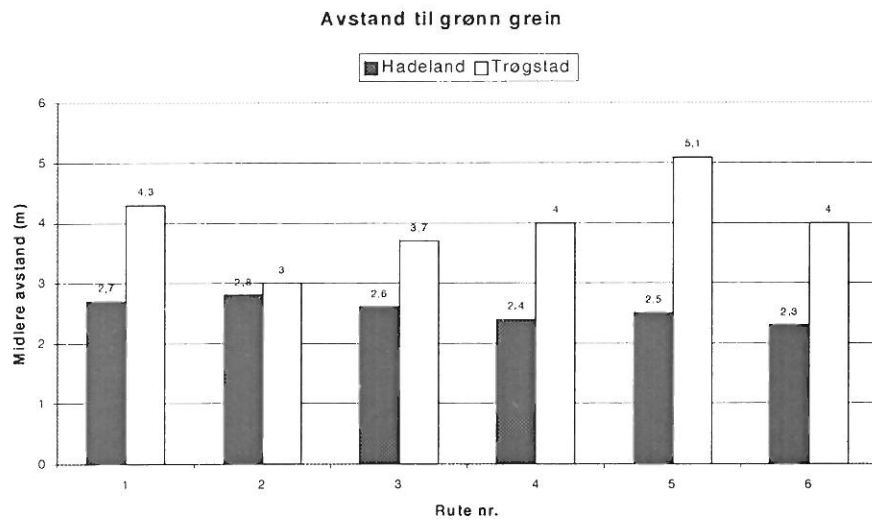


Fig.4. Midlere avstand fra bakken til nederste grønne grein (m).

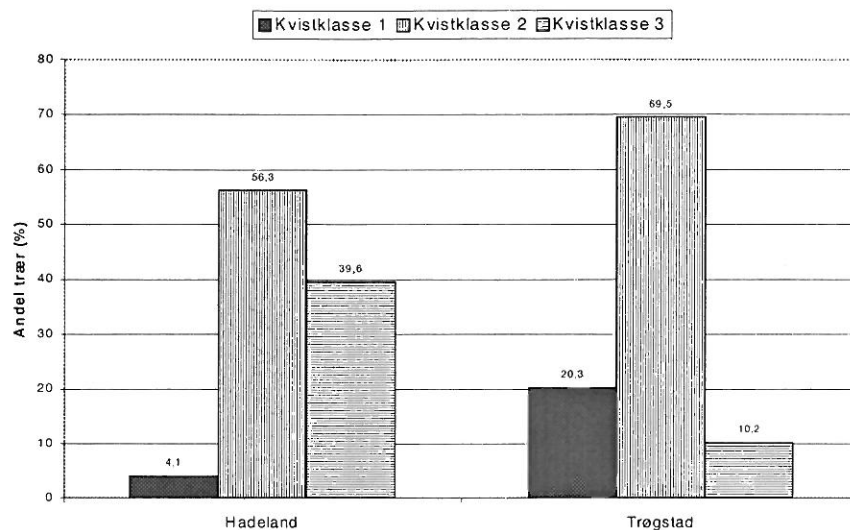


Fig. 5. Andel (%) trær med forskjellig kvistdiameter.

2.2. Temperaturdata

Det ble ikke utført temperaturmålinger i forsøksfeltene. Temperaturdataene er innhentet fra nærmeste meteorologiske målestasjoner: 0478 Gardermoen (Figur 6) og 0284 Høland-Kollerud (Figur 7) (Det Norske Meteorologiske Institutt 1984). Målestasjonen på Gardermoen ligger 202 m over havet. Avstanden til kvistingsfeltet er under 20 km i luftlinje. Stasjonen i Høland ligger under 10 km fra forsøksfeltet, og høyden over havet er 139 m.

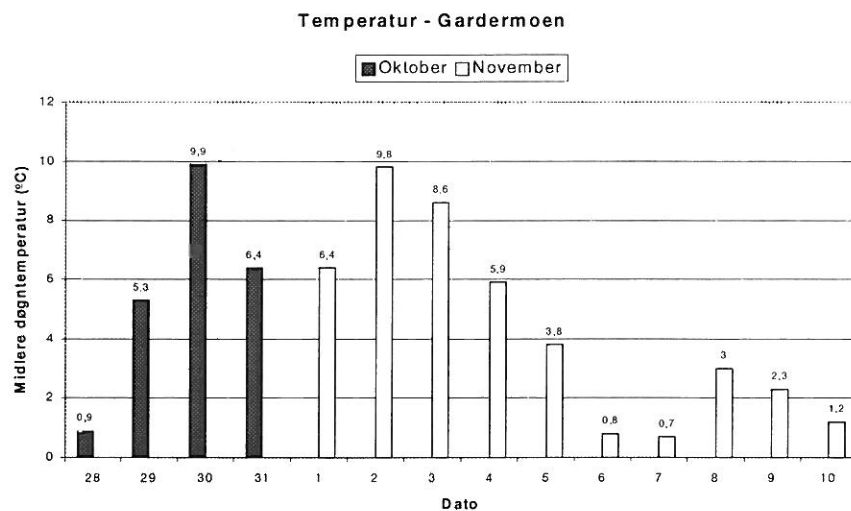


Fig. 6. Midlere døgntemperatur i perioden 28.10 – 10.11.1984 – Gardermoen (Det Norske Meteorologiske Institutt 1984).

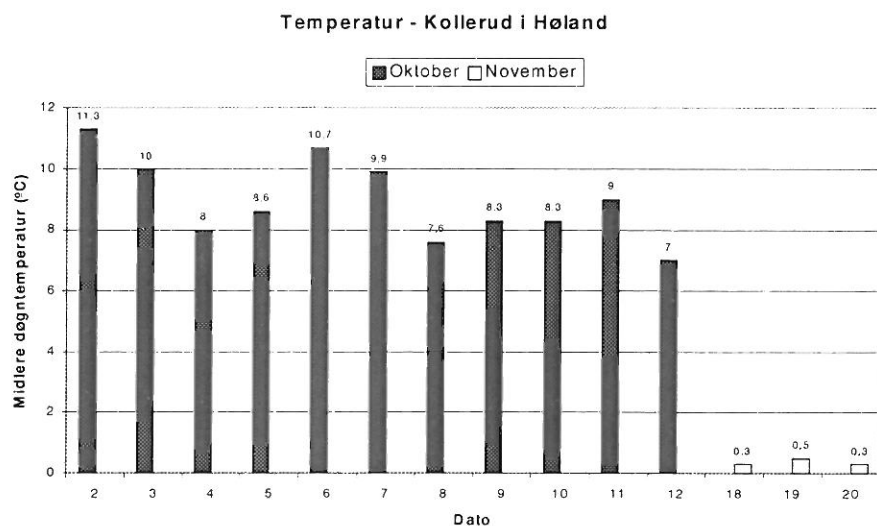


Fig. 7. Midlere døgn temperatur i perioden 02 – 12.10 og 18 – 20.11.1984 – Kollerud i Høland (Det Norske Meteorologiske Institutt 1984).

Forannevnte døgnmiddeltemperaturer er gjennomsnittet av temperaturer målt kl 01⁰⁰, 07⁰⁰, 13⁰⁰ og 19⁰⁰.

Ved målestasjonen på Gardermoen var middeltemperaturen for oktober og november henholdsvis 6.4 og 1.3 °C, mens tilsvarende temperatur for målestasjonen i Høland var henholdsvis 7.3 og 2.5 °C.

2.3. Kvistingsutstyr

Trærne på hver rute ble kvistet med forskjellig kvistingsutstyr, som er presentert i Tabell 2. Figur 8 viser en skisse av kvistingsutstyret. Utstyret er også nærmere omtalt av Vadla (2000).

Tabell 2. Kvistingsutstyr.

Sted	Rute nr.	Kvistingsutstyr
Hadeland	1	Fiskars kvistavbiter
	2	Nisi kvistesaks
	3	Kjedesag (Algoma K12) og Fiskars trinsekutter
	4	Fiskars selvmatende sag
	5	Sandvik greinsag
	6	Stikksag (RAU kvistesag)
Trøgstad	1	Sandvik greinsag
	2	Kjedesag (Algoma K12) og STE bogesag
	3	Fiskars selvmatende sag
	4	Fiskars kvistavbiter og Fiskars trinsekutter
	5	Sandvik greinsag og Fiskars trinsekutter
	6	Nisi kvistesaks

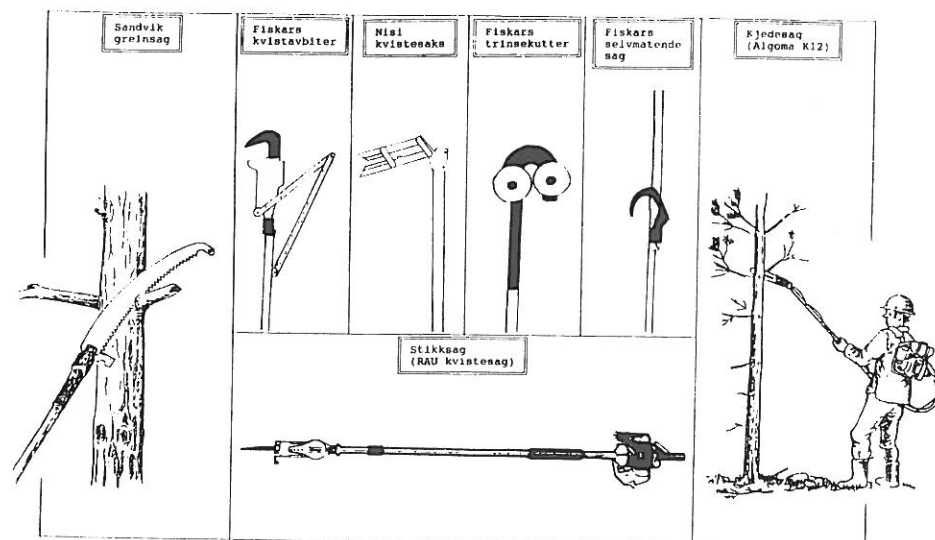


Fig. 8. Skisse av kvistingsutstyret.

2.4. Registreringer og beregninger

Under/etter kvistingen ble det foretatt en rekke målinger og registreringer på hvert tre.

Som grunnlag for å vurdere kvaliteten av kvistingsarbeidet, ble antall barksår ved eller nær kvistbasis og antall barkflenger registrert.

Trærne ble klassifisert etter midlere kvistdiameter i følgende tre kvistklasser:

Kvistklasse	Diameter (mm)
1	Under 10
2	10 – 20
3	Over 20

Klassifiseringen (Figur 5) ble gjort på grunnlag av kvistmålinger. Diameteren ble målt på to kvister, som ble vurdert til å ha diameterer nær middelkvistens diameter.

Videre ble avstanden fra bakken til nederste levende grein (Figur 4), brysthøydiameteren (Figur 2), kvistingshøyden (Figur 3) og trehøyden (Figur 2) målt. Brysthøydiameter og trehøyde ble målt både på kvistingstidspunktet og i 1993/94.

Forsøksfeltene ble tynnet henholdsvis våren 1993 (Hadeland) og ettersommeren 1994 (Trøgstad). Under dette arbeidet ble det oppdaget kreftskader hos enkelte trær, hvilket resulterte i at alle trærne ble oppsøkt og undersøkt for skader. I første omgang ble det bare skilt mellom trær med- og trær uten skader. Deretter ble trær med kreftskader undersøkt grundigere, og det ble foretatt følgende registreringer:

- Avstand fra bakken til hver kvistkrans
- Antall kvister i hver kvistkrans
- Antall kvister med kreftskader i hver kvistkrans

Ved registrering av skader ble stammene delt inn i følgende 10 høydenivåer (Tabell 3):

Tabell 3. Høydenivå – avstand fra bakken (m).

Høydenivå	Avstand fra bakken
1	Under 0.5
2	0.5 – 1.0
3	1.0 – 1.5
4	1.5 – 2.0
5	2.0 – 2.5
6	2.5 – 3.0
7	3.0 – 3.5
8	3.5 – 4.0
9	4.0 – 4.5
10	Over 4.5

På basis av de registrerte dataene ble følgende beregninger foretatt:

- Skadefrekvens – basert på trær
- Skadefrekvens – basert på kvister
- Skadefrekvens – relatert til høydenivå (avstand fra bakken)
 - *Grunnflate på kvistingstidspunktet*
 $G = (D1.3 \times D1.3 \times 3.14) / 4$, hvor D1.3 er brysthøydiameter
 - *Grunnflate i 1993/94*
 $G2 = (D1.3 \times D1.3 \times 3.14) / 4$, hvor D1.3 er brysthøydiameter
 - *Grunnflatetilvekst IG% = 100 x (G2 – G) / G2*

Kvistingstyrken kan uttrykkes på forskjellige måter. I mange kvistingsundersøkelser (Barret & Downs 1943, Buchanan 1944, Bogges 1950, Dahms 1954, Bennet 1955, Slabaugh 1957, Vuokila 1960, 68) oppgis styrken av inngrepet i forhold til lengden av den levende kronen. De variablene som inngår i formelen ovenfor, er lette å måle, slik at dette er et rasjonelt mål for kvistingstyrken. Målet sier imidlertid ingen ting om hvor stor andel av den assimilerende kronen (barmasse) som fjernes.

Kvistingstyrke $Kvg \% = 100 \times (Kh - hg) / (Th - hg)$, hvor Kh er kvistingshøyde (m), hg er avstand fra bakken til nederste grønne grein (m) og Th er trehøyde (m).

For å undersøke evt. forskjeller mellom grupper ble det foretatt en test på gjennomsnittene for responsene. Testen var en Student-Newman-Keules multiple range test.

3. Resultater

3.1. Skadefrekvens

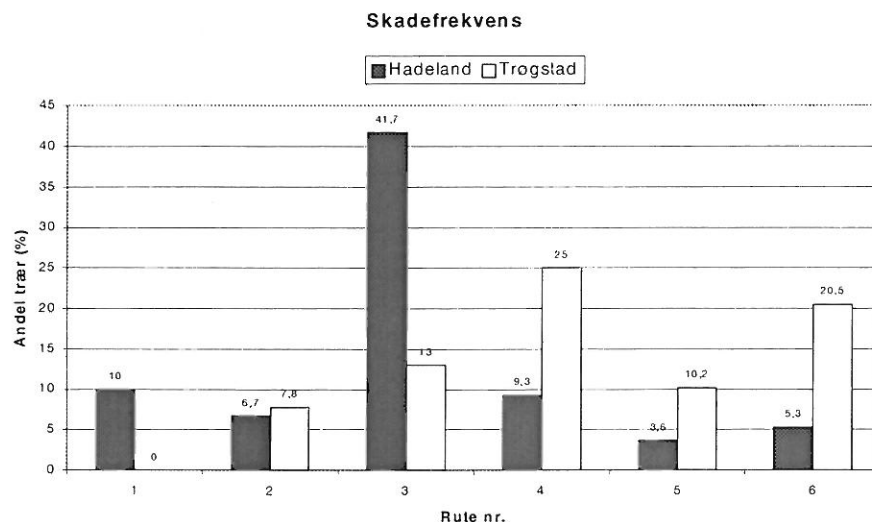


Fig. 9. Skadefrekvens på den enkelte forsøksrute.

På Hadeland var 64 av i alt 510 trær kreftskadet, hvilket gir en skadefrekvens på 12.5 %. Skadefrekvensen varierte fra 3.6 (rute nr. 5) til 41.7 % (rute nr. 3). Det var liten variasjon i skadefrekvens mellom rute nr. 1, 2, 4, 5 og 6 (3.6 - 10 %), mens rute nr. 3 skilte seg ut med klart høyere skadefrekvens.

I Trøgstad var 55 av 433 trær kreftskadet (12.7 %), og skadefrekvensen varierte fra 0 (rute nr. 1) til 25 % (rute nr. 4). Variasjonen mellom rute nr. 2, 3 og 5 var relativt liten (7.8 - 13%). Det var også liten forskjell mellom rute nr. 4 og 6 (25 og 20.5 %).

3.1.1. Skadefrekvens og kvistdiameter

Figur 10 viser skadefrekvens i relasjon til kvistdiameter. Det fremgår at skadefrekvensen økte med økende kvistdiameter på Hadeland, mens det var motsatt i materialet fra Trøgstad.

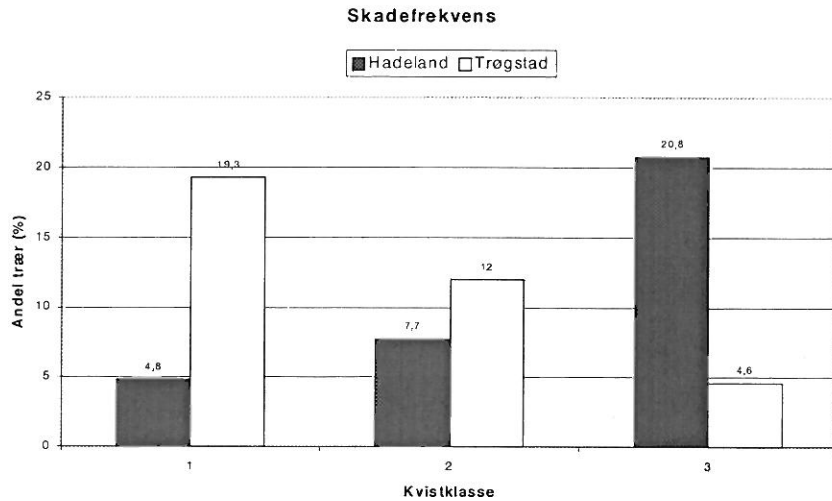


Fig. 10. Skadefrekvens i relasjon til kvistdiameter.

3.1.2. Skadefrekvens og kvistingsstyrke

Materialet ble delt inn i fire grupper etter kvistingsstyrke (% reduksjon av kronelengden):

Gruppe	Kvistingsstyrke (%)
1	Under 10
2	10 - 20
3	20 - 30
4	Over 30

Kvistingsstyrken er et mål for hvor stor andel av den grønne kronelengden som ble fjernet.

Av Figur 11 fremgår det at skadefrekvensen økte med økende kvistingsstyrke. En test på gjennomsnittene etter Students-Newman-Keules viser imidlertid at forskjellen i skadefrekvens ikke var signifikant mellom noen av gruppene i materialet fra Trøgstad. I materialet fra Hadeland var forskjellen statistisk sikker mellom gruppe 4 og de andre gruppene.

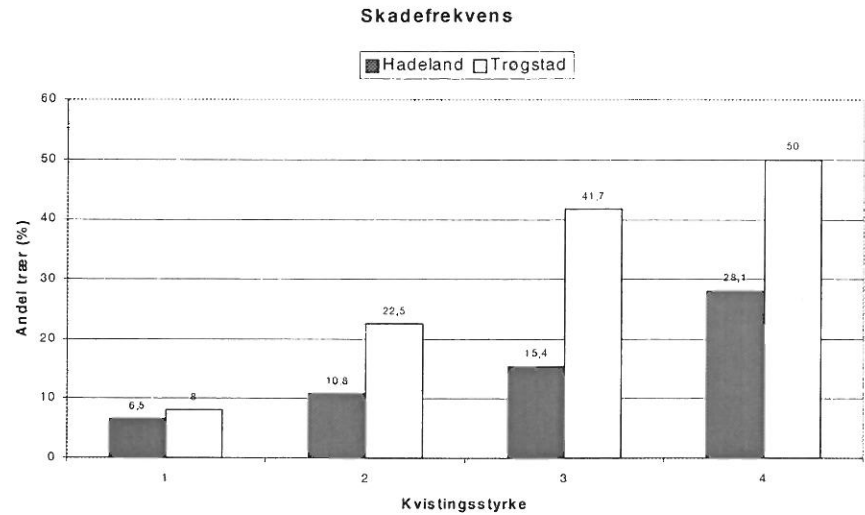


Fig. 11. Skadefrekvens i relasjon til kvistingstyrke.

3.1.3. Skadefrekvens og kvistingsarbeid

Barkskader

Barkskader er barksår og barkflenger. Barksår er skader som er påført direkte av kvistingsutstyret, eksempelvis ved at man skjærer inn i stammebarken. Barkflenger er skader som oppstår når en grein faller mot bakken. Hvis greinen ikke er kappet helt av, tar den lett med seg noe bark på veien nedover.

Materialet ble delt inn etter antall barksår i følgende fire grupper:

Gruppe	Antall barksår
0	0
1	1
2	2
3	3 eller flere

Figur 12 viser skadefrekvens i relasjon til antall barksår, og det fremgår at skadefrekvensen øker med antall barksår. En test på gjennomsnittene etter Students-Newman-Keules viser at forskjellen ikke var signifikant mellom gruppe 0 og 1 eller mellom gruppe 2 og 3 i materialet fra Hadeland. I materialet fra Trøgstad var ikke forskjellen statistisk sikker mellom noen av gruppene.

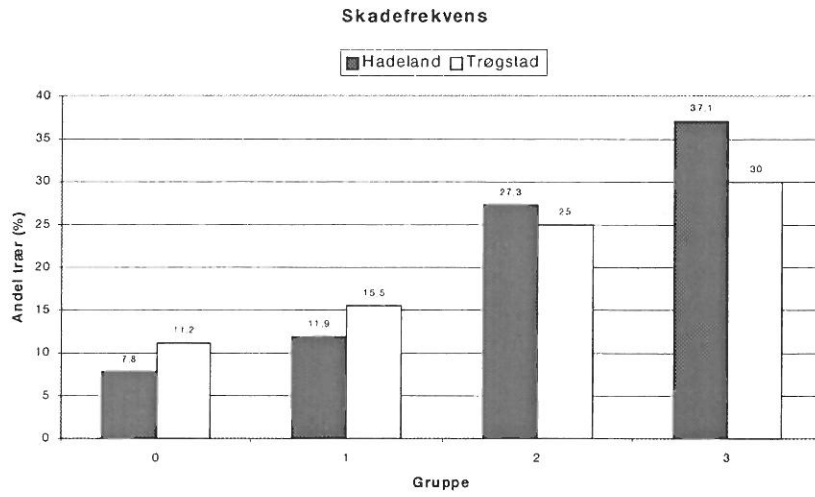


Fig. 12. Skadefrekvens i relasjon til antall barksår.

Barkflenger

Materialet ble delt inn etter antall barkflenger i følgende fire grupper:

Gruppe	Antall barkflenger
0	0
1	1
2	2
3	3 eller flere

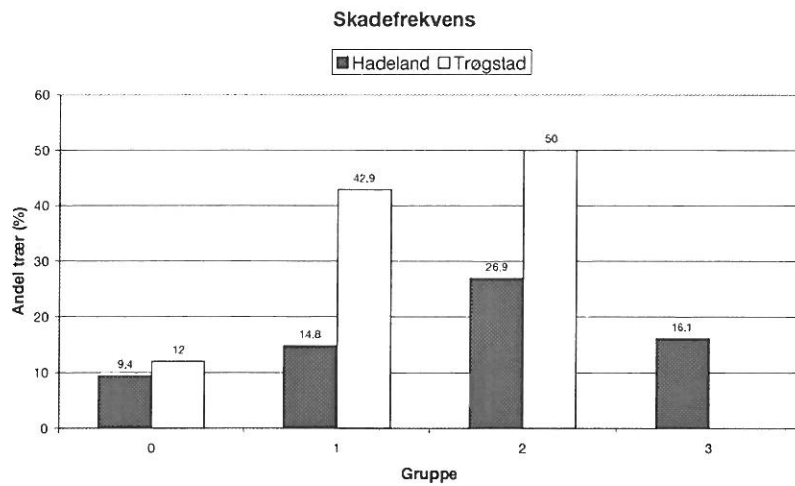


Fig. 13. Skadefrekvens i relasjon til antall barkflenger.

Fig. 13 viser at skadefrekvensen økte med antall barkflenger. I materialet fra Hadeland var imidlertid skadefrekvensen høyere for Gruppe 2 enn for Gruppe 3. En test på gjennomsnittene etter Students-Newman-Keules viser at forskjellen bare var signifikant mellom Gruppe 2 og de andre gruppene i materialet fra Hadeland. I materialet fra Trøgstad var det ikke signifikant forskjell mellom noen av gruppene.

3.2. Skadeomfang

Utbredelsen av nekrosene rundt de angrepne kvistene ble ikke målt. Man registrerte bare om en kvist var angrepet eller ikke. Det var stor variasjon i nekrosetørrelse mellom kvister. I de største angrepene hadde soppen vokst over 20 mm i tangentiell retning, mens de minste skadene hadde en utbredelse på 2 - 3 mm. De fleste nekrosene hadde en utbredelse på 5 - 10 mm i tangentiell retning og betydelig mer i lengderetningen. Angrepsmønsteret var også forskjellig. Noen kvister hadde angrep bare til én side, men de fleste kvistene hadde nekroser til begge sider.

Skadeomfanget kan uttrykkes på forskjellige måter. I den foreliggende undersøkelsen er andel (%) skadde kvister i forskjellige høydenivåer (Tabell 3) benyttet (Figur 14).

3.2.1. Skadefrekvens i forskjellig avstand fra bakken

På Hadeland var 566 av 3242 kvister angrepet av kreft. Dette gir en skadefrekvens på 17.5 %. I Trøgstad var skadefrekvensen 10.4 % (382 av 3682 kvister). Skadefrekvensen basert på antall kvistkranser var 38.3 % (245 av 640) i materialet fra Hadeland og 25.9 % (195 av 753) i Trøgstad.

Figur 14 viser skadeomfanget i forskjellige høydenivåer (Tabell 3), og man ser at andelen skadde kvister øker oppover stammen. Dette gjelder for begge forsøksfeltene, men tendensen er klarest i materialet fra Hadeland.

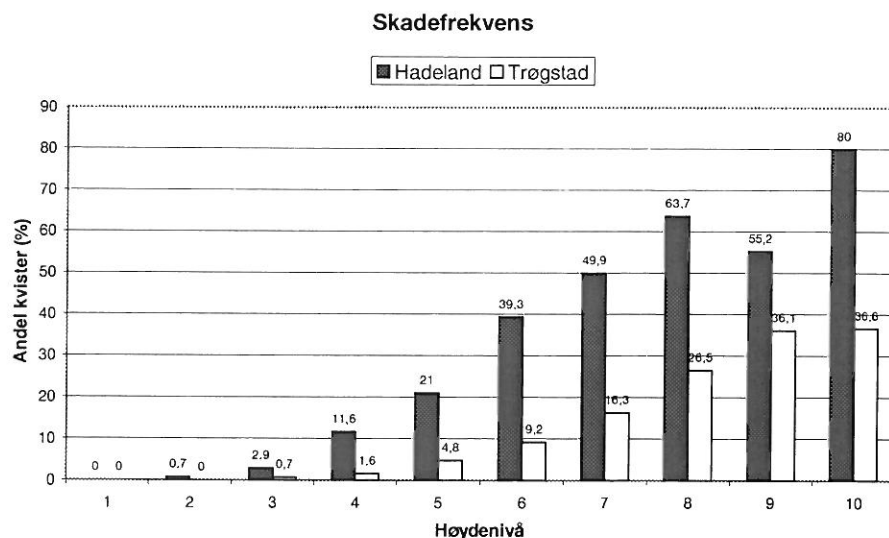


Fig. 14. Skadefrekvens i forskjellige høydenivåer.

Nederst på stammen (høydenivå 1) var ingen kvister kreftskadet. Skadene var også minimale i området 0.5 – 1.5 m (høydenivå 2 og 3). I området over 3.5 m (høydenivå 8) var over 50 % av kvistene kreftskadet i mer enn 60 % av kvistkransene. En nærmere analyse viste at i 18 kvistkranser (2.8 %) var alle kvistene kreftskadet. Disse kransene fordelte seg på 14 trær, hvor tre trær inneholdt mer enn én skadet krans.

3.3. Tilvekst

I Figur 15 (Hadeland) og 16 (Trøgstad) er midlere årlig grunnflatetilvekst i perioden 1985 - 92/94 presentert for hver diameterklasse. Grunnflatetilveksten er beregnet i prosent av den tilvoksende størrelse ved slutten av perioden (diskontoprosent).

Klasseinndelingen er gjort på grunnlag av brysthøydiameter ved kvisting, og trærne ble delt inn i følgende klasser:

Diameterklasse	Brysthøydiameter (cm)
1	Under 8
2	8 – 10
3	10 – 12
4	Over 12

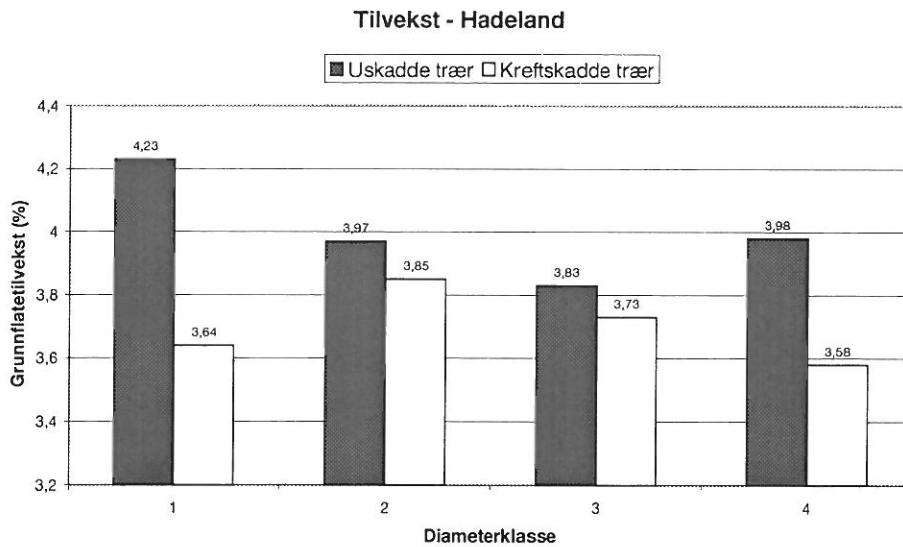


Fig. 15. Midlere årlig grunnflatetilvekst i perioden 1985 – 92 (Hadeland).

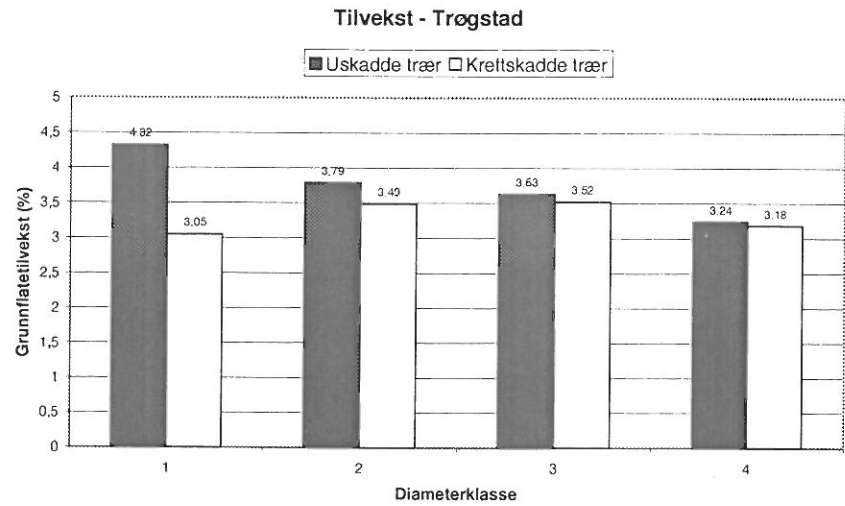


Fig. 16. Midlere årlig grunnflatetilvekst i perioden 1985 – 94 (Trøgstad).

Av Figur 15 og 16 går det fram at grunnflatetilveksten var noe redusert hos de kreftskadde trærne. En test på gjennomsnittene etter Students-Newman-Keules viste at forskjellen bare var statistisk sikker for diameterklasse 4 på Hadeland og diameterklasse 1 i Trøgstad.

Trærne ble delt inn etter antall skader pr. m i følgende fem grupper:

Gruppe	Antall skader pr. m
0	0
1	mindre enn 1
2	1 - 2
3	2 - 3
4	mer enn 3

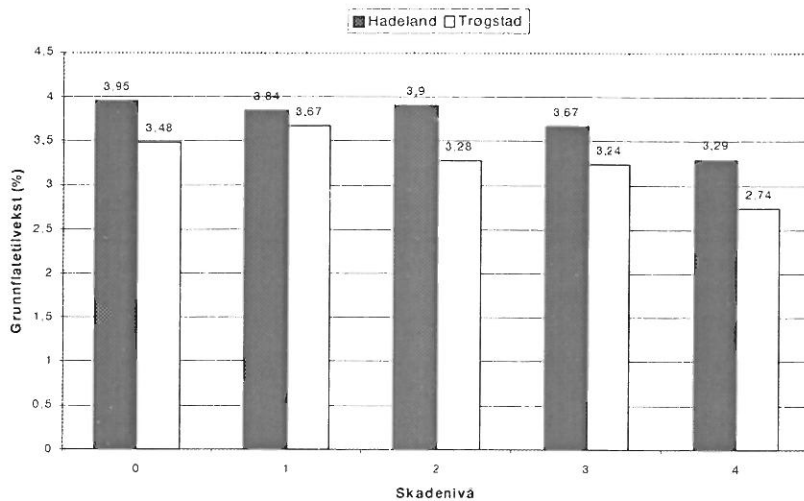


Fig. 17. Midlere årlig grunnflatetilvekst(1985 - 92/94) hos uskadde trær og hos trær med forskjellig skadeomfang.

Figur 17 viser grunnflatetilvekst hos uskadde trær og hos trær med forskjellig skadeomfang. Det framgår at tilveksten avtok svakt når skadeomfanget økte, men en test på gjennomsnittene etter Students-Newman-Keules viste at det ikke var signifikant forskjell i grunnflatetilvekst mellom noen av gruppene.

4. Diskusjon

- Metodikk

Ved vurdering av resultatene må man ta i betraktning at skadene kan være vanskelige å oppdage på stående trær. Dette fordi de fleste kreftnekrosene satt høyt oppe på stammen, og mange av dem var relativt små. Selv om det ble gjort grundig registreringsarbeid, kan man ikke se bort fra at skader ble oversett. Videre kan trær med kreftskader uforvarende ha blitt tatt ut ved tynning. Det er også en mulighet for at svært små skader kan ha blitt borte. Tallene for skadefrekvens må derfor betraktes som minimumstall.

- Kvistingsutstyr

Av i alt 12 forsøksruter var det bare én som var uten skader, rute nr. 1 i Trøgstad. Trærne på denne ruten ble kvistet med Sandvik greinsag. Dette utstyret påfører trærne relativt små skader, men kvistingstidspunktet og en høy andel død kvist har trolig også påvirket resultatet. Fiskars trinsekutter (hoggende utstyr) ble brukt på tre forsøksruter, rute nr. 3 på Hadeland og rute nr. 4 og 5 i Trøgstad. Den ble brukt fra ca. 2.5 – 4 m oppe på stammen og opp til ønsket kvistingshøyde. Trinsekutteren er vanskelig å bruke, spesielt når greinene sitter tett, og man har lett for å påføre trærne skader. Utstyret har da også forårsaket de høyeste skadefrekvensene både på Hadeland og i Trøgstad (rute nr. 4). Som tidligere nevnt, ble også rute nr. 5 i

Trøgstad kvistet med trinsekutter, og skadefrekvensen var betydelig lavere enn for rute nr. 4. Noe av forklaringen ligger trolig i at trærne på rute nr. 5 hadde en svært høy andel død kvist.

Kvistingstutstyret som ble brukt i den foreliggende undersøkelsen, er med et par unntak relativt vanlig i hele Norden. Unntakene er stikksag (RAU kvistesag) og Nisi kvistesaks. Sistnevnte var en prototype som det ikke er produsert flere av. Utstyret kan deles inn i tre grupper; skjærende, klippende og hoggende utstyr. Det ser ut som hoggende utstyr medfører en høyere skadefrekvens enn skjærende og klippende utstyr. Med ett unntak er resultatene for klippende utstyr tilnærmet like gode som for skjærende utstyr. Rute nr. 6 i Trøgstad, som ble kvistet med Nisi kvistesaks, skiller seg ut med en relativt høy skadefrekvens. Ved vurdering av dette resultatet må man ta i betraktning at denne ruten ble kvistet svært seint på høsten (19. november).

- Avstand fra bakken

Andelen infiserte kvister, eller skadeomfanget, økte oppover stammen (Figur 14). Dette er et rimelig resultat, som også er i overensstemmelse med en svensk undersøkelse (Holmgren et al. 1984). Forholdet kan stort sett forklares ut fra kvisttype. Andelen friske kviststumper øker oppover stammen, og det er i vesentlig grad friske kviststumper som infiseres. Døde greiner kan fjernes når som helst uten at det oppstår kreftskader, under forutsetning av at stammekambiet ikke påføres mekaniske skader. Videre må innerbarken ved basis være død for at reaksjonssonen skal være utviklet og i stand til å hindre soppkader (Jørgensen 1961). Forannevnte er også bekreftet i en finsk undersøkelse (Uotila 1990), hvor douglaskreftsoppen ble inokulert i kvistsårene.

Det går også fram at det var forskjell i skadeomfang (skadefrekvens basert på kvistantall) mellom forsøksfeltet på Hadeland og i Trøgstad. Bortsett fra i høydenivå 1 (0 – 0.5 m) var skadefrekvensen større i alle høydenivåer i materialet fra Hadeland. Dette skyldes sikkert flere forhold, men det er svært sannsynlig at kvisttypen forklarer en vesentlig del av forskjellen. Data angående kvistingshøyde (Figur 3) og avstand fra bakken til nederste grønne grein (Figur 4) viser at det ble tatt bort en betydelig større andel levende greiner i forsøksfeltet på Hadeland.

- Kviststørrelse, kvistingstyrke og skader

Sammenhengen mellom skadefrekvens og kviststørrelse var tvetydig. I materialet fra Hadeland økte skadefrekvensen med kviststørrelsen, mens det var motsatt i materialet fra Trøgstad. Kvisttype kan være noe av forklaringen. Som nevnt ovenfor, ble det tatt bort en betydelig større andel levende greiner i forsøksfeltet på Hadeland.

Skadefrekvensen og skadeomfanget økte med kvistingstyrken. Dette er et rimelig resultat, da trær som kvistes hardt, svekkes og får mindre motstandskraft mot patogener. Økningen skyldes imidlertid ikke bare at trærne svekkes. Når kvistingstyrken økes, blir det også flere friske kviststumper som kan infiseres. Bildet blir enda mer sammensatt når man tar hensyn til skadene som påføres under kvistingarbeidet. Erfaringsmessig og på basis av undersøkelser (Vadla 2000) vet man at disse øker med avstanden fra bakken og derved med kvistingstyrken.

Hva angår skader (barksår og barkflenger) som ble påført trærne under kvistingsarbeidet, må det presiseres at bare antallet ble registrert. Barksårenes og barkflengenes størrelse ble ikke vurdert. Skadefrekvensen økte både med antall barksår og antall barkflenger. Dette er rimelig da både barksår og barkflenger kan være inngangsporter for soppen. Skade nær basis av døde kvister kan også føre til at denne kvisttypen infiseres.

- Temperatur

Midlere døgn-temperatur for de dagene kvistingsarbeidet ble utført er presentert i Figur 6 (Hadeland) og 7 (Trøgstad). Det presiseres at temperaturdataene stammer fra nærmeste meteorologiske målestasjon. På Gardermoen varierte forannevnte døgn-middeltemperatur fra 2.9 til 9.9 °C, mens tilsvarende tall for Kollerud i Høland var 0.5 til 9.0 °C. Dette viser at temperaturen ved begge målestasjonene var innenfor det intervallet hvor man kan forvente skader. Hvilken betydning temperaturen har for douglaskreftsoppens utvikling og tilvekst har bl.a. vært undersøkt av Hartmann (1976) og Uotila (1990). Hartmann (1976) konkluderer med at så lenge temperaturen er over 10 °C, vil trærnes forsvarsmekanisme være i stand til å hindre skade. Uotila (1990) sier at furu blir mottakelig for angrep når gjennomsnittstemperaturen for femdøgnperioden (etter kvisting) underskrider 7 °C. Tilsvarende middeltemperatur er også beregnet for forsøksrutene i den foreliggende undersøkelsen. På Hadeland varierte den fra 0.9 til 8.2 °C, og i Trøgstad fra 0.9 til 9.0 °C. Etter Uotila (1990) er temperaturterskelen for douglaskreftskader også avhengig av kvistingsstyrken. Skader kan oppstå ved høyere temperatur dersom trærne er hardt kvistet. Dette kan bl. a. forklares ved at såring (kvisting) reduserer trærnes energireserver. Bl.a. fant Cook & Hain (1987) at sukkerinnholdet i innerbarken hos kortnålet furu ble kraftig redusert i løpet av de to første dagene etter såring. Barksår forbruker reserver av stivelse, og for at forsvarsmekanismen skal fungere, er trærne avhengige av energitransport fra kronen (Christiansen & Ericsson 1986).

- Overvoksing

En naturlig følge av douglaskreftskader er at overvoksingstiden forlenges, og bredden av overvoksingssonen blir større. Dette medfører at kvalitetsproduksjonen begynner ved en større diameter enn hos uskadede trær. Det er vanskelig å anslå hvor mye overvoksingstiden blir forlenget på grunn av kreftskadene. Det vil naturligvis være stor variasjon avhengig av hvor omfattende skadene er. I en svensk undersøkelse konkluderer Holmgren et al. (1984) med at middelkvisten hadde mer igjen å vokse over fem år etter kvisting enn på kvistingstidspunktet.

- Tilvekst

Figur 15 og 16 viser midlere årlig grunnflatetilvekst hos kreftskadde og uskadede trær, og man ser at grunnflatetilveksten er noe redusert hos de kreftskadde trærne. Kreftskader forstyrrer livsviktige ledningsbaner hos trærne. Assimilater som dannes i nålene, transporteres i innerbarken, mens vann og næringsstoffer fra roten

transporteres i de ytterste årringene. Kreftsoppen forårsaker at veden rundt de angrepne kvistene kvaeimpregneres, hvilket medfører at ledningsbaner i veden tettes til. Videre dør barken der angrepet har funnet sted. Det er derfor rimelig at tilveksten reduseres. Hvor mye (Figur 17), og over hvor lang tid, vil naturligvis være avhengig av hvor omfattende skadene er.

Trærs tilvekst er et samspill mellom mange faktorer. Det fører for langt å være særlig detaljert på dette området, men det er naturlig å knytte noen kommentarer til kvistingsstyrken ved vurdering av resultatene. En rekke undersøkelser (Ladefoged 1946, Lehtpere 1957, Zumer 1966, Vuokila 1968) viser at en kraftig reduksjon av barmassen reduserer trærnes tilvekst. Dessuten viser flere andre undersøkelser (Burger 1939, 1940, Nägeli 1952, Karcauskas 1959, Vuokila 1960) at de nederste skyggegreinene kan fjernes uten nevneverdig risiko for tilveksttap. Ifølge bl.a. Labyak & Schumacher (1954), Takahara (1954) og Vuokila (1960) produserer disse greinene bare energi til egen ernæring, eller de virker negativt og reduserer stammetilveksten (Kienitz 1928, Bavngaard 1957, 1961). I den foreliggende undersøkelsen økte skadefrekvensen med økende kvistingsstyrke (Figur 11). Det vil si at både skadefrekvensen og kvistingsstyrken påvirker tilveksten i negativ retning.

- Sluttkommentarer

Stammekvisting er et realistisk alternativ for å bedre virkeskvaliteten. Flere økonomiske kalkyler (Vadla 1999) viser at stammekvisting av furu er en rentabel investering under gitte forutsetninger. En viktig forutsetning er at tilveksten påvirkes minimalt, en annen er at overvoksingen kan skje uten vesentlige forstyrrelser. Douglaskreftsoppen influerer på begge. Skader er ensbetydende med at overvoksingstiden forlenges. De tekniske skadene som påføres virket, representerer også en betydelig kvalitetsreduksjon.

Den foreliggende undersøkelsen er en ny bekreftelse på at sein høstkvisting av furu kan gi douglaskreftskader. Undersøkelsen er i tråd med tidligere undersøkelser, som entydig viser at skader oppstår når trærne er i veksthvile. Man bør derfor være forsiktig med å kviste for langt utover høsten. Her i landet er det ikke utarbeidet noen retningslinjer for dette. Det har man derimot gjort i Finland. På bakgrunn av douglaskreftsoppens temperaturkrav og sannsynlighetsberegninger knyttet til klimastatistikk, angir Uotila (1990) følgende sikre kvistingsperioder for ulike deler av Finland:

- Sørvest – Finland: 01.02 – 15.09
- Sentral – Finland: 01.01 – 15.09
- Nord – Finland: 15.11 – 30.08

Litteratur

- Anon. 1982. Pystykarsintaohjeet 1982 (A guide to pruning forest trees). Suom. Sahanomistajayhdistys, Helsinki: 33 pp.
- Anon. 1987. Pystykarsintaopas 1987 (A guide to pruning forest trees). Suom. Sahanomistajayhdistys, Helsinki: 36 pp.
- Barret, L. L. & Downs, A. A. 1943. Growth response of White Pine in the southern Appalachians to green pruning. *J. For.* 41: 507 – 510.
- Bavngaard, Aa. 1957. Negative grene. *Dansk Skovforen. Tidsskr.* 42: 601 - 634.
- Bavngaard, Aa. 1961. De negative grene. *Dansk Skovforen. Tidsskr.* 46: 8 - 18.
- Bennet, F. A. 1955. The effect of pruning on the height and diameter growth of planted Slash Pine. *J. For.* 53: 636 - 638.
- Beyer – Ericson, L. & Ericson, B. 1985. Kräftskador av *Phacidium coniferarum* på stamkvistad tall. *Sv. SkogsvFör. Tidskr.* 6/85: 39 - 49
- Bleischmidt, M. 1954. *Die Astung*. Deutscher Bauernverlag, Berlin: 111 pp.
- Bogges, W. R. 1950. The effect of repeated pruning on diameter and height of planted Slash Pine. *J. For.* 48: 352 - 353.
- Buchanan, T. S. 1944. The effect of pruning young Western White Pine. *J. For.* 42: 365 - 366.
- Burger, H. 1939. *Der Kronenaufbau gleichaltriger Nadelholzbestände*. Særtrykk fra Mitt. Schweiz Anst. forstl. Versuchswes. 21: 57 pp.
- Burger, H. 1940. Astfreies Holz. *Schweiz Z. Forstwes.* 91: 254 - 259.
- Christiansen, E. & Ericsson, A. 1986. Starch reserves in *Picea abies* in relation to defence reaction against a bark beetle transmitted blue-stain fungus, *Ceratocystis polonica*. *Can. J. For. Res.* 16(1): 78 - 83.
- Cook, S. P. & Hain, F. P. 1987. Four parameters of wood response of Loblolly and shortleaf pines to inoculation with blue-staining fungus associated with southern pine beetle. *Can. J. Bot.* 65: 2403 - 2409.
- Dahms, W. 1954. Growth of pruned Ponderosa Pine. *J. For.* 52: 444 - 445.
- Det Norske Meteorologiske Institutt. 1984. Klimastatistikk, 0478 Gardermoen og 0284 Høland-Kollerud, for oktober og november 1984. Det Norske Meteorologiske Institutt -Klimaavdelingen, Blindern. Stensiltrykk: 4 pp.
- Ericson, B. 1985. Stammkvistning av tall. *Skogsfakta* 6/85: 45 - 51.
- Ericson, B. & Beyer-Ericson, L. 1984. Förödande svampskador på tall som stamkvistats under vinterhalvåret. *Skogen* 7/84: 24 - 26.
- Ericson, B. & Beyer-Ericson, L. 1985. Vad vet vi mer om barträdkräfta? *Skogen* 4/85: 28 - 30.
- Gremmen, J. 1973. Untersuchungen über *Potebniamyces coniferarum* in den Niederlanden (Research on *Potebniamyces coniferarum* in the Netherlands). *Eur. J. For. Path.* 3: 105 - 112.
- Hahn, G. G. 1957. *Phacidiopycnis* (Phomopsis) canker and dieback of conifers. *Pl. Dis. Repr.* 41: 623 - 633.
- Hartmann, G. 1976. Prädisposition junger Douglasien für *Phomopsis pseudotsugae* in Abhängigkeit von ihrer Wasserversorgung und der Temperatur. *Zschr. F. Pflanzenkrankheit u. Pflanzenschutz.* 83: 66 – 71.

- Heiskanen, V. & Taipale, A. 1963. Tutkimuksia männyn karsimista. Karsimisen vaikutus puun laatuun sahapuuta kasvatettaessa (Studies on the pruning of pine. The influence of pruning on the quality of saw timber trees). Comm. Inst. For. Fenn. 57(1): 66 pp.
- Holmgren, R., Larsson, J. & Svensson, M. 1984. Skador på ett vinterkvistat tallbestånd i Garpenberg. Skogshögsk., Garpenberg. Seminariearbete: 12 pp.
- Hudler, G. W. 1984. Wound healing in bark of woody plants. J. Arboricul. 10: 241 - 245.
- Jørgensen, E. 1961. The formation of pinosylvin and its monomethylether in sapwood of *Pinus resinosa* Ait. Can. J. Bot. 39: 1765 - 1772.
- Karcauskas, S. 1959. Opti po obrezke sucev. Lesn. Khoz. No.11: 19 - 20.
- Kienitz, M. 1928. Die Erziehung astreinen Holzes. Silva 50: 393.
- Krigul, T. 1961. Männi - ja kuusepuistute laasimine (Die natürliche Astreinigung in Kiefern - und Fichtenbeständen und die künstliche Ästung als Mittel zur Wertholzerziehung in den Verhältnissen der Estnischen SSR). Eesti loodusteaduste 18: 185 - 191.
- Labyak, L. F. & Schumacher, F. X. 1954. The contribution of its branches to the main - stem growth of Loblolly Pine. J. For. 52: 333 - 337.
- Ladefoged, K. 1946. De enkelte kronedellers produktionsmessige betydning hos rødgran. Forst ForsVæes. Danm. 16: 365 - 400.
- Lehtpere, R. 1957. The influence of High Pruning on the Growth of Douglas Fir. Forestry 30(1): 9 - 20.
- Mayer-Wegelin, H. 1952. Das Aufasten der Waldbäume. 3. Auflage. Verlag M & H Schaper, Hannover: 92 pp.
- Nägeli, W. 1952. Aufastungsversuche in gleichaltrigen Nadelholzbeständen des schweizerischen Mittellandes. Mitt. Schweiz Anst. forstl. Versuchswes. 28: 271 - 354.
- Romell, L. G. 1940. Kvistningsstudier på tall och gran. Medd. St. SkogförsAnst. Hft. 32: 143 - 194.
- Slabaugh, P. 1957. Effects of live crown removal on the growth of Red Pine. J. For. 55: 904 - 906.
- Takahara, S. 1954. Influence of pruning on the growth of Sugi and Hinoko. For. Bull. Tokyo Univ. 46: 87 - 95.
- Tuimala, A. 1983. Pystykarsinnan vaaroista. Kasvin. Jelus. Julk. 70: 58 - 60.
- Uotila, A. 1990. Infection of pruning wounds in Scots pine by *Phacidium coniferarum* and selection of pruning season (Männyn pystykarsintaviortusten syyshaavakkatartunta ja karsinta - ajan valinta). Acta For. Fenn. 215: 1 - 35.
- Vadla, K. 1999. Verdiøkning og lønnsomhet ved stammekvisting (En litteraturstudie). Rapp. Skogforsk. - Supplement 7: 1 - 13.
- Vadla, K. 2000. Kvisting av furu med forskjellig kvistingsutstyr. Rapp. Skogforsk. 14/00: 1 - 24.
- Vuokila, Y. 1960. Elävien oksien karsimisen vaikutuksesta puun kasvuun (The effect of green pruning on the growth of Scots pine). Comm. Inst. For. Fenn. 52(1): 27 pp.
- Vuokila, Y. 1968. Karsiminen ja kasvu (Pruning and increment) Comm. Inst. For. Fenn. 66(5): 61 pp.

- Vuokila, Y. 1976. Karsimisen vaikutus männyn ja koivun terveydentilan (Effect of green pruning on the health of pine and birch). Folia For. 281: 13 pp.
- Zumer, M. 1966. Astungsversuche an Föhre, Fichte, Birke, Aspe, Esche und Eiche (Kvistingsforsøk med furu, gran, bjerk, osp, ask og eik). Meddr norske SkogforsVes. 20: 399 - 581.
- Zycha, H. 1952. Die Phomopsis-Krankheit von Douglasie und Japanlärche (The Phomopsis disease of Douglas fir and Japanese larch). Forstwiss. GentBl. 71: 65 - 79.