

RÅTE OG MISFARGING ETTER STAMMEKVISTING
AV BJØRK - FOREKOMST AV SKADER OG HVILKE
SOPPER SOM FORÅRSAKER DISSE

ROT AND DISCOLORATION AFTER PRUNING OF
BETULA PENDULA - INCIDENCE OF DAMAGE AND
WICH FUNGI CAUSE DAMAGE

OLE NIKOLAI SKULBERG

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



Forord

Forsøksfeltet som materialet til denne undersøkelsen kommer fra, ble etablert av Skogforsk i 1997/98. Forsøket ble anlagt i lavlandsbjørk som var plantet i 1992. Bestanden tilhører Øistein Andersen i Ulefoss.

Før kvistingsarbeidet ble startet, ble hele arealet regulert og ryddet for andre treslag. Kvistingsarbeidet ble utført av Hans H. Grønlien og Ivar Fæste fra Skogforsk, mens Kjell Vadla og Øistein Andersen har utført det meste av rydde- og reguleringsarbeidet.

Sommeren 2005 ble det plukket ut 72 trær til undersøkelsen. Dette arbeidet ble utført av Kjell Vadla og Hans H. Grønlien.

Trærne ble avvirket i januar 2006. Under dette arbeidet fikk jeg god hjelp av Øistein Andersen. Evy og Øistein Andersen ordnet også både kost og losji for meg under feltarbeidet.

Forsøksmaterialet ble transportert fra Ulefoss til Ås på lastebil. Her fikk jeg god bistand av Arne Drømtorp.

Undersøkelsen medførte også en god del laboratoriearbeid, og i forbindelse med dette arbeidet fikk jeg god assistanse av Olaug Olsen. Arbeidet med DNA-isolering ble utført under ledelse av Anne Nilsen, mens Inger Heldal ledet arbeidet med å sammenligne DNA-sekvensene.

Kjersti Bogen var behjelpelig med oversettelse av Majda Zumers artikkel "Astungsversuche an Föhre, Fichte, Birke, Aspe, Esche und Eiche" fra tysk til norsk.

Mine veiledere i forbindelse med masteroppgaven har vært Halvor Solheim og Kjell Vadla.

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

I tillegg til å være et selvstendig prosjekt, kan denne masteroppgaven i skogskjøtsel anses som et forprosjekt for videre analyser av datamaterialet.

Ås. 12 mai. Ole Nikolai Skulberg

Innhold:

Sammendrag	s 3
Summary	s 4
1 Innledning	s 5
2 Materiale og metode	s 6
2.1 Kviststudiet	s 6
2.2 Soppstudiet	s 10
3 Resultater	s 11
3.1 Kviststudiet	s 11
3.2 Soppstudiet	s 19
4 Diskusjon og konklusjon	s 20
Litteratur	s 25
Vedlegg 1	s 27

Sammendrag

Dette arbeidet har hatt som mål å undersøke forekomst av råte og/eller misfarging hos kunstig kvistet bjørk. Det har også blitt undersøkt hvilke mikroorganismer som opptrer i tilknytning til eventuell råte og/eller misfarging hos bjørk. Materialet stammer fra et av Skogforsk sine forsøksfelt i Ulefoss. Feltet ble plantet med hengebjørk (*Betula pendula*) i 1992 på bonitet G23. Treantallet i 2002 var 947, og forsøksfeltet er på 9,6 daa. Bjørkebestandet ble kvistet i to omganger, både med kvistesag og kvistesaks. Kvistingen ble utført i to omganger, til forskjellige årstider. Trærne til undersøkelsen ble hogd januar 2006. Disse var valgt ut på forhånd med hensyn til trærnes sosiale status. Det ble tatt ut tilnærmet likt antall undertrykte, medherskende og herskende trær.

Totalt var det 39 kvister som hadde spredning av råte og/eller misfarge til stammeveden. Dette utgjorde kun 2,7% av alle kvistene som ble undersøkt. Tiden på året da kvistingen ble utført påvirket ikke forekomsten av spredning av råte og/eller misfarge til stammeveden, mens det var signifikant sammenheng mellom frekvens av råte og/eller misfarging og kvistdiameter. Av de 72 trærne som ble undersøkt, hadde 30 av trærne 1-3 kvister hvor råte og/eller misfarge hadde spredt seg til stammeveden.

Soppsekten *Phialophora* var den soppsekten som oftest ble funnet i tilknytting til misfarge. Denne ble påvist i 22 av 64 sopprøver. Sølvglanssopp (*Chondrostereum purpureum*) var den råtesoppen som oftest ble funnet, men det ble også påvist ragglæringsopp (*Stereum hirsutum*) og favnvedsopp (*Cylindrobasidium evolvens*).

Faren for store skader etter stammekvisting bjørk ser ut til å være liten. Det ble funnet spredning av råte og/eller misfarge til stammeveden i svært få av de registrerte kvistene. Der hvor det ble påvist spredning av råte og/eller misfarge, ble det ikke observert spredning i stammeveden utenfor den siste årringen etter kvistingen. Videre vil kvisting av tørrkvist redusere faren for infisering av stammeveden.

Nøkkelord: Stammekvisting, kvistingsutstyr, levende kvist, tørrkvist, årstid for kvisting, sølvglanssopp, ragglær, favnvedsopp

Summary

This thesis aims to chart and research the occurrence of rot with or without discolouration in pruned birch trees. This includes a study of the microbiological environment and fungal species growing in and around the knots of such pruned trees. The trees studied grew in a research field belonging to Skogforsk, The Norwegian Forest Research Institute, in Ulefoss, County Telemark, Norway. This field was established in 1992 with the planting of European white birch (*Betula pendula*). The plantation displayed productivity class of G23. The density was 93 trees per decare. The population was pruned twice, both using pruning saws and pruning clippers at different seasons. The trees used in this research program were harvested in January 2006. The selection of trees for the project was determined by their social status in the plantation. A total of 72 trees, with approximate equal number oppressed, co- dominant and dominant trees were selected. Microbiological samples were collected and examined using direct light microscopy and PCR.

A total of 1407 knots was examined. The total number of knots with rot was 39, a mere 2.7% of the total. The season in which the trees were pruned did not affect the incidence of rot. However, the diameter of the knots showing rot or discolouration displayed a statistical significant relationship to the width of the rot and or discolouration itself ($t=0,001$ $R^2=0,48$). Out of the cohort of 72 trees 30 showed evidence of spread of rot, with or without discolouration beyond the knot itself in one to three knots in total per tree.

The fungal environment showed the phylum Phialophora in 22 out of 64 samples from knots with discolouration. Silver leaf fungus (*Chondrostereum purpureum*) was the most prevalent fungus (n=4). Other species included *Stereum hirsutum* (n= 1) and *Cylindrobasidium evolvens* (n=1) was also identified.

There is only a small risk of extensive damage to the timber after pruning of birch trees. Our study showed rot, with or without discolouration, in only a fraction of the knots examined after pruning. Where such complication had occurred the rot had not spread beyond the last annual growth ring. The pruning of already dry branches can reduce the risk of rot and discolouration even further.

Keywords: Pruning, living knots, dry branches, season of pruning, Silver leaf fungus (*Chondrostereum purpureum*), *Stereum hirsutum*, *Cylindrobasidium evolvens*

1. Innledning

I Norge startet man med stammekvisting som kvalitetsforbedrende tiltak rundt 1920. Her til lands har interessen imidlertid vært relativt liten sammenliknet med mange andre land, som for eksempel Tyskland (Vadla 1999).

De siste 20 årene har det blitt forsket relativt lite på stammekvisting av bjørk og andre lauvtrær. De første forsøksfeltene som ble anlagt i Norge ble etablert i 1940 av professor Gustav G. Klem. Revisjon av disse feltene startet våren 1961. Forstkandidat Majda Zumer gjennomførte revisjonen og analysen av prøvefeltene i perioden 1961-1964. Resultatene ble publisert i 1966 (Zumer 1966). Denne publikasjonen er det siste arbeidet av sitt slag som er utført i Norge. Zumer viste i sitt studie at spredning av råte og/eller misfarge forekommer hos stammekvistet bjørk. Av alle trærne Zumer undersøkte ble det påvist spredning av råte og/eller misfarge til stammeveden i 33% av trærne.

I dag er imidlertid interessen for lauvtrevirke økende. Både møbel- og interiørindustrien bruker mer lauvtre enn tidligere. Dette tilsier at etterspørselen etter virke av høy kvalitet er god. Foruten økt bruk av lauvtrevirke motiverer Landbruks- og matdepartementet til produksjon av høyverdig skurtømmer av lauv. Derfor gir mange av landets kommuner betydelige tilskudd til stammekvisting av lauvtrær.

Det er viktig å øke kunnskapsnivået innen dette fagområdet, slik at skogeiere som velger å stammekviste bjørk oppnår et best mulig resultat. På denne måten vil den totale verdiskapningen i skogbruket øke.

Målet med denne oppgaven er se på forekomst av råte og/eller misfarging hos bjørk som er stammekvistet til forskjellig årstid. Arbeidet er delt i to hoveddeler. I den første delen av arbeidet er kvister analysert for å undersøke forekomsten av råte og/eller misfarge etter kvistingen. I den andre delen av arbeidet har målet vært å undersøke hvilke mikroorganismer som opptrer i tilknytning til råte og/eller misfarging i bjørk.

2. Materiale og metode

2.1. Kviststudiet

Hele materialet ble samlet inn i et forsøksfelt anlagt av Skogforsk i 1997 på Øvre Kåsa i Ulefoss (N59° 16' 29.8" E9° 20' 31.1", datum WGS 84). Bestandet ble etablert ved planting av hengebjørk (*Betula pendula* Roth) i 1992. Det ble utført en kombinasjon av rydding og avstandsregulering i 1997. Deretter ble bestandet regulert i 2000/03. Første kvisting ble utført i august 1997.

Bestandet er etablert på svært næringsrik mark, drenert sumpskog beliggende ca 80 moh. Boniteten er G 23 (Braastad i Steinset 2000), og bestandet heller svakt mot vest. På østsiden grenser bestandet til dyrket mark. Ellers grenser det mot bjørke- og granskog. Treantallet etter avstandsregulering var 947, og forsøksfeltet er på 9,6 daa.

Kvistingen av bjørkebestandet ble gjennomført i to omganger. Det ble benyttet tre typer kvisteutstyr: Silky kvistesag, Sandvik kvistesaks og Wolf Geräte kvistesaks. Første gangs kvisting ble utført i august og november i 1997 og i februar og mai 1998. I 2002 og 2003 ble bestandet kvistet for andre gang. Dette ble gjort i oktober 2002 og mai i 2003.

Bestandet ble delt opp i 24 ruter på ca. 8x5 meter (vedlegg 1). Ved første kvisting ble følgende registreringer utført på hvert enkelt tre:

- Diameter i brysthøyde
- Avstand fra rotavskjær til tørr og levende krone
- Trehøyde
- Kvistingshøyde
- Antall tørre og levende kvister som ble tatt bort
- Diameter på største tørre og levende kvist som ble tatt bort

Tabell 1. Trehøyde og brysthøydiameter ved første kvisting i 1997/98 og ved avvirkning i 2006 relatert til de forskjellige årstidene kvistingen ble utført.

Årstid	Ved første kvisting i 1997/98				Ved avvirkning i 2006			
	Trehøyde (dm)		Brysthøydiameter (mm)		Trehøyde (dm)		Brysthøydiameter (mm)	
	Gjennom- snitt	Standard- avvik	Gjennom- snitt	Standard- avvik	Gjennom- snitt	Standard- avvik	Gjennom- snitt	Standard- avvik
Aug.	50,4	10,1	33	10,1	128,6	15,3	97,1	22,6
Nov.	58,3	9,1	38,8	12,4	130,8	30,7	103,4	26,9
Febr.	51,6	7,6	34,5	8,7	118,8	10,2	93	20,1
Mai	49	9,8	34,6	14,1	122,1	13,7	97,1	27,6
Alle	52,3	9,1	35,2	11,3	125	17,4	97,6	24,3

Sommeren 2005 ble 72 trær fra forsøksfeltet valgt ut. Ved utvelgelsen ble det tatt hensyn til trærnes sosiale status. Det ble tatt med tilnærmet likt antall herskende, medherskende og undertrykte trær. I tillegg ble det tatt noe hensyn til bestandets fremtidige kvalitet og verdi.

Trærne ble hogd 5. januar 2006. Før hogst ble brysthøydiameter, stokklengde og trelengde registrert. De fleste stokkene ble båret ut av bestandet for å unngå skader, mens enkelte ble dratt ut med tømmer vinsj fra dyrket mark i østkanten av bestandet. Stokkene ble deretter fraktet til Skogforsk med lastebil.

På snekkerverkstedet ved Skogforsk ble stokkene kappet i seksjoner på 50-100 cm, og seksjonene ble merket med avstand til rotavskjær. Deretter ble seksjonene splittet med båndsg. Hver seksjon ble splittet i minst fire deler. Dette varierte noe da seksjonene ble skåret etter synlige kvister. Kvistsettingen hos bjørk er uregelmessig, derfor var det ikke hensiktsmessig med et fast mønster å splitte seksjonene etter.

Etter splitting ble kvistene registrert og nummerert. På hver kvist ble det foretatt følgende registreringer:

- Kvisttype (levende/død)
- Avstand fra rotavskjær (dm)
- Kvistdiameter (mm)
- Kvistvinkel
- Fargeskade (0 – 6)

Det ble skilt mellom kvister etter første (1997/98) og andre (2002/03) gangs kvisting. Totalt ble det foretatt registreringer på 1407 kvister.

For identifisering av kvisttype ble registreringene fra første kvisting benyttet. Da ble høyde fra rotavskjær til tørr og levende krone målt. Avstand fra rotavskjær ble målt med linjal. Kvistdiameter og kvistlengde ble målt med digitalt skyvelær. Kvistdiameter ble målt ved kvistavskjær. Kvistlengden ble målt fra kvistavskjær mot marg. Vinkelen ble målt med transportør, parallelt med årringene, vertikalt i stokken.

Fargeskadene ble kategorisert i følgende klasser (Fig.1. – 7.):

0 Ingen misfarging

1: Misfarging i sårflaten

2: Misfarging – ca 1/3 av lengden

3: Misfarging – ca 2/3 av lengden

4: Misfarging i kant – hele kvistens lengde

5: Misfarging – hele kvisten

6: Misfargingen har spredt seg til stammeveden



Fig.1. Ingen misfarge

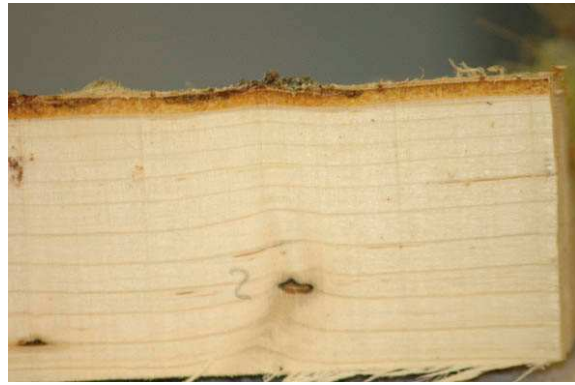


Fig.2. Misfarging i sårflata

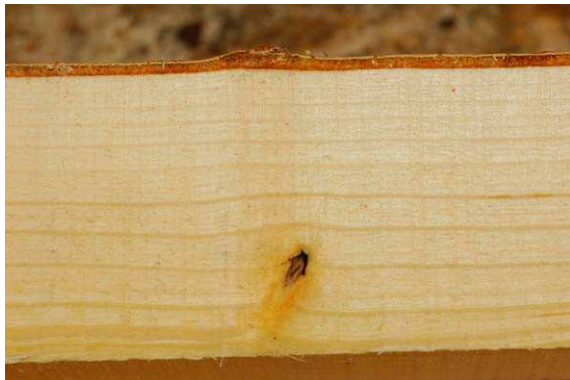


Fig.3. Misfarging – ca 1/3 av lengden



Fig.4. Misfarging – ca 2/3 av lengden



Fig.5. Misfarging i kant – hele kvisten



Fig.6. Misfarging – hele kvisten

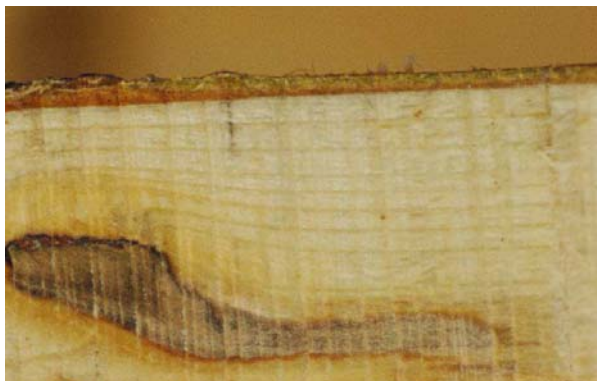


Fig.7. Misfargingen har spredt til stammeveden

Alle foto: Ole N. Skulberg

Fargeskadene ble visuelt bedømt, og de registrerte fargeskadene var svart (S), brun (B) og grå (G).

Samtlige kvister ble fotografert som dokumentasjon. Alle statistiske beregninger er gjort i SAS JMP 4.0. Microsoft Excel ble brukt til å lage enkelte diagrammer.

2.1. Soppstudiet

Under splittingen av bjørkestammene ble det skåret ut 61 kvister for videre undersøkelser av mikroorganismer. Samtlige kvister hvor råte og/eller misfarge hadde spredt seg til stammeveden ble isolert. Resterende kvistprøver ble tilfeldig valgt ut og lagret i plastsekker på kjølelager frem til det ble tatt ut prøver for dyrking på maltagar.

Fra hver av de 61 kvistene ble det tatt ut 1-12 forskjellige prøver, avhengig av kvistens størrelse. Hver prøve ble dyrket for seg i petriskål med maltagar. Til sammen ble det dyrket fram 223 soppkulturer i maltagar. 64 av disse ble mikroskopert, og deretter ble DNA isolert fra 11 av prøvene.

Formålet med prøvene var å dyrke frem eventuelle mikroorganismer i kvister med misfarge. Dette arbeidet ble gjennomført i sterilbenk på mykologisk grovlaboratorium på Skogforsk.

Etter tilstrekkelig vekst på maltagar ble det gjennomført en visuell kategorisering av oppvekstene, og fra hver av kategoriene ble det isolert prøver. Fordi enkelte isoleringer viste seg å trenge svært lang veksttid, ble kun tre kategorier dyrket videre i maltagar med et cellofanlag mellom maltagaren og prøven, slik at prøvene ikke skulle bli forurensset av maltagaren. Kategori 1 var sopper som trolig var råtesopper, kategori 2 og 3 var sopper som var visuelt like og trolig knyttet til misfarging, men kategori 2 var noe mørkere i fargen enn kategori 3. Prøver for mikroskopering ble tatt av samtlige isoleringer.

DNA-isolasjon ble utført på de soppisoleringene som ble dyrket i maltagar med cellofanlag mellom maltagaren og prøven. Dette arbeidet ble utført i bioteknologilaboratoriet på Skogforsk. For DNA-isolering ble Qiagen DNeasy Plant Mini Kit benyttet.

Materialet ble først skilt fra cellofanen. Deretter ble hver enkelt prøve knust i morter. For å oppnå et tilfredsstillende knusningsresultat ble det tilført flytende nitrogen i morteren under knusing. Etter knusing i morteren ble prøvene tilsatt sand, buffer AP1 og RNase for å få cellene til å åpne seg. Løsningen ble deretter filtrert flere ganger og tilsatt etanol (DNeasy Plant Mini and DNeasy Plant Maxi Handbook). Etter at etanolen hadde fordampet, ble prøven vasket og filtrert to ganger. Videre ble en liten del av hver prøve lagt i hver sin brønn i en agarosegel. Agarosegelen ble fotografert med UV-lys, slik at kvaliteten på prøvene kunne bestemmes. Etter fotograferingen ble det gjennomført Polymerase Chain Reaction (PCR). Denne prosessen kopierer DNA. PCR-produktet ble rensset med MinElute PCR Purification Kit (MinElute Handbook). Etter rensing ble det tatt en ny UV-fototest i agarosegelen, og en ny PCR ble gjennomført. Vasking av PCR ble gjort med SDS og sentrifugert med DyeEx 2.0 Spin Kit (DyeEx Handbook). Prøvene ble så tilsatt formanid og levert til sekvensiering på LNG-laboratoriet ved Institutt for kjemi, bioteknologi og matvitenskap på UMB.

3. Resultater

3.1. Kviststudiet

Totalt var det kun 39 av de 1407 kvistene hvor råte og/eller misfarging hadde spredt seg til stammeveden. Fargeskadene ble klassifisert i klasser fra 1-6, og klasse 5 (misfarging av hele kvisten) var dominerende (53%). Figur 8 viser den prosentvise fordeling av samtlige fargeskader.

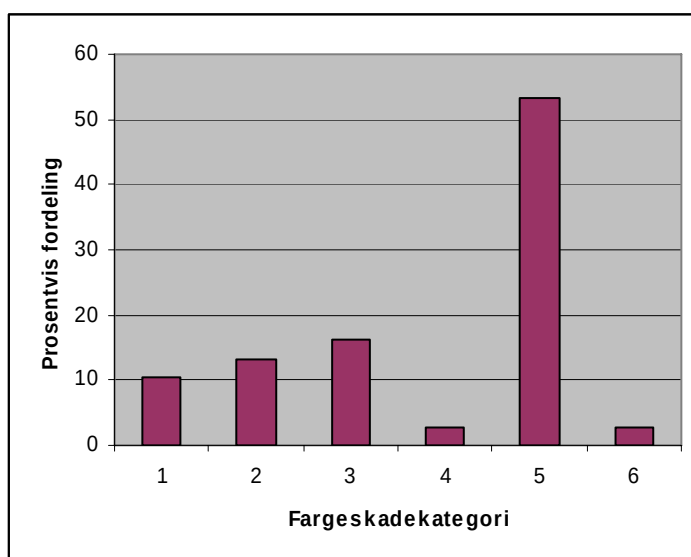


Fig. 8. Prosentvis fordelingen mellom de forskjellige fargeskadekategoriene.

Av de 1407 kvistene i forsøket hadde 1390 en eller annen form for misfarge. Den vanligste misfargingen var brun (68%), mens det var omtrent like stor andel grå som svart misfarge. Dette er vist i figur 9.

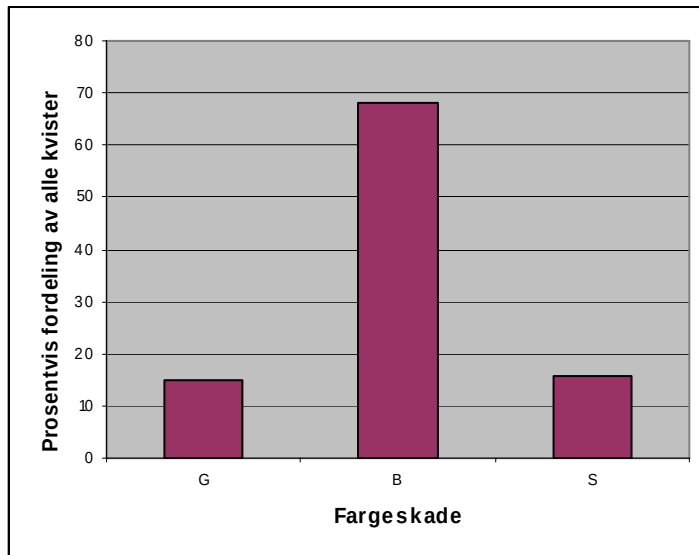


Fig. 9. Prosentvis fordeling av fargeskadene grå (G), brun (B) og svart (S) for de misfargede kvistene.

Fargeskaden hos de kvistene hvor råde og/eller misfarging hadde spredt seg til stammeveden fordelte seg som vist i figur 10. Også blant disse var brun den dominerende misfargen (82%).

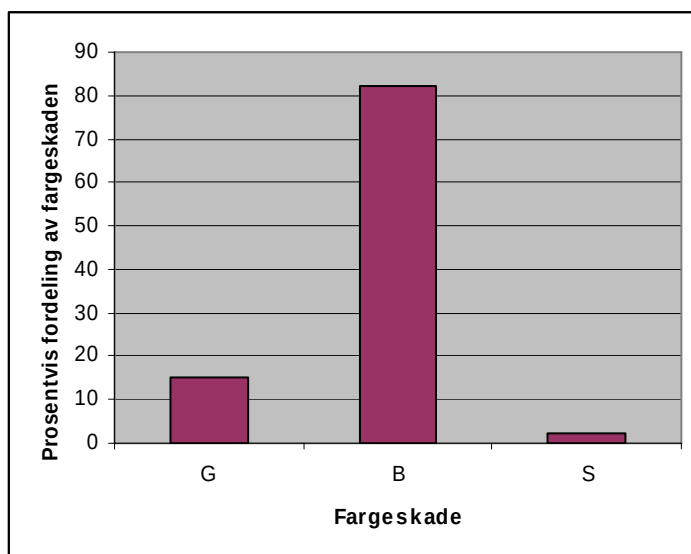


Fig. 10. Fargefordeling hos de kvistene som hadde spredning av råde og/eller misfarging til stammeveden (fargeskade 6).

Figur 11 og 12 viser diameterfordelingen mellom alle kvister og mellom kvister der råte og/eller misfarge hadde spredt seg til stammeveden. Kvist med fargeskade 6 var i gjennomsnitt 6,7 mm større i diameter sammenliknet med samtlige kvister i undersøkelsen. Tre nr 11, rute 23 er ikke tatt med i beregningene for kvister hvor spredning av råte og/eller misfarge ble påvist, da hele stammen var rådden og dermed uten interesse.

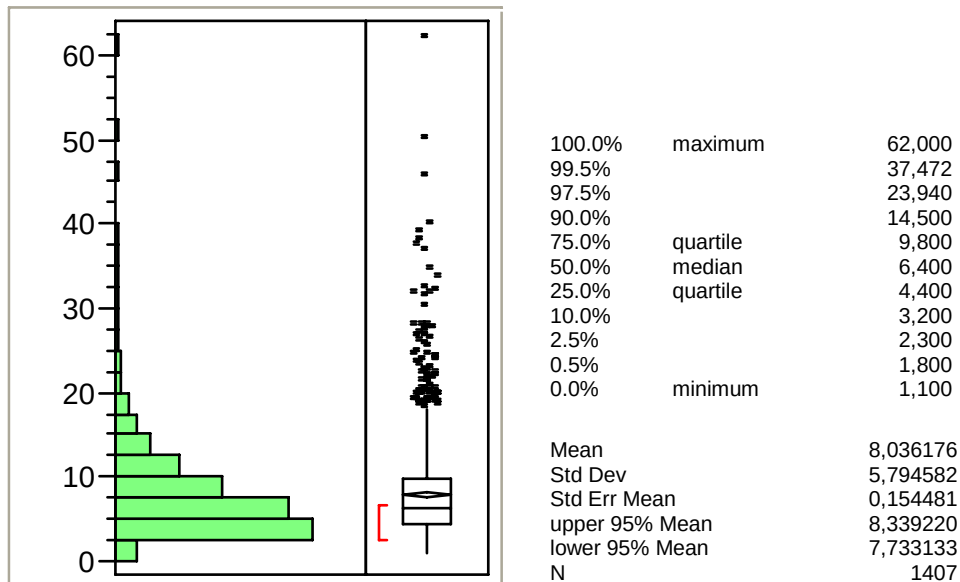


Fig 11. Diameterfordeling mellom alle kvister (mm).

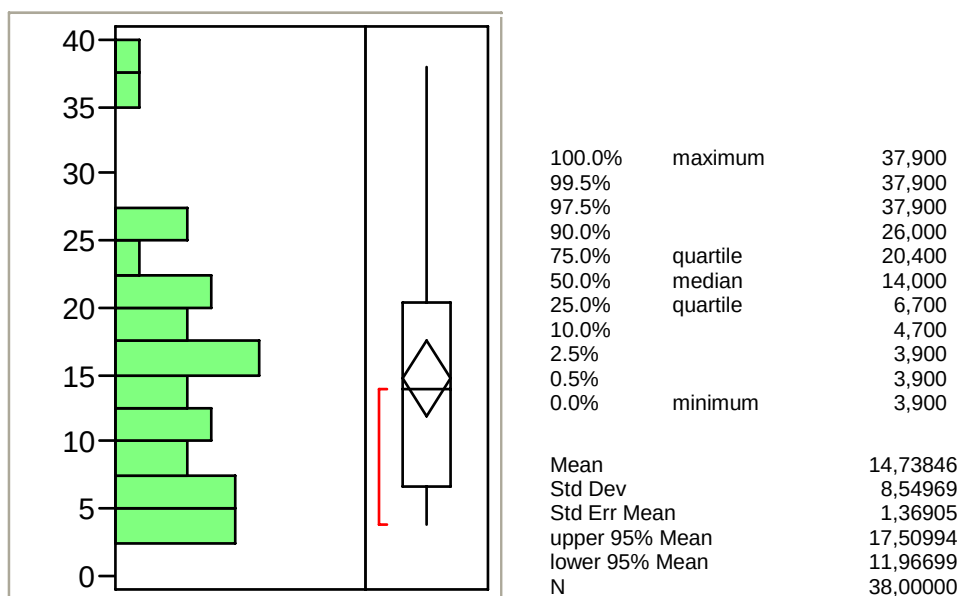


Fig 12. Diameterfordelingen mellom kvister med fargeskade 6 (mm).

Det var signifikant sammenheng mellom kvistdiameter og bredden på råte/misfarge ($t=0,001$ $R^2=0,48$) hos de kvistene som hadde spredning av råte og/eller misfarge til stammeveden, fargeskadekategori 6 (KFS6). Regresjonen er vist i figur 13.

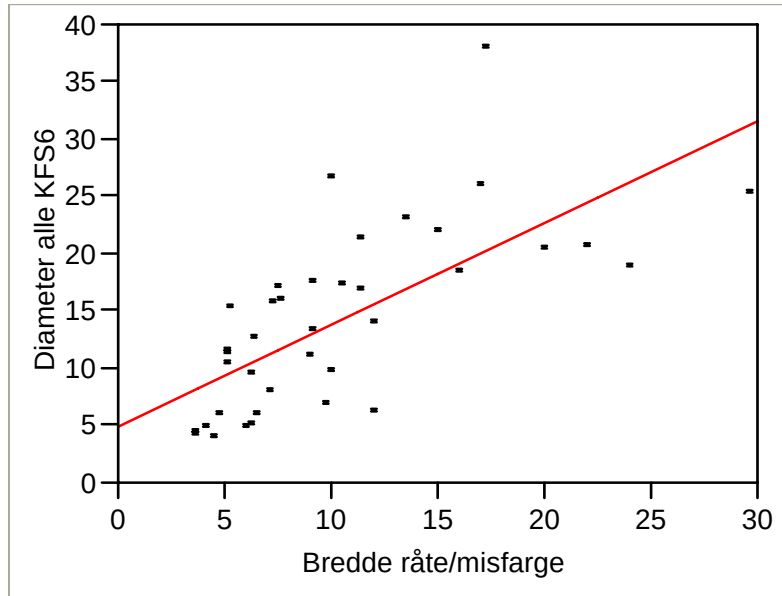


Fig. 13. Den lineære sammenhengen mellom kvistdiameter og bredden på råte/misfarge hos kvister med spredning av råte og/eller misfarge til stammeveden.

Det var ingen signifikant sammenheng mellom kvistdiameter og utbredelse av råte og/eller misfarge i stammens lengderetning ($t=0,6826$ $R^2=0,004$). Heller ikke mellom kvistlengde og infeksjonens utbredelse i stammens lengderetning var sammenhengen statistisk signifikant ($t=0,0311$ $R^2=0,12$).

Det var en tydelig forskjell i antall tørrkvister og friske kvister hvor det ble påvist spredning av råte og/eller misfarge til stammeveden. 95% av alle kvistene hvor spredning ble påvist var kvister som ble kvistet mens de var friske.

Det var ingen sammenheng mellom diameteren på alle kvistene og fargeskadekategori, eller høyde fra rotavskjær og fargeskadekategori som vist i figur 14 og 15.

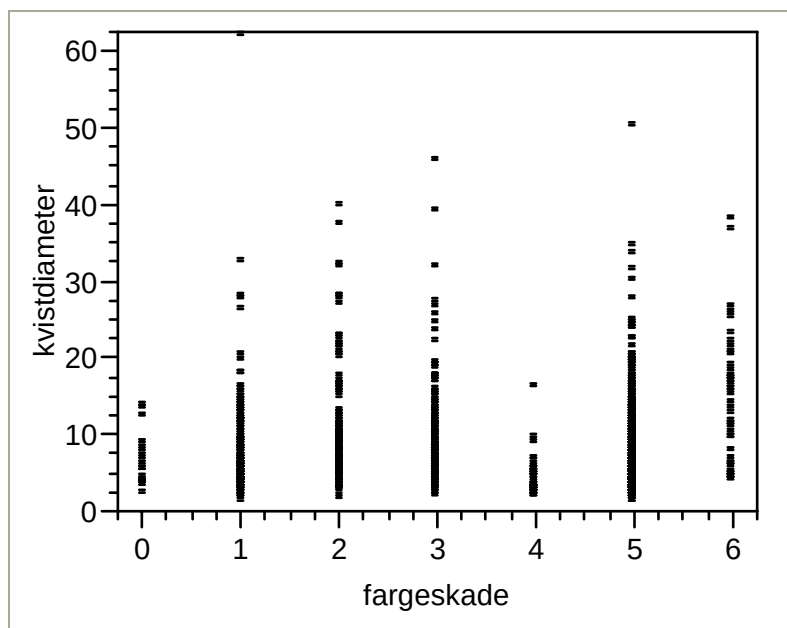


Fig. 14. Sammenhengen mellom kvistdiameter (mm) og fargeskade.

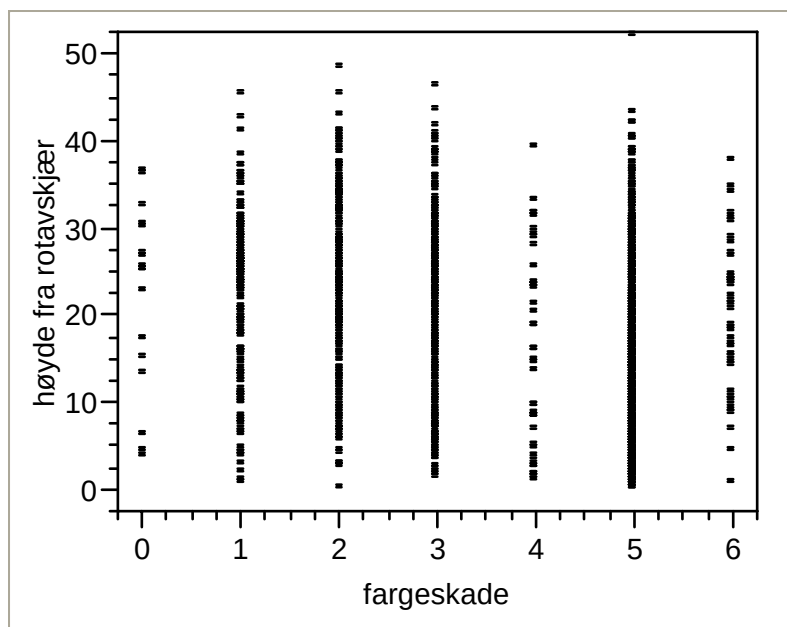
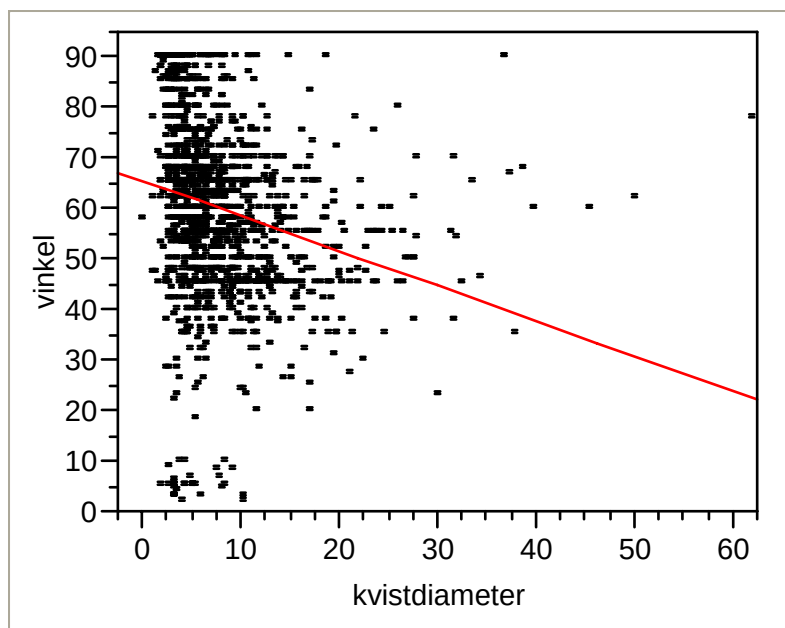


Fig 15. Sammenhengen mellom høyde fra rotavskjær (dm) og fargeskade.

Regresjonsanalysen i figur 16 som omfattet alle kvistene, viser at kvistvinkelen avtok med økende kvistdiameter. Sammenhengen var statistisk signifikant, men kvistdiameteren forklarte svært lite ($R^2 = 0,05$) av variasjonen i kvistvinkel.

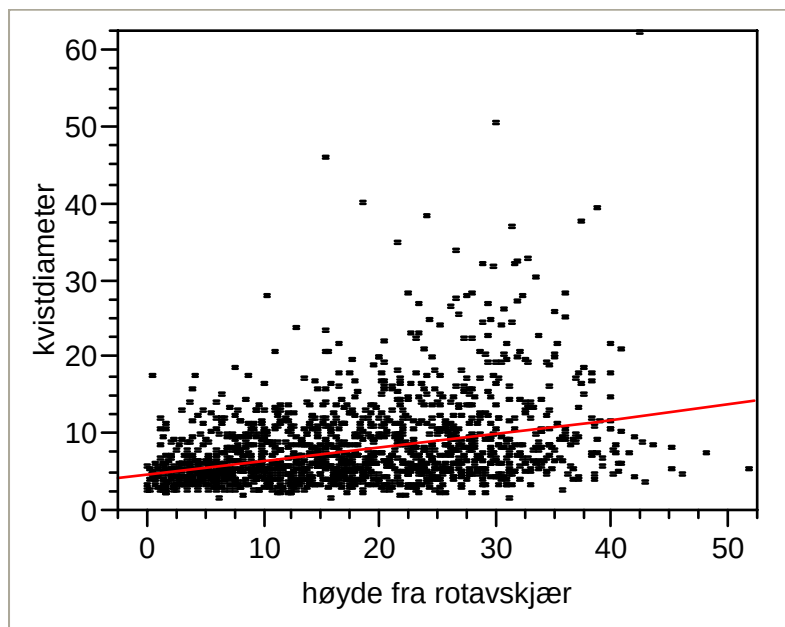


$$\text{vinkel} = 65,69877 - 0,6912478 \text{ kvistdiameter}$$

Fig 16. Sammenhengen mellom kvistvinkel og kvistdiameter (mm) for samtlige kvister.

Det ble heller funnet noen klar sammenheng mellom kvistdiameter og høyde fra rotavskjær.

Figur 17 viser den svake modellen ($t=0,001$ $R^2=0.1$).



$$\text{kvistdiameter} = 4,7665989 + 0,1816202 \text{ høyde fra rotavskjær}$$

Fig 17. Sammenheng mellom kvistdiameter (mm) og høyde fra rotavskjær (dm).

Spredningen av råte og/eller misfarge i stammeveden var størst i lengderetningen av stammen. Spredningen i bredde viste mindre avvik fra gjennomsnittet. Figur 18 og 19 viser spredning av råte og/eller misfarge i lengde- og bredderetning i stammen.

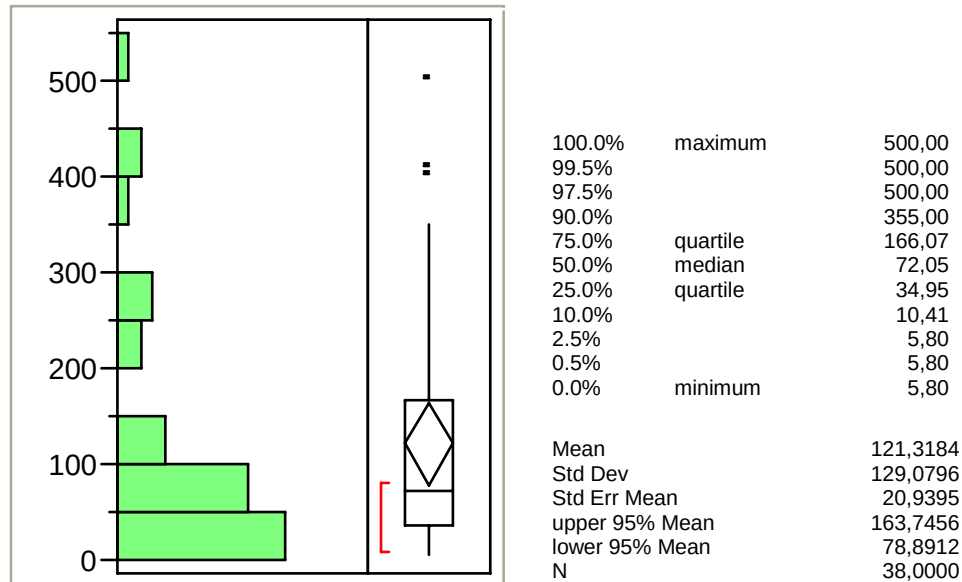


Fig 18. Utbredelse av råte og eller/misfarging i stammens lengderetning fordelt på klasser.

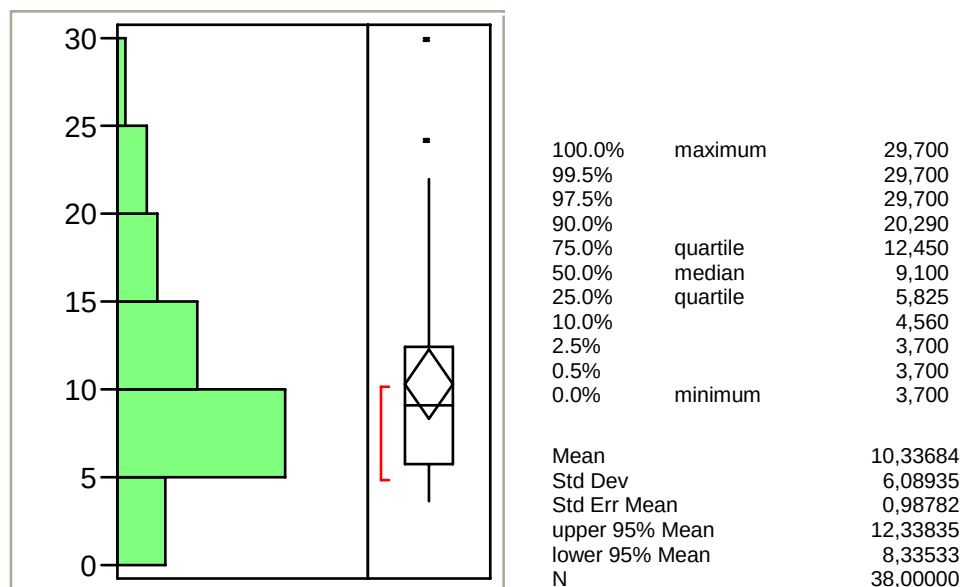


Fig 19. Utbredelse av råte og eller/misfarging på tvers av stammen fordelt på klasser.

I 20 av de 24 rutene ble det funnet et eller flere trær med antydning til spredning av råte og/eller misfarge i stammeveden. Det var totalt 30 trær (41,6% av totalt antall trær) som hadde slike skader.

I halvparten av tilfellene (15 trær) stammet spredning av råte og/eller misfarge fra første kvisting, mens 9 av trærne hadde spredning bare fra andre kvisting. Hos 6 av trærne stammet spredning av råte og/eller misfarge både fra første og andre kvisting.

Det var heller ingen store variasjoner i antall trær hvor spredning av råte og/eller misfarge var påvist i forhold til hvilken årstid kvistingen ble utført. Rutene som ble kvistet på sommeren hadde til sammen 7 trær med 1-3 kvister hvor råte og/eller misfarging hadde spredt seg til stammeveden. Nøyaktig det samme resultatet fikk man på rutene som ble kvistet på vinteren og våren, mens rutene som ble kvistet på høsten hadde 9 slike trær (fig 20).

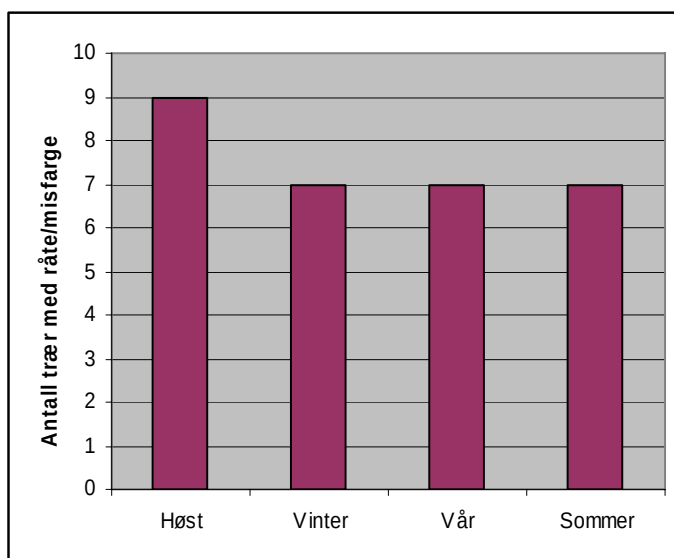


Fig. 20: Antall trær med kvister hvor råte og/eller misfarging har spredt seg til stammeveden fordelt på de forskjellige årstidene kvistingen ble utført.

Det var ingen store variasjoner mellom sosial status og forekomst av råte og/eller misfarge. Av de 30 infiserte trærne var 13 medherskende, 10 undertrykte og 7 herskende, så forekomst av råte og/eller misfarge kan derfor ikke forklares ut fra trærnes sosiale status.

Spredning av råte og/eller misfarge fordelte seg likt ved bruk av enten sag eller kvistesaks.

3.2 Soppstudiet

Svært mange av soppene som ble funnet i kvistene var sopper uten spesielle kjennetegn (sterile). Disse soppene er ikke undersøkt nærmere i dette studiet. Dette gjaldt 35 av de 64 prøvene.

Totalt ble 22 kulturer kastet, da 4 av disse hadde oppvekst av *mycorales*, 9 hadde oppvekst av *penicillium sp* (Link) og 9 prøver var uten oppvekst.

Mikroskoperingen viste at det var to typer sopp som gikk igjen. *Phialophora sp* (Medlar) og råtesopp. Det ble påvist *Phialophora sp* i 22 prøver fra 14 kvister og 7 av prøvene fra 6 kvister viste seg å være råtesopper.

Phialophora sp har veldig karakteristiske krukkeformede konidiebærere og er derfor greie å bestemme ved mikroskopering.



Foto: Halvor Solheim

Fig 21. Konidiebærere og konidier hos *Phialophora sp*. Forstørrelse 63x

De kvistene som var infisert med *Phialophora sp* ble kvistet til forskjellige tider av året. Det var ingen sammenheng mellom tidspunkt for kvisting og smitte av *Phialophora sp*. For råtesoppene ble det heller ikke funnet noen sammenheng mellom infeksjon og kvistetidspunkt. Råtesopper ble funnet i 6 kvister (7 prøver).

Det var ingen sammenheng mellom diameter på de infiserte kvistene og sopptype. For kvister som var infisert av *Phialophora* var den gjennomsnittlige diameteren 14,1mm, med standardavvik på 10,6mm (n=14). Råtesoppene hadde en gjennomsnittlig kvistdiameter på 26,8mm og standardavvik på 12,1mm (n=6).

Samtlige funn av råtesopper ble funnet i tilknytting til kvist der hvor råde og/eller misfarge hadde spredt seg til stammeveden. Det ble funnet flere *Phialophora sp* i kvister hvor spredning av råde og/eller misfarge var påvist, sammenliknet med råtesopper, men *Phialophora sp* ble også funnet i alle andre kvisttyper.

Det ble også funnet bakterier i flere kvister. Disse er imidlertid ikke undersøkt fordi det ligger utenfor denne studiens fokusområde.

DNA-analysen viste at 5 av prøvene var *Phialophora sp*. Sølvglanssopp (*Chondrostereum purpureum* (Pers.) Pouzar) ble funnet i 4 prøver. Ragglærsopp (*Stereum hirsutum* (Willd.) Pers.) ble funnet i en prøve. Det ble også funnet favnvedsopp (*Cylindrobasidium evolvens* (Fr.) Jülich) i en prøve.

4 Diskusjon og konklusjon

Materialet som ble valgt ut til denne undersøkelsen påregnes å være representativt for bestandet. Det ble valgt ut 27 herskende trær, 27 medherskende trær og 18 undertrykte trær, slik at trær fra alle sosiale statuser var representert. Det ble også tatt noe hensyn til bestandets fremtidige verdi, og der det var valgmuligheter ble de beste skurstokkene ikke tatt med i undersøkelsen.

Både Heiskanen (1958) og Zumer (1966) valgte i sine studier å splitte bjørkestammene i to. I den foreliggende undersøkelsen ble stammene splittet i minst 4 deler. Dette gjorde at flest mulig kvister ble blottlagt og undersøkt. Bortsett fra splittingen skiller ikke metoden seg nevneverdig fra Heiskanen (1958) og Zumer (1966), og resultatene kan derfor lett kan sammenliknes.

Vejo Heiskanens studie fra 1958 (Heiskanen 1958) påviste spredning av råte og/eller misfarge til stammeveden hos 43 % av kvistene. Dette resultatet skiller seg fra resultatene fra Ulefoss. En mulig årsak til dette kan være forskjellig oppfatning av misfarge i veden. I dette arbeidet har kvister hvor spredningen av råte og/eller misfarge til stammeveden blitt observert som tydelige grenser mot frisk ved. Det ble påvist infeksjon av stammeveden ved 39 av 1407 kvister (2,7%). De fargeskadde kvistene var dominert av brun misfarge. Brun misfarge utgjorde 54% av alle fargeskader. Dette gjaldt også de kvistene hvor infeksjonen hadde spredt seg til stammeveden.

Kvistdiameteren var i gjennomsnitt 6,7mm større for de kvistene hvor råte/og eller misfarge hadde spredt seg til stammeveden sammenliknet med gjennomsnittsdiameteren (8mm) for alle kvister. Sammenhengen mellom kvistdiameter hos kvister med spredning av råte og/eller misfarge til stammeveden og skadens utbredelse på tvers av stammen var signifikant. Økt diameter på infisert kvist ga bredere spredningsområde i stammeveden, forutsatt at spredning i stammeveden fant sted. Tilsvarende resultater er funnet av Zumer (1966), Nylinder (1955), Heiskanen (1958), Raulo (1978), Raulo (1987) og Hörnfelt (1985). Kvistdiameter er en viktig faktor for å minske råte og/eller misfargespredning i stammeveden. Store sårflater var den eneste faktoren som hadde en klar sammenheng med spredningen av råte og/eller misfarge. Nordisk samarbeidsgruppe i virkeslære ga i 1975 ut boka "Kvisting som kvalitetsfremmende tiltak" (Halvorsen & Uleberg 1975). I dette litteraturstudie viser de til flere arbeider som konkluderer med økt fare for råteangrep ved fjerning av kvist med diameter over 1-2 cm. I materialet fra Ulefoss var den gjennomsnittlige diameteren hos kvister med spredning av råte og/eller misfarge til stammeveden 1,4cm. Lengden på råte og/eller misfargeskaden i vertikal retning var ikke påvirket av kvistdiameteren.

Spredningen av råte og/eller misfarge var oftest knyttet til kvisting av levende kvister. Av alle kvistene hvor råte og/eller misfargespredning ble påvist, var 95% levende kvister. Resultatet kan tyde på at det er lavere risiko for spredning av råte og/eller misfarge ved tørrkvisting sammenliknet med grønnkvisting. Flere studier viser liknende resultater (Zumer 1966, Heiskanen 1958, Hörnfelt 1985, Raulo 1987). Når en kvist dør naturlig vil treet starte produksjon av blant annet fenoler for å beskytte det døde eller døende område mot infeksjoner (Heijnen 1986). Ved grønnkvisting er det sannsynlig at denne reaksjonen ikke har kommet godt nok i gang, slik at det ferske såret representerer en åpen inngang for patogener. Både Zumer (1966) og Heiskanen (1958) kaller denne reaksjonen beskyttelsessonen.

I de tilfellene råte og/eller misfarge spredte seg i stammeveden, spredte råten seg kraftigst vertikalt i treet. Den kraftigste vertikale spredningen var på 500mm (med unntak av tre nr 11, rute 23 hvor råten var gjennomgående). Når det gjelder horisontal spredning, var den største spredningen på 30mm. Disse resultatene viser det samme spredningsmønsteret som Zumer (1966) og Heiskanen (1958) observerte. Det ble ikke registrert noen kvister hvor råte og/eller misfarge hadde spredt seg utenfor kvistingsårets årring. Dette resultatet er i samsvar med Zumer (1966) og Heiskanen (1958).

Av de 72 trærne som ble undersøkt, hadde 41,6% 1-3 kvister hvor råte og/eller misfarge hadde spredt seg til stammeveden. Majda Zumer gjennomførte et liknende undersøkelse arbeid i Norge i 1966. I forannevnte undersøkelse ble det påvist spredning av misfarge til stammeveden i 33% av de kvistede trærne på Haugsjø i Froland (Zumer 1966), hvilket samsvarer godt med resultatet fra Ulefoss.

Materialet fra Ulefoss viste ingen klare forskjeller i råte og/eller misfargeskader ved kvisting til forskjellige årstider. Dette samsvarer med resultater fra undersøkelsene til Nylinder (1955) og Hörnfelt (1985). Den mest gunstige tiden på året for kvisting har vært hyppig diskutert. En litteraturstudie om stammekvisting av bjørk viser at det er gitt minst like mange forskjellige anbefalinger om kvistetidspunkt som det er årstider (Flæte 1995).

Det var ingen klare forskjeller i råte og/eller misfargespredning mellom herskende, medherskende eller undertrykte trær. Det ser derfor ikke ut til at sosial status påvirker motstandskraften mot patogener. Det ble heller ikke funnet forskjeller i spredning av råte og/eller misfarge ved bruk av forskjellig kvisteutstyr, og det er derfor vanskelig å anbefale en type kvisteutstyr fremfor andre.

I og på trær finnes et stort antall sopper og bakterier. Dette gjør at undersøkelser av mikroorganismer i tilknytning til råte og misfarge hos trær er meget ressurskrevende. Dette arbeidet representerer ingen total undersøkelse av mikroorganismer, men gir en oversikt over noen sopper som ble funnet i tilknytning til råte og/eller misfarge hos bjørk.

Både mikroskopering og DNA-analyser viste at soppfamilien *Phialophora* var den vanligste soppen som ble funnet i tilknytning til råte og misfarging. Dette resultatet samsvarer med undersøkelser Nevalainen (2006), Shigo (1965), Shigo (1967) og Venn (1972) har utført.

Phialophora sp regnes ikke som aggressive nedbrytere og er knyttet til misfarging av veden (Nevalainen 2006). Denne slekten har karakteristiske krukkeformete konidiebærere, og var derfor greie å bestemme i mikroskop. DNA-sekvenseringen bekreftet funnene.

Det ble funnet råtesopper i 6 kvister som ble undersøkt for mikroorganismer. Av disse prøvene ble det funnet sølvglanssopp (*Chondrostereum purpureum*) i fire av prøvene. Ragglærsopp (*Stereum hirsutum*) og favnvedsopp (*Cylindrobasidium evolvens*) ble funnet i de to andre prøvene.

Sølvglanssoppen opptrer på sårflater, døde kvister, stubber og liggende død ved hos de fleste løvtrær, og er et spesielt problem hos frukttrær. Den anses som lite aggressiv og som en pionerart ved infeksjon av sårflater (Phillips & Burdekin 1982, Butin 1995). Navnet har den fått av at blader på infiserte trær, særlig frukttrær, får en "sølvaktig" glans på bladene. Dette skyldes forandringer i bladenes epidermis (Eriksson & Ryvarden 1973). Årsaken til at det ble funnet mye sølvglanssopp kan være et unaturlig høyt smittepress av sølvglanssopp fra en eplehage i nærheten. Ragglærsoppen er en vanlig råtesopp hos bjørk og andre løvtrær (Roll-Hansen & Roll-Hansen 1983). Soppen kan etablere seg både på levende og død ved. Fargen kan på et ungt stadium være rosa, men misfargingen blir brun. Råten er en hvitråte som ikke er ansett for å være særlig aggressiv (Ferdinandsen & Jørgensen 1939).

Favnvedsoppen er en meget vanlig råtesopp i skogen (Venn 1972). Soppen opptrer oftest på ferske sårflater (Butin 1995). Den er ikke fullt så aggressiv som toppråtesoppen (*Stereum sanguinolentum*), men kan gjøre skade av stor betydning (Roll-Hansen & Roll-Hansen 1983).

Resultatene fra soppundersøkelsen viser at det ikke ble funnet noen spesielt aggressive vednedbrytere som knuskkjuke (*Fomes fomentarius* (L.) J.J. Kickx), knivkjuke (*Piptoporus betulinus* (Bull.) P. Karst.), kreftkjuke (*Inonotus obliquus* (Ach. ex Pers.) Pilát) og svart ildkjuke (*Phellinus nigricans* (Fr.) P. Karst.). Dette er de vanligste råtesoppene hos bjørk (Roll-Hansen, Roll-Hansen 1983). For å få en bedre oversikt over hvilke mikroorganismer som opptrer etter stammekvisting av bjørk må det utføres flere undersøkelser.

Det vil alltid oppstå misfarging av kvist, enten den dør naturlig eller tas bort ved kvisting. I enkelte tilfeller vil også misfargingen eller råten spre seg til stammeveden. Selv om dette skjer vil ikke misfargingen eller råten spre seg utenfor kvistingsårets årringen. Vitaliteten til

kvistede trær blir ikke nedsatt (Vuokila 1976). Kvisting bør utføres på små dimensjoner tidlig, slik at kvistdiameteren er minst mulig, og andelen kvistfritt virke blir høyest mulig.

Som en oppsummering kan man gi noen praktiske råd knyttet til stammekvisting av bjørk:

- Grove kvister (over 2 cm) bør unngås
- Kvisting av tørrkvist reduserer risikoen for infeksjon
- Kvistingen bør utføres skånsomt, slik at barksår unngår
- Kvistingen bør utføres på små dimensjoner

Litteratur

Butin, H. 1995. Tree Diseases and Disorders. Causes, biology and Control in Forest and Amenity Trees. Oxford University Press, Oxford.

DNeasy Plant Mini and DNeasy Plant Maxi Handbook, Qiagen Distributors 01/2004.

DyeEx Handbook, Qiagen Distributors 06/2002.

Eriksson, J. & Ryvarden, L. 1973. The Corticiaceae of North Europe. Volume 2. Universitetsforlagets trykningssentral, Oslo.

Ferdinandsen, C. & Jørgensen, C.A. 1938. Skovtræernes sygdomme. Nordisk forlag, København.

Flæte, P.O. 1995. Stammekvisting av bjørk. Semesteroppgave, NLH, Ås.

Halvorsen, B. og Ulberg, J. 1975. Kvisting som kvalitetsfremmende tiltak. Nordisk samarbeidsgruppe i virkeslære, Ås.

Heijnen, B. 1986. Opkvisting af løvtræ. Skovteknisk institut, København.

Heiskanen, V. 1958. Studies on pruning of birch. Summary. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae. 49.3, Helsinki.

Hörnfeldt, R. 1985. Kvisting av gran och björk. Svenska Skogsförbundets Tidsskrift Nr. 6 1985 17-23.

MiniElute Handbook, Qiagen Distributors 06/2004.

Nevalainen, S. 2006. Discoloration of birch after sapping. Aktuelt fra Skogforskningen (i trykk).

Nylinder, P. 1955. Kvistningsundersökningar. Meddelande från statens skogsforskningsinstitut. Band 45, No. 12.

- Phillips, D.H. & Burdekin, D.A. 1982. Diseases of forest and ornamental trees. The Macmillan Press LTD, Hong Kong.
- Raulo, J. Saarnio, R. og Ylitalo, T. 1978. Sealing-off of pruned branchstumps in curly Birch and subsequent spread of discoloration into the stemwood. *Silva Fennica*. Vol. 12, no. 4, 257-263.
- Raulo, J. 1987. Björkboken. Skogstyrelsen, Jönköping.
- Roll-Hansen, F. & Roll-Hansen, H. 1993. Sykdommer på skogtrær. Landbruksforlaget, Oslo.
- Shigo, A.L. 1965. Organism interactions in Decay and Discoloration in Beech, Birch and Maple. U.S Forest Service Research paper NE-43.
- Shigo, A.L. 1967. Successions of Organisms in Discoloration and Decay of Wood. International review of forestry research (Reprint). Vol. 2.
- Steinset, T.A. (red) 2000. Norsk skoghåndbok 2000. Landbruksforlaget, Oslo.
- Venn, K. 1972. Discoloration and microflora in stored pulpwood of Birch (*Betula pubescens* Eher) in Norway. Særtrykk av Meddelelser fra Det Norske Skogforsøksvesen. No. 121, hefte 3.
- Vuokila, Y. 1976. Effect of green pruning on the health of Pine and Birch. *Folia Forestalia*. No. 281.
- Vadla, K. 1999. Verdiøkning og lønnsomhet ved stammekvisting. Rapport fra skogforskningen, Ås.
- Zumer, M. 1966. Astungsversuche an Föhre, Fichte, Birke, Aspe, Esche und Eiche. Særtrykk av Meddelelser fra Det Norske Skogforsøksvesen. No. 77.

Vedlegg 1

Rutekart over forsøksfelt

