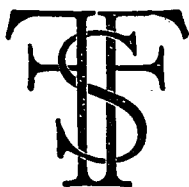


DET FORSTLIGE FORSØGSVÆSEN I DANMARK

THE DANISH FOREST EXPERIMENT STATION
STATION DE RECHERCHES FORESTIÈRES DE DANEMARK
DAS FORSTLICHE VERSUCHSWESEN IN DÄNEMARK

BERETNINGER UDGIVNE VED
DEN FORSTLIGE FORSØGSKOMMISSION

REPORTS — RAPPORTS — BERICHTE



BIND XXXII

HÆFTE 4

INDHOLD

PETER ESBJERG and LARS FEILBERG: Infestation Level of the European Pine Shoot Moth (*Rhyacionia buoliana* Schiff.) on Some Provenances of Lodgepole Pine (*Pinus contorta* Loud.) (Angreb af fyrrevikleren i nogle proveniensforsøg med contortafyr). S. 343—358. (Beretning nr. 254).

H. HOLSTENER-JØRGENSEN og B. GREEN: Et gødningsforsøg i en rødgrankultur i Hønning plantage. (A Fertilizing Experiment in a Plantation of Norway Spruce in the Hønning Plantation). S. 359—366. (Beretning nr. 255).

H. HOLSTENER-JØRGENSEN: Et kvælstofdoseforsøg med enkelttræparceller i 68—75 årig bøg i Rude skov. (A Nitrogen-Dose Experiment on Single Tree Plots of 68—75-Year-Old Beech in the Rude Skov). S. 367—378. (Beretning nr. 256).

A. YDE-ANDERSEN: Rodfordærverangreb i forbindelse med skærmstilling og underplantning af bjergfyrbevoksninger. (Tree Mortality in Undercrops due to *Fomes Annosus*). S. 379—398. (Beretning nr. 257).

KØBENHAVN

TRYKT I KANDRUP & WUNSCH'S BOGTRYKKERI

1971

RODFORDÆRVERANGREB
I FORBINDELSE MED
SKÆRMSTILLING OG UNDERPLANTNING
AF BJERG FYRBEVOKSNINGER

TREE MORTALITY
IN UNDERCROPS DUE TO
FOMES ANNOSUS

AF

A. YDE-ANDERSEN

INDLEDNING

I hedeplantagerne og i klitplantagerne findes endnu betragtelige arealer med bjergfyr (*Pinus mugo* Turra), der er plantet som første trægeneration på de tidligere heder og klitter. Hensigten med at frembringe disse bjergfyrbevoksninger har i nogle tilfælde blot været at skabe en varig vegetation på de pågældende arealer uden større forhåbning om samtidigt at opnå en træproduktion af nogen betydning. Dette forhold gør sig for eksempel gældende for store dele af klitplantagernes vedkommende, hvor bjergfyrbevoksningerne kun kan betragtes som den mest stabile dæmpning af sandflugten (*Thaarup* 1953). I andre tilfælde er arealer af lidt bedre beskaffenhed også blevet tilplantet med bjergfyr. Her har man skønnet, at vækstforholdene — skønt lidt bedre end på de førnævnte lokaliteter — ikke har været tilstrækkelig gode til mere krævende træarter, men dog så gode, at bjergfyrrerne ville være i stand til at yde en rimelig træproduktion. I endnu andre og vel nok i de fleste tilfælde er bjergfyrrerne blevet plantet som forkulturer på de bedre hedejorder for at lette en senere tilkultivering med mere ydedygtige træarter (*Helms* 1925). På de sidstnævnte lokaliteter er denne tilkultiveringsmetode og tilplantning med en blanding af enten rødgran og bjergfyr eller rødgran og japansk lærk blevet anvendt sideløbende.

Ved tilkultiveringen er fortrinsvis anvendt den flerstammede og forholdsvis retvoksede bjergfyrvarietet, *P. mugo* var. *rotundata* (Link) Hoopes, men undertiden anvendtes dog også den énstammede bjergfyr, *P. mugo* var. *rostrata* (Ant.) Hoopes, (*Dalgas* 1890, *Müller* 1889).

RODFORDÆRVERANGREBET

En del af bjergfyrbevoksningerne er endnu ikke angrebet af rodfordærversvampen, *Fomes annosus* (Fr.) Cke. Dette gælder i første række bevoksninger, hvor der overhovedet ikke har været foretaget hugster, men også nogle bevoksninger, hvori der har været foretaget hugster.

Til forklaring af forholdet kan anføres, at i 1. generation nåletræbevoksninger er rodfordærversvampen hidtil kun med sikkerhed påvist at have vundet indpas gennem de ved hugsterne frembragte stød (*Rishbeth* 1950, *Yde-Andersen* 1964, *Paludan* 1966). Det skal dog tilføjes, at svampen tillige i mindre udstrækning synes at være i stand til at inficere større sår på rødder og stammer (*Nilsson & Hyppel* 1968).

Infektionen af støddene sker ved hjælp af basidiesporer (*Rishbeth* 1951, *Meredith* 1959, *Yde-Andersen* 1961). Disse dannes i svampens frugtlegemer og kan på grund af deres ringe vægt og størrelse føres viden om af luftstrømninger (*Rishbeth* 1959 a). Sporerne falder sluttelig til jorden og kan, hvis de aflejres på nyligt frembragte nåletræstød give anledning til infektion af disse. Stød, der er mere end 2—3 uger gamle vil kun sjældent blive inficeret ved hjælp af luftbårne rodfordærversporer (*Rishbeth* 1951 a, *Yde-Andersen* 1961, *Ross* 1968).

Risikoen for infektion af nåletræstød med luftbårne rodfordærversporer er ikke altid lige stor (*Rishbeth* 1951 a, *Meredith* 1959, *Yde-Andersen* 1961). Forholdet er her i landet blevet belyst for rødgranstøds vedkommende ved et forsøg i en 19-årig rødgranbevoksning (*Yde-Andersen* 1961), hvor der blev foretaget hugster på forskellige tidspunkter i perioden november 1959—oktober 1960, og hvor de frembragte stød blev undersøgt for forekomst af infektioner frembragt af luftbårne rodfordærversporer. Figur 1 viser hvor stor en procentdel af stødene i de forskellige hugster, der fandtes at være blevet inficeret ved hjælp af luftbårne rodfordærversporer. Af figuren ses, at der forekom flest stødfladeinfektioner blandt stød frembragt i eftersommeren og om efteråret og færrest blandt stød frembragt om vinteren.

Antallet af inficerede stød i en hugst afhænger blandt andet af hvor mange spiredygtige rodfordærversporer, der findes i luften i en kortere periode efter stødernes frembringelse. Sporetætheden i luften afhænger igen af antallet af sporekastende frugtlegemer, der forekommer i det pågældende tidsrum. Figur 2 viser antallet af levende frugtlegemer i en rødgranbevoksning, Vallø storskov afd. 244, i perioden oktober 1963—januar 1965. Det ses af figuren, at der forekommer frugtlegemer hele året rundt, men at antallet er størst i efterårsmånederne. Iagttagelser over sporefældningen hos rodfordærversvampen i årets forskellige måneder viste, at sporefældning her i landet kan forekomme hele året

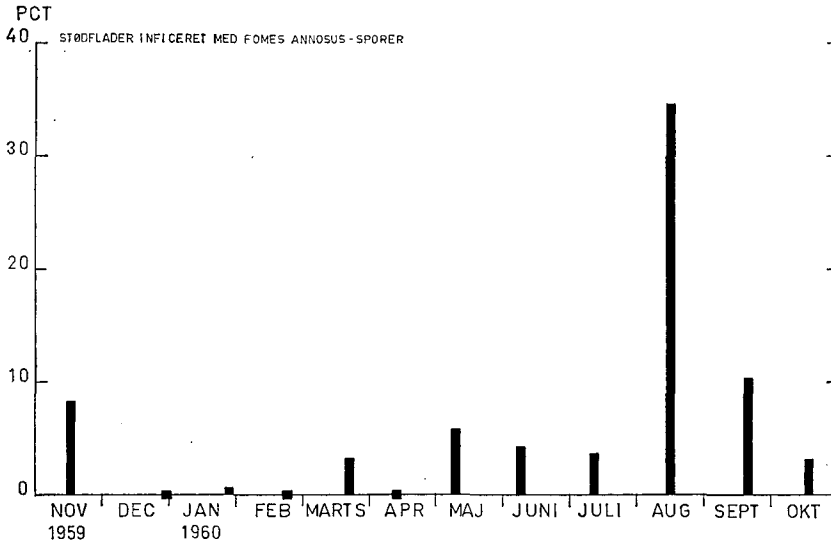


Fig. 1. Den årstidsbetingede variation i hyppigheden af stødfladeinfektioner med luftbårne *Fomes annosus*-sporer ved hugster i en rødgranbevoksning i perioden november 1959—oktober 1960. Løvenholm skovdistrikt, afd. 184.

Fig. 1. Seasonal fluctuation in the incidence of stump infection by Fomes annosus in a Norway spruce stand thinned during the period december 1959—october 1960. Løvenholm forest district, comp. 184.

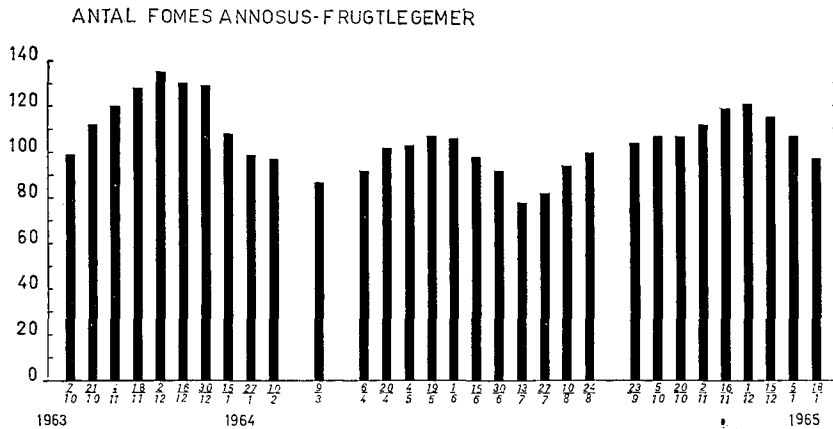


Fig. 2. Den årlige variation i antallet af levende *Fomes annosus*-frugtlegemer i en rødgranbevoksning i perioden oktober 1963—januar 1965. Vallø skovdistrikt, afd. 244.

Fig. 2. Seasonal fluctuation in the number of living sporophores of Fomes annosus in a Norway spruce stand during the period october 1963—january 1965. Vallø forest district, comp. 244.

rundt. Almindeligvis er der dog en hvileperiode i februar-marts foruden de hvileperioder, der optræder i perioder med frostvejr. Tillige fandtes der to maksima, et mindre om foråret og et udpræget om efteråret (*Bjørnekær* 1938). Om sporenes spiring kan anføres, at denne kun finder sted ved temperaturer over frysepunktet (*Rishbeth* 1951 a). De fremdragne forhold er således i god overensstemmelse med de fundne infektionshyppigheder blandt stød frembragt på forskellige årstider.

Det skal tilføjes, at også en hel række andre svampe søger at kolonisere nåletræstød i konkurrence med rodfordærversvampen (*Rishbeth* 1951 a, *Meredith* 1959, *Yde-Andersen* 1961). Nogle af disse svampe er i stand til at fortrænge rodfordærversvampen, andre bliver selv fortrængt. Om et stød vil blive varigt taget i besiddelse af rodfordærversvampen eller af andre stødboende svampe afhænger således også af, om der i en kortere periode efter stødernes frembringelse foruden rodfordærversporer forekommer sporer fra andre stødboende svampe, disses art og mængde. Stødfladeinfektionernes opståen beror således på et sammentræf af omstændigheder, og der vil følgelig ikke optræde stødfladeinfektioner efter enhver hugst i nåletræbevoksninger, men faren herfor er til tider ret stor jfr. figur 1 og tabel 1.

Fra de således inficerede stød kan rodfordærversvampen brede sig til de omkringstående træer ved mycelievækst i eller på rødderne og ved overgang fra individ til individ gennem rodbøringer og rodsammenvoksninger (*Rishbeth* 1951 b, *Due & Yde-Andersen* 1960, *Paludan* 1963, 1966, *Yde-Andersen* 1964). Den hastighed, hvormed svampen breder sig i bevoksningerne fra stød til træ og fra træ til træ, afhænger af forskellige forhold. Blandt disse kan nævnes planteafstanden (*Due* 1960), jordbundens beskaffenhed (*Rishbeth* 1951 b, *Holmsgaard et al.* 1968) og jordbearbejdningen ved kulturens anlæg (*Løfting* 1939, *Wallis* 1960, *Yde-Andersen* 1964, *Holmsgaard et al.* 1968).

Det beskrevne sygdomsforløb er iagttaget ved tyndingshugster i bevoksninger af blandt andre følgende træarter: skovfyr (*Rishbeth* 1950, *Paludan* 1963), østrigsk fyr (*Rishbeth* 1950), rødgran (*Paludan* 1966); ved juletræhugster i rødgranbevoksninger (*Paludan* 1961) samt ved hugst af hjælpetræarterne bjergfyr og japansk lærk i rødgranbevoksninger (*Yde-Andersen* 1964).

Det er muligt at nedsætte antallet af stødfladeinfektioner med luftbårne rodfordærversporer her i landet ved at lade hugsterne

i nåletræbevoksninger udføre om vinteren, se figur 1. I perioder med risiko for stødfladeinfektioner kan disse næsten forhindres ved behandling af støddene umiddelbart efter hugst med et passende middel (*Rishbeth* 1959 a, 1959 b, *Yde-Andersen* 1963, *Paludan* 1963, 1966).

Et forsøg med behandling af bjergfyrstød (*Yde-Andersen* 1963) med stenkultjæreolie umiddelbart efter hugst viste, at behandlingen medførte en nedsættelse af antallet af inficerede stød med ca. 90 pct. i forhold til ubehandlede stød.

Et andet forsøg (*Paludan* 1966) blev anlagt i en 20-årig rødgranbevoksning, der var plantet på tidligere agerjord, og hvor der indtil forsøgets anlæg ikke var foretaget hugster. Ved forsøgets anlæg i sommeren 1954 blev arealet delt i 4 parceller, og hver 10. række blev fældet. I 2 af parcellerne blev stødene behandlet med stenkultjæreolie, og i 2 af parcellerne blev stødene ladet ubehandlede. Efter 10 års forløb fandtes i naborækkerne til hugstrækkerne i de parceller, hvor der ikke var foretaget stødfladebehandling, ialt 182 træer dræbt af rodfordærversvampen svarende til 25 pct. af træerne i rækkerne. I de tilsvarende rækker i de parceller, hvor der var foretaget stødfladebehandling, fandtes ialt kun 59 træer dræbt af svampen svarende til 9 pct. Ved behandlingen blev der altså opnået en betydelig nedsættelse i antallet af angrebne træer.

Ved begge forsøg blev der, som nævnt, anvendt stenkultjæreolie til behandling af stødene; nyere erfaringer viser imidlertid, at anvendelse af en 10 pct. vandig opløsning af Natriumnitrit yder en bedre beskyttelse (*Gundersen* 1967, *Greig & Burdekin* 1970).

SKÆRMSTILLING OG UNDERPLANTNING AF BJERGFYRBEVOKSNINGER

Foryngelsen af de endnu sunde bjerfyrbevoksninger indeholder foruden tekniske og økonomiske problemer også problemer af sygdomsmæssig art. Foryngelsen vil i reglen blive indledt med en skærmstilling af bjergfyrrene efterfulgt af en underplantning af skærmen med en anden nåletræart og sluttet med en afvikling af skærmen ved én eller flere hugster. Denne fremgangsmåde medfører imidlertid ikke alene risiko for, at rodfordærversvampen vinder indpas i bjergfyrskærmen med dennes

for tidlige afgang til følge — dette fremgår af det foran anførte. Fremgangsmåden rummer tillige — som det vil ses af det følgende — fare for udbredte angreb i underplantningen.

Med henblik på at undersøge om den beskrevne foryngelsesmåde af bjergfyrbevoksningerne — skærmstilling, underplantning og afvikling af skærmen — medfører risiko for udbredte angreb af rodfordærversvampen i underplantningen, samt for at undersøge om man ved jagttagelse af særlige forholdsregler vil være i stand til at hindre sygdommens fremkomst, blev der i 1962 anlagt 2 parallelle forsøg.

Det ene forsøg findes i Flensborg plantage, afd. 74. Afdelingen er en ren bjergfyrbevoksning på 3.7 ha, der blev plantet i 1927 i undergrundspløjede, nord-sydgående riller på det tidligere hedeareal. Ved tilplantningen anvendtes 2/0 bjergfyrplanter; rækkeafstanden var 2 m, og planteafstanden var 1½ m. Før forsøgets anlæg i 1962/63 havde der ikke været foretaget hugst i i bevoksningen, og ved anlægget kunne der ikke konstateres rodfordærverangreb i bevoksningen. Til forsøget anvendtes ialt 69 bjergfyrækker, der inddeltes i 3 blokke, hver indeholdende 3 parceller med tilhørende neutralbælter; hver parcel omfatter 5 bjergfyrækker. Der gennemførtes 3 forskellige behandlinger ved skærmstillingen af bjergfyrrene. I 6 af parcellerne udførtes skærmstillingen ved hugst i slutningen af juli og i begyndelsen af august 1962. I 3 af disse parceller blev stødene behandlet umiddelbart efter hugst med stenkultjæreolie, og i 3 af parcellerne blev stødene ladet ubehandlede. I de resterende 3 parceller blev skærmstillingen foretaget ved hugst i januar 1963, og stødene forblev ubehandlede. I oktober 1964 blev der foretaget en tynding i bjergfyrskærmen i de 6 parceller, hvor skærmstillingen var sket i juli-august 1962, og i lighed med dengang blev stødene i 3 af parcellerne behandlet med stenkultjæreolie umiddelbart efter hugst og i 3 af parcellerne ladet ubehandlede. I januar 1965 blev der foretaget tynding i de 3 parceller, hvor skærmstillingen var foretaget i januar 1963, og stødene blev også denne gang ladet ubehandlede.

Underplantningen af bjergfyrrene blev foretaget i foråret 1963, der anvendtes 2/2 rødgraner og 2/1 douglasgraner i lige blanding i pløjede riller. I praksis anvendes i almindelighed rødgraner til underplantning af skærmstillede bjergfyrbevoksninger,

T a b e l 1. Dødelighed som følge af *F. annosus*-angreb blandt douglasgraner plantet under bjergfyrskærm i foråret 1963. Flensborg plantage, afd. 74 (E-forsøg nr. 56).

Table 1. Mortality due to F. annosus of Douglasfir planted under Mountain pine shelterwood in spring 1963. Flensborg plantation, comp. 74 (E-experiment no. 56).

Pct. Parcel	Hugst i skærmen <i>Thinning in overwood</i>	Behandling af stød <i>Stump treatment</i>	Ialt <i>Total</i>		Dræbt af <i>F. annosus</i> <i>Killed by F. annosus</i>					Ialt <i>Total</i>	pct.
			1964 stk. no.	1965 stk. no.	1966 stk. no.	1967 stk. no.	1968 stk. no.	1969 stk. no.	1970 stk. no.		
A	juli-august 1962 og oktober 1964	stenkultjæreolie creosote	271	0	0	1	4	5	3	13	4.8
B	juli-august 1962 og oktober 1964	ingen nil	281	0	0	2	7	14	11	34	12.1
C	januar 1963 og januar 1965	ingen nil	286	0	0	0	0	0	3	3	1.1
D	juli-august 1962 og oktober 1964	stenkultjæreolie creosote	311	0	0	3	1	4	6	14	4.5
E	januar 1963 og januar 1965	ingen nil	354	0	0	0	0	1	3	4	1.1
F	juli-august 1962 og oktober 1964	ingen nil	291	0	0	3	12	19	17	51	17.5
G	januar 1963 og januar 1965	ingen nil	305	0	0	0	1	3	2	6	2.0
H	juli-august 1962 og oktober 1964	ingen nil	268	0	0	3	12	11	15	41	15.3
I	juli-august 1962 og oktober 1964	stenkultjæreolie creosote	271	0	0	0	1	1	2	4	1.5

og når der i forsøget tillige blev anvendt douglasgraner, skyldes det følgende overvejelser. Et rodfordærverangreb blandt rødgraner kan — uden opgravning af rødder eller andre forstyrrende indgreb — i reglen først erkendes, når der en snes år efter plantningen begynder at optræde kerneråd i de stående træer, idet svampens angreb ikke i almindelighed medfører de pågældende individers død. Noget anderledes stiller det sig for douglasgraners vedkommende, her vil et rodfordærverangreb i kulturer erfaringsmæssigt give sig til kende ved udbredt dødelighed, hvorved det er muligt at registrere et angreb relativt hurtigt. Med indblandingen af douglasgranplanter tilsigtedes således at opnå relativt hurtige, retningsgivende resultater, medens anvendelsen af rødgranplanter skulle give mulighed for senere at opnå resultater, der direkte kan overføres til praksis.

Tabel 2. Bjergfyrstød inficeret ved hjælp af luftbårne *Fomes annosus*-sporer ved hugster på forskellige lokaliteter og på forskellige tidspunkter.

Table 2. Stump infection by means of airborne *Fomes annosus* spores in Mountain pine stands.

Lokalitet <i>Locality</i>	Parcel <i>Parcel</i>	Hugsttidspunkt <i>Time of thinning</i>	Antal undersøgte stød <i>Number of stumps investigated</i>		
			Ialt <i>Total</i>	Inficeret med <i>F. annosus</i> Infected by <i>F. annosus</i>	Stk. <i>No.</i>
Flensborg plantage afd. 73	3	15.—17. okt. 1962	167	49	29
Flensborg plantage afd. 73 plantage	13	18.—20. okt. 1962	177	66	37
Rønhøj afd. 27	A+B+C	11.—13. dec. 1967	200	7	4

I juli 1964 var en del af douglasgranplanterne døde af ukendte årsager; de døde planter blev fjernet, og der blev ikke foretaget efterbedring. Hver sommer i årene fra 1965 til og med 1970 blev forsøget efterset, og hver gang blev antallet af planter, der var blevet dræbt af rodfordærversvampen, opgjort, og planterne blev fjernet. Kun sådanne planter, hvor det ved forekomst af svampens frugtlegermer på rødder eller rodhals tydeligt fremgik, at de var blevet dræbt af svampen, blev henført til denne gruppe. Resultatet af disse optællinger fremgår af tabel 2 og er for douglasgranernes vedkommende som følger. I parcellerne, hvor skærmstillingen blev foretaget i juli-august 1962, og hvor stødene blev ladet ubehandlede, fandtes ialt 126 planter dræbt af svampen svarende til ca. 15 pct. af samtlige douglasplanter. I parcellerne, hvor skærmstillingen også blev foretaget i juli-august 1962, men hvor stødfladerne blev behandlet umiddelbart efter hugst med stenkultjæreolie, fandtes ialt 31 planter dræbt svarende til ca. 3 pct. Endelig fandtes der i parcellerne, hvor skærmstillingen blev foretaget i januar 1963, og hvor stødene forblev ubehandlede, kun 13 planter dræbt af rodfordærversvampen svarende til ca. 1 pct. af samtlige douglasgranplanter. For rødgranplanternes vedkommende er forholdet det, at der indtil

ligst er begyndt at vise sig ved optællingerne i sommeren 1970. Det vil således være rimeligt at antage, at hovedparten af de registrerede angreb hidrører fra infektioner af stødene frembragt ved skærmstillingen. Dødeligheden blandt douglasgranplanterne i årene 1967, 1968 og 1969 tyder på, at angrebet stadig er i udvikling, og man må antage, at der er fare for, at infektioner af stød fra hugsterne i 1964/65 og den planlagte endelige afvikling af skærmen i 1970/71 yderligere vil accelerere sygdommen.

Angreb kan næsten helt undgås eller i hvert tilfælde nedbringes væsentligt. Hvis skærmstillingen foretages i perioder, hvor risikoen for stødfledeinfektioner med luftbårne rodfordærversporer er til stede, vil en behandling af bjergfyrstødene med stenkultjæreolie umiddelbart efter hugst nedsætte sygdomshyppigheden ganske væsentligt. I denne forbindelse bør det anføres, at nyere undersøgelser har vist, at en behandling med en 10 pct. vandig opløsning af Natriumnitrit er mere effektiv jfr. side 385. Hvis skærmstillingen foretages om vinteren, er risikoen for angreb kun lille, idet ingen eller kun få stød bliver inficeret ved hjælp af luftbårne rodfordærversporer. Resultatet af at foretage skærmstillingen om vinteren uden en samtidig stødfledebehandling er i sygdomsmæssig henseende om ikke bedre så dog lige så godt, som det der kan opnås ved skærmstillinger foretaget på andre årstider kombineret med stødfledebehandling.

Som tidligere nævnt fandtes der i forsøget i Flensborg plantage ialt kun 3 rødgranplanter dræbt af rodfordærversvampen mod ialt 170 douglasgranplanter. Spørgsmålet er nu, hvilke slutninger der kan drages af disse tal. Tør det antages, at rodfordærversvampen vil brede sig yderligere blandt douglasgranerne, men at svampen ikke formår at brede sig fra de inficerede bjergfyrstød til rødgranerne, således at angrebet heller ikke i fremtiden vil udvikle sig faretruende i denne træart. Eller skal resultaterne tværtimod tolkes således, at den udbredte dødelighed blandt douglasgranerne som følge af rodfordærverangreb i de parceller, hvor bjergfyrrene er blevet skærmostillet i eftersommeren 1962, og hvor stødene ikke blev behandlet, er tegn på tilsvarende angreb blandt rødgranerne, men at disse angreb først vil blive erkendt senere.

Først om 10—15 år vil forsøget i Flensborg plantage kunne give tal, der kan benyttes til en fuldstændig besvarelse af ovennævnte spørgsmål, idet man så vil være i stand til at bedømme,

hvor mange rødgraner der findes, i hvilke der forekommer kerneråd forårsaget af rodfordærversvampen. For dog allerede på nuværende tidspunkt at opnå en delvis klaring af spørgsmålet blev samtlige rødgranplanter og douglasgranplanter i en række i et neutralbælte opgravet i vinteren 1969/70. I dette neutralbælte var bjergfyrrerne blevet skærmstillet i eftersommeren 1962, og stødene ladet ubehandlede, og der forekom udbredt dødelighed blandt douglasgranerne. De opgravede rodsystemer blev undersøgt for forekomst af rodfordærversvampen, men med negativt resultat for begge træarters vedkommende. Der er særlig grund til at hæfte sig ved, at det ved denne undersøgelse ikke lykkedes at påvise rodfordærversvampen hos douglasgraner med mindre, disse allerede var blevet dræbt af svampen. Dette forhold peger i retning af, at den anvendte undersøgelsesmetode har været utilstrækkelig, og man bør følgelig ikke tillægge resultaterne nogen vægt.

Da det således ikke er muligt på grundlag af iagttagelser fra nærværende forsøg at besvare det stillede spørgsmål, må dette søges besvaret på grundlag af erfaringer fra andre forsøg. Her kan henvises til resultaterne af et forsøg anlagt i 1942 i afd. 20 og 21 i Gludsted plantage (*Jørgensen & Treschow* 1948). Forsøget omfatter 8 parceller, der igen hver er delt i 2 underparceller. Samtlige parceller blev tilplantet med 2/2 rødgranplanter i 1942. Den ene underparcelrække, A-rækken, blev plantet under skærmstillet bjergfyr, der da var ca. 40 år gammel; skærmen blev fjernet helt ved en hugst i 1954. Den anden underparcelrække, B-rækken, blev plantet på et reolpløjet hedeareal. I begge underparcelrækkerne anvendtes to forskellige plantningsmetoder, og nogle af parcellerne tilførtes kalk eller råfosfat; de to sidstnævnte behandlinger berører imidlertid ikke den aktuelle problemstilling. I 1959 blev der foretaget en opgørelse over forekomsten af råd og misfarvning på stødfladerne i rækkehugster foretaget blandt rødgranerne i parcellerne 1—5. Resultatet af undersøgelsen var, at der i underparcelrækken plantet under bjergfyrs-kærm fandtes ialt 52 rødgraner med råd og misfarvning af ialt 905 undersøgte svarende til 6 pct. I underparcelrækken uden bjergfyrs-kærm fandtes ikke råd eller misfarvning i et eneste af 1105 undersøgte træer. Det fremgår således, at rødgraner, der er plantet under en bjergfyrs-kærm, kan blive an-

grebet af rodfordærversvampen, samt af fremgangsmåden kan medføre, at angrebet 17 år efter plantning kan erkendes hos 6 pct. af træerne i bevoksningen (*Yde-Andersen 1964*).

KONKLUSION

På grundlag af en samlet vurdering af de anførte forsøgsresultater kan der opstilles følgende prognose for rodfordærverangrebet i nåletræbevoksninger frembragt under bjergfyrskærm.

Ved skærmstilling af sunde bjergfyrbevoksninger og ved senere hugster i skærmen i perioder, hvor der består fare for stødfadeinfektioner med luftbårne rodfordærversporer d. v. s. hele året med undtagelse af januar og februar og tillige måske marts og december, må man i almindelighed regne med, at en større eller mindre del af de ved hugsterne frembragte bjergfyrstød vil blive inficeret. Fra de inficerede stød kan svampen brede sig til underplantningen. Dette giver sig til kende omkring 5 år efter hugst og tilplantning ved forekomsten af planter dræbt af svampen. Antallet af dræbte planter vil blandt andet afhænge af, hvilken træart der er anvendt til underplantning. Sygdommen vil imidlertid ikke alene manifestere sig ved planteafgang i ungdommen, men vil tillige medføre forekomst af rod- og kerneråd allerede ved første tynding i underplantningen. I hvor stor en del af træerne, der vil forekomme rod- og kerneråd, og hvilken udstrækning kerneråddet vil have i de enkelte træer, afhænger igen af blandt andet træarten.

Sygdommen vil kunne afværges eller dog i hvert tilfælde kunne mildnes i væsentlig grad, hvis der umiddelbart efter skærmstillingen og de senere hugster i bjergfyrskærmen foretages en behandling af stødene med en 10 pct. vandig opløsning af Natriumnitrit, og denne behandling fortsættes ved kommende tyndinger i underplantningen. Samme resultat vil kunne opnås ved at foretage samtlige nævnte hugstindgreb i januar og februar måned uden samtidig stødfadebehandling.

RESUME

Ved tilplantningen af magre jorder i Jylland — klitter, heder og tidligere agerjord — er der i vid udstrækning blevet frembragt rene bjergfyrbevoksninger. I de fleste tilfælde er bjergfyrrene blevet plantet med henblik på at lette en senere tilkultivering af arealerne med mere ydedygtige træarter.

En del af bjergfyrbevoksningerne er stadig ikke angrebet af *F. annosus*; dette gælder først og fremmest bevoksninger, hvor der overhovedet ikke har været foretaget hugster.

Foryngelsen af bjergfyrbevoksningerne bliver i reglen indledt med en skærmstilling, efterfulgt af en underplantning med en anden nåletræart — som oftest rødgran — og afsluttet med en afvikling af skærmen ved én eller flere hugster. Fremgangsmåden rummer erfaringsmæssigt risiko for, at *F. annosus* ved infektion af de frembragte stød jfr. tabel 1 vinder indpas i bjergfyrskærmen med dennes for tidlige opløsning til følge. Det må endvidere forventes, at svampen vil kunne brede sig til underplantningen.

Nærværende forsøg har til formål at belyse, om den beskrevne foryngelsesmetode medfører risiko for angreb af *F. annosus* i underplantningen og i givet fald, hvilke forholdsregler, der kan iagttages for at hindre dette. Forsøgene er beliggende i hhv. Flensborg plantage og Gludsted plantage i bjergfyrbevoksninger plantet på tidligere hedejord. Der havde indtil forsøgenes anlæg ikke været foretaget hugster i bevoksningerne, og der kunne ikke konstateres angreb af *F. annosus*. I begge forsøgene anvendtes følgende behandlingsmåder jfr. tabel 2.

1. Skærmstilling i eftersommeren 1962 og ingen behandling af stødene.
2. Skærmstilling i eftersommeren 1962 og stødene behandlet med stenkultjæreolie.
3. Skærmstilling i vinteren 1962/63 og ingen behandling af stødene.

Samtlige parceller blev underplantet med rødgraner og douglasgraner i lige blanding i foråret 1963. Endelig blev der i 1964/65 i forsøget i Flensborg plantage foretaget tyndinger blandt bjergfyrrene på samme tider som ved skærmstillingen.

I forsøget i Gludsted plantage er der ikke fundet angreb af *F. annosus*, hvorimod der i Flensborg plantage fandtes douglasgraner dræbt af svampen. Angrebets fordeling var som følger, se også tabel 2:

1. Hvor skærmstillingen var foretaget i eftersommeren, og stødene ladet ubehandlede, var gennemsnitlig 15 pct. af douglasgranerne dræbt af *F. annosus*.
2. Hvor skærmstillingen var foretaget i eftersommeren, og stødene behandlet med stenkultjæreolie, var gennemsnitlig 3 pct. af douglasgranerne dræbt af *F. annosus*.
3. Hvor skærmstillingen var foretaget om vinteren, og stødene ladet ubehandlede, var gennemsnitlig 1 pct. af douglasgranerne dræbt af *F. annosus*.

Der fandtes i forsøget kun 3 rødgranplanter dræbt af *F. annosus*.

De nævnte resultater sammenholdes med resultatet fra et forsøg anlagt i 1942. I dette forsøg indgik parceller med rødgraner plantet på åben hedejord samt parceller med rødgraner plantet under skærm-

stillet bjergfyr. 17 år efter plantningen fandtes 6 pct. af rødgranerne plantet under skærm angrebet af *F. annosus*, medens der ikke fandtes angreb i parcellerne uden skærm.

En samlet vurdering af forsøgsresultaterne fører til opstilling af følgende prognose: Ved skærmstilling af bjergfyrbevoksninger og ved senere hugster i skærmen består der fare for infektion af stødene ved hjælp af luftbårne *F. annosus*-sporer. Fra de inficerede stød kan svampen brede sig til underplantningen, og dette kan give sig til kende ved forekomsten af dræbte planter ca. 5 år efter skærmstilling og tilplantning. Endelig kan der forekomme rod- og kerneråd i træerne i underplantningen, og dette vil kunne erkendes allerede ved første tynding. Sygdomsfrekvensen vil kunne nedsættes i væsentlig grad ved behandling af bjergfyrstødene umiddelbart efter hugst med et passende middel. I forsøget er anvendt stenkultjæreolie, men bedre resultater vil kunne opnås med en 10 pct. vandig opløsning af Natriumnitrit. Lignende resultater vil kunne opnås ved at lade hugstindgrebene uden samtidig stødfadebehandling foretage i perioder, hvor risikoen for stødfadeinfektioner kun er lille d. v. s. i januar og februar måned.

SUMMARY

At the forestation of poor soils in Jutland — dunes, heathland and former arable land — pure mountain pine stands have to a great extent been raised. In most cases the mountain pines were planted with a view to facilitating a subsequent cultivation of the area with more productive tree species.

Some of the mountain pine stands have not yet been attacked by *F. annosus*; this primarily applies to stands in which no cuttings at all have been made.

The regeneration of the mountain pine stands is usually commenced by an opening up of the canopy, followed by an underplanting with another conifer — in most cases Norway spruce —, and completed by a clearing away of the overwood by one or more fellings. Experience shows that this procedure involves a risk that — by infection from the stumps produced, cp. Table 1 — *F. annosus* gains access to the mountain pine overwood resulting in a too early disintegration of the latter. Further it must be expected that the fungus may spread into the undercrop.

The purpose of the present experiment is to elucidate the question whether the described regeneration method involves risks of *F. annosus* attacks on the undercrop, and if so, what precautions may be taken to prevent it. The experiments are located in the Flensborg and the Gludsted plantations, in mountain pine stands planted on former heathland. Before the establishment of the experiments, no fellings had been made in the stands, and no attacks of *F. annosus* could be demonstrated. In both experiments the following treatments were used, cp. Table 2 —

1. Opening up of the canopy in late summer 1962, without any treatment of the stumps.
2. Opening up of the canopy in late summer 1962, the stumps being treated with creosote.
3. Opening up of the canopy in the winter of 1962—63, without any treatment of the stumps.

In the spring of 1963 all plots were underplanted with a mixture of Norway spruce and Douglas fir in equal number. Finally, in 1964—65 in the experiment in the Flensburg plantation, thinnings were made among the mountain pines at the same seasons at which the canopies had been opened up.

In the experiment in the Gludsted plantation no *F. annosus* attacks have been found, whereas in the Flensburg plantation Douglas fir killed by the fungus was found. The distribution of the attack was as follows, see also Table 2 —

1. Where the opening up of the canopy had been made in late summer and the stumps had been left untreated, on an average 15 per cent of the Douglas firs had been killed by *F. annosus*.
2. Where the opening up of the canopy had been made in late summer and the stumps had been treated with creosote, on an average 3 per cent of the Douglas firs had been killed by *F. annosus*.
3. Where the opening up of the canopy had been made in the winter and the stumps had been left untreated, on an average 1 per cent of the Douglas firs had been killed by *F. annosus*.

In this experiment only 3 Norway spruce plants were found killed by *F. annosus*.

The results mentioned were compared with the results of an experiment established in 1942. This experiment included plots of Norway spruce planted in open heathland together with plots of Norway spruce planted under opened-up mountain pine. 17 years after planting 6 per cent of the Norway spruces planted under shelter were found to have been attacked by *F. annosus*, while there were no attacks on the plots without shelter.

A general evaluation of the results of the experiment leads to the following prognosis: The opening up of the canopy of mountain pine stands and the subsequent thinnings of the overwood involves the danger of the stumps being infected by airborne *F. annosus* spores. From the infected stumps the fungus may spread to the undercrop, and this may manifest itself by the occurrence of killed plants about 5 years after opening up and planting. Finally, root- and butt-rot may occur in the undercrop trees, and this may be ascertained already at the first thinning. The frequency of the disease may be reduced considerably through treatment of the mountain pine stumps immediately after felling with a suitable preparation. In the present experiment creosote was used; however, better results may be obtained from a

10 per cent aqueous solution of sodium nitrite. Similar results may be obtained by restricting the thinnings not followed-up by stump-surface treatment to periods at which the risk of stump-surface infections is small, that is, to the month of January and February.

LITTERATUR

- Bjørnekær, K.*, 1938: Undersøgelser over nogle danske Poresvampes Biologi med særligt Hensyn til deres Sporefældning. *Friesia* 2: 1—41.
- Dalgas, E.*, 1890: Skov-Kulturer i Jyllands Hedeegne. Aarhus. 140 s.
- Due, J. E.*, 1960: Om trametes, planteafstand og hugst ved 1. generation rødgran på let jord. Dansk Skovforen. Tidsskr. 45: 125—139.
- Due, J. E. & A. Yde-Andersen*, 1960: Lærkeammetræer og *Fomes annosus*-angreb i gran. *Ibidem* 45: 566—579.
- Greig, B. J. W. & D. A. Burdekin*, 1970: Control and eradication of *Fomes annosus* in Great Britain. Proceedings of the Third International Conference on *Fomes annosus*: 21—33.
- Gundersen, K.*, 1967: Nitrite as a nutrient for microfungi of the outer stem cortex of pine and spruce and its toxicity to *Fomes annosus*. *Studia Forest. Suecica* 43: 1—22.
- Helms, J.*, 1925: Skovdyrkningslære. København. 270 s.
- Holmsgaard, E., J. Neckelmann, H. C. Olsen & Fr. Paludan*, 1968: Undersøgelser over rådangrebs afhængighed af jordbundsforhold og dyrkningsmetoder for gran i de jyske hedeegne. Forstl. Forsøgsv. Danm. 30: 183—407.
- Jørgensen, C. A. & C. Treschow*, 1948: Om Bekæmpelse af Rodfordærveren (*Fomes annosus* (Fr.) Cke) ved Fladrodplantning og ved Kalk- og Fosfattilskud. *Ibidem* 19: 253—284.
- Løfting, E. C. L.*, 1939: Jordbundsbehandlings indflydelse paa Rødgranens Vækst og Sundhed i Hedeplantagerne. *Ibidem* 15: 165—189.
- Meredith, D. S.*, 1959: The infection of pine stumps by *Fomes annosus* and other fungi. *Ann. Bot. N. S.* 23: 455—476.
- Müller, P. E.*, 1889: Om Bjergfyrren. *Tidsskr. for Skovbr.* 11: 1—38.
- Nilsson, P. O. & A. Hyppel*, 1968: Studier över rötangrepp i sårskadorn hos gran. Sveriges Skogsv. Förb. *Tidskr.* 66: 675—713.
- Paludan, Fr.*, 1961: Trameteshuller på stribe. Dansk Skovforen. *Tidsskr.* 46: 503—513.
- Paludan, Fr.*, 1963: Karbolineum-smøring af skovfyrstød på Djursland. Forstl. Forsøgsv. Danm. 28: 1—10.
- Paludan, Fr.*, 1966: Infektion og spredning af *Fomes annosus* i ung rødgran. *Ibidem* 30: 19—47.
- Rishbeth, J.*, 1950: Observations on the biology of *Fomes annosus*, with particular reference to East Anglian pine plantations. I. The outbreaks of disease and ecological status of the fungus. *Ann. Bot. N. S.* 14: 365—383.

- Rishbeth, J.*, 1951 a: Observations on the biology of *Fomes annosus*. II. Spore production, stump infection, and soprophytic activity in stumps. *Ibidem* 15: 1—21.
- Rishbeth, J.*, 1951 b: Observations on the biology of *Fomes annosus*, III. Natural and experimental infection of pines, and some factors affecting severity of the disease. *Ibidem* 15: 221—246.
- Rishbeth, J.*, 1959 a: Stump protection against *Fomes annosus*. I. Treatment with creosote. *Ann. Appl. Biol.* 47: 519—528.
- Rishbeth, J.*, 1959 b: Stump protection against *Fomes annosus*. II. Treatment with substances other than creosote. *Ibidem* 47: 529—541.
- Rishbeth, J.*, 1959 c: Dispersal of *Fomes annosus* Fr. and *Peniophora gigantea* (Fr.) Masee. *Trans. Brit. mycol. Soc.* 42: 243—260.
- Ross, E. W.*, 1968: Duration of stump suceptibility of loblolly pine to infection by *Fomes annosus*. *Forest Sci.* 14: 206—211.
- Thaarup, P.*, 1953: Klitplantagerne 100 år efter plantningens begyndelse. København. 96 s.
- Wallis, G. W.*, 1960: Survey of *Fomes annosus* in East Anglian pine plantations. *Forestry* 33: 203—214.
- Yde-Andersen, A.*, 1961: Seasonal incidence of stump infection in Norway spruce by air-borne *Fomes annosus* spores. *Forest Sci.* 8: 98—103.
- Yde-Andersen, A.*, 1963: Afprøvning af tre stenkultjæreolier med henblik på deres anvendelse som middel mod stødfladeinfektioner med *Fomes annosus*-sporer. *Dansk Skovforen. Tidsskr.* 48: 270—277.
- Yde-Andersen, A.*, 1964: Om anvendelsen af nogle hjælpetræarter i rødgranbevoksninger på magre jorder med særligt henblik på deres indvirkning på *Fomes annosus*-angrebets udbredelse blandt rødgranerne. *Forstl. Forsøgsv. Danm.* 28: 165—260.