

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 WITH SUMMARIES IN ENGLISH
RAPPORTS AVEC DES RÉSUMÉS EN FRANÇAIS
BERICHTE MIT DEUTSCHER ZUSAMMENFASSUNG



Ole Zethner
FAO Forest Officer (Entomology)
UNDP/FAO Project PAK 30
Forest Research Institute
Chittagong.

BIND XXVIII

HÆFTE 2

INDHOLD

- A H. HOLSTENER-JØRGENSEN: Et gødningsforsøg i en kultur med rødgran og japansk lærk på Klosterheden. (A Fertilizing Experiment in a Plantation of Norway Spruce and Japanese Larch at Klosterheden). S. 69. (Beretning nr. 217).
- B ERIK HOLMSGAARD og OLE SCHARFF: Levende stød i rødgranbevoksninger. (Living Stumps in Norway Spruce Stands). S. 97. (Beretning nr. 218).
- R O. KJERSGÅRD: 18 træarters højdevækst på et forsøgsareal i Staurby skov. (The Height Growth of 18 Tree-Species at an Experiment Area in Staurby Forest). S. 151. (Beretning nr. 219).

KØBENHAVN

TRYKT I KANDRUP & WUNSCH'S BOGTRYKKERI

1963

**LEVENDE STØD
I RØDGRANBEVOKSNINGER**

**LIVING STUMPS
IN NORWAY SPRUCE STANDS**

AF

**ERIK HOLMSGAARD
OG
OLE SCHARFF**

INDLEDNING

Forsøgsvæsenet begyndte i efteråret 1956 på en undersøgelse af rødgranens vækst og sundhed i bevoksninger af 1., 2. og 3. generation i Nordsjælland.

Ved anlægget af prøveflader i sådanne rødgranbevoksninger bemærkedes, at et stort antal gamle rødgranstød var levende. Det umiddelbare kendetegn herpå var kallusvolde langs stødfledernes periferi. Disse kallusvolde er dog ikke så tydelige hos rødgran som hos andre arter som f. eks. douglasgran og ædelgran, hvor de levende stød vist kendes af enhver forstmand. De fleste levende rødgranstød „ser døde ud“, idet de overvokses mere eller mindre med mos, rådner i stødfledet o. s. v.. Mange stød er ej heller levende helt op til stødfledet og danner derfor ingen kallusvold på denne. Ved at skære i barken på tilsyneladende „døde“ stød fandt vi imidlertid, at der var mange stød, hvis bark dækkede over frisk kambiallag og ved.

Grønne kviste er ikke forekommet på nogle af de undersøgte levende stød, og reservenæringen i et stød kan næppe sikre dettes fortsatte liv i årevis efter fældningen. Man må på forhånd antage, at stødet ved hjælp af sit eget rodsystem let kan sikre sig tilførslen af vand og salte, mens de organiske stoffer i det lange løb må tilføres fra kulstofassimilerende væv. Barken på stødet assimilerer næppe kulstof. Stødet må derfor have tilført organisk stof fra en anden organisme, formentlig et nærstående træ, hvorfor der må være en eller flere rodforbindelser imellem stød og træ.

Når vi, til trods for at der allerede foreligger en del undersøgelser af disse forhold, alligevel fremlægger denne undersøgelse om forekomsten af levende stød hos rødgran, så skyldes det følgende:

- 1) Fænomenets almindelighed var for rødgranens vedkommende ubekendt for os, og det samme viste sig at være tilfældet hos de forstmænd, for hvem vi har omtalt de

levende stød af rødgran. Ej heller litteraturen indeholder ret mange konkrete oplysninger om denne træart.

- 2) De fleste oplysninger om rodsammenvoksninger og levende støds udbredelse er af meget subjektiv karakter, og *Yli Vakkuri* (1954) anfører med rette: *Überhaupt setzt sich die Kenntnis von Wurzelverbindungen aus zahlreichen Einzelbeobachtungen zusammen. Ein Gesamtbild von dem Vorkommen der Wurzelverbindungen lässt sich auf ihrer Grundlage für keine Holzart gewinnen. Schwierigkeiten bereitet es schon, sich eine Auffassung von der Häufigkeit der Erscheinung zu bilden, denn über das Vorkommen von Wurzelverbindungen stehen meist nur subjektive Ansprüche zur Verfügung.*
- 3) Da forekomsten af levende stød er afhængig af rodforbindelsernes tilstedeværelse, kan et nærmere kendskab til levende støds udbredelse give visse oplysninger om rodforbindelsernes omfang i bevoksninger.
 - a) Hyppigheden af rodforbindelser kan tænkes at være af betydning for udbredelsen af veddestruerende svampe.
 - b) Det kan ikke udelukkes, at rodforbindelserne er så hyppige, at de afkræfter rigtigheden af den klassiske opfattelse, at hvert træ fungerer som et selvstændigt individ. Muligvis forholder det sig sådan, at grupper af træer må betragtes som fysiologiske enheder. Således kunne man tænke sig, at et træs hele eller delvise overtagelse af et andet træs rodsystem kan blive årsag til ændringer i træets tilvækst, og måske derved forklare noget om årsagen til de betydelige forskelle i tilvækst, som findes ved undersøgelse af lige store træer i en bevoksning.

I. TIDLIGERE IAGTTAGELSER AF FOREKOMST OG HYPPIGHED AF LEVENDE STØD OG RODSAMMEN- VOKSNINGER

Levende stød er et gammelkendt fænomen. Fra første halvdel af forrige århundrede findes adskillige afhandlinger herom i tyske forstlige tidsskrifter. Hovedparten af forfatterne, således *Reum* (1826), *Göppert* (1842), *Sintzel* (1843), *v. Berg* (1844)

anfører, at en betingelse for stødets liv er sammenvoksning mellem stødets og et nabotræs rødder. *Th. Hartig* (1844) mener dog, at levende stød er i stand til at gennemføre en selvstændig tilværelse, idet han antager, at stødernes eneste kulstofkilde er kuldi-oxid opløst i jordvandet. Disse iagttagelser omfatter nåletræer, især ædelgran og rødgran.

Reum (l. c.) har talt indtil 40 årringe i kallusvolde på levende stød, *Göppert* (l. c.) 14—71 årringe og *Sintzel* (l. c.) har talt 23—114 årringe i kallusvolde af tykkelser på 0.5—10 cm. *Wichmann* (1925) angiver 30—40 år som hyppige aldre på ædelgranstøds kallusdannelse, og han har fundet en 63 år gammel kallusvold. *Fabricius* (1927) omtaler et douglasstød, der efter fældningen har fordoblet sin vedmasse i løbet af 60 år. Iagttagelserne tyder på, at levende stød kan vedblive at leve i en slags symbiose med et træ, så længe dette lever. Opståede tryk mellem rødderne angives ofte som årsag til rodsammenvoksningerne (*Göppert* l. c., *Wichmann* l. c., *Yli-Vakkuri* 1954).

Også hos løvtræer træffes rodsammenvoksninger. Levende løvtræstød mangler som regel kallusvolde (*Laitakari* 1935, *Kobendza* 1955). *Laitakari* omtaler rodforbindelser hos birk. Hos en del egearter er rodforbindelser hyppige, hvilket er særlig kendt fra undersøgelser over egens visnesyge (oak-wilt), der gennem rodsammenvoksninger spreder sig fra det ene individ til det andet og derfor manifesterer sig ved en karakteristisk gruppevis død (*Kuntz og Riker* 1955).

De fleste af de foreliggende oplysninger om *hyppigheden af levende stød* er som nævnt ret subjektive. De ældre tyske angivelser tyder på, at levende stød af ædelgran og rødgran forekommer ret almindeligt. Levende douglasstød synes ligeledes hyppige (*Pemberton* 1921, *Kobendza* 1955). For skovfyrs vedkommende varierer angivelserne noget (*Wichmann* l. c., *Yli-Vakkuri* l. c., *Kobendza* l. c., *Junovidov* 1950), men forekomsten af levende stød er vist mindre hyppig end hos ovennævnte 3 arter. I bevoksninger af østrigsk fyr skal fænomenet være ret almindeligt (*Wichmann* l. c., *Gordeev* 1953), mens levende stød er mindre hyppige hos lærk (*Wichmann* l. c., *Kobendza* l. c.).

Wichmann l. c. fandt i en 60-årig rødgranbevoksning (plantet på 1.2 × 1.2 m) 320 levende stød pr. ha, hvilket svarede til 14 % af antallet af levende træer.

Udbredelsen af rodforbindelser i skovfyrbevoksninger er undersøgt af *Yli-Vakkuri* (l. c.). Hans undersøgelse omfatter 41 sydfinske bevoksninger med aldre mellem 7 og 130 år. I naturforyngede bevoksninger under 35 år har han ikke fundet rodforbindelser. Derimod er rodforbindelser ret hyppige allerede i 15 års alder i pletsånings-kulturer. *Yli-Vakkuri* finder, at ca. hvert fjerde træ har rodforbindelse med et andet træ i bevoksninger over 40 år. Dertil kommer 84—325 levende stød pr. hektar, flest i de yngste bevoksninger, eller 5—23 % levende stød i forhold til antal levende træer, idet der er *relativt* flest i gamle bevoksninger. *Yli-Vakkuri's* fysiologiske undersøgelser har endvidere vist, at sammenvoksninger af rodsystemer kan bevirke, at et træ ved overtagelse af dele af et andet træs rodsystem kan få såvel vand som næringsstoffer tilført ad den vej.

Kuntz og Riker (1955) fandt, at adskillige egeindivider ofte var forbundet til en gruppe ved sammenvoksede rødder. Der var dog betydelige forskelle imellem de undersøgte egearter med hensyn til tilbøjelighed til at danne rodsammenvoksninger. Om andre nordamerikanske arter oplyser *Kuntz og Riker*: „Root grafting within other species was observed as follows: large-toothed aspen and red pine trees were grafted to a considerable extent; red oak, sugar maple, and white pine trees were grafted frequently; quaking aspen trees were grafted occasionally; white birch and jack pine were grafted seldom. No grafts were found among white spruce, black spruce or balsam fir trees. Root grafting was common among 4-year-old pine seedlings in nursery transplant beds.“

Om hyppigheden af rodsammenvoksninger hos en del andre amerikanske træarter findes oplysninger hos *La Rue* (1934).

Bormann & Graham (1959) har ved hjælp af en farveteknik undersøgt forholdene ret indgående hos *Pinus strobus*, hvor de fandt tiltagende hyppighed af rodsammenvoksninger med stigende alder. Af 84 undersøgte træer (mellem 15 og 55 år) fandt de, at 41 var rodsammenvoksede med andre individer. I en 32-årig bevoksning, hvor man havde ønsket at tynde ved forgiftning (med AMMATE) havde man opnået at slå en del træer ihjel, som var rodsammenvoksede med tyndingstræerne, (71 behandlede tyndingstræer havde givet anledning til, at 33 træer, som tyndingstræerne var rodsammenvoksede med, døde).

II. LEVENDE STØDS UDBREDELSE I 25 RØDGRAN- BEVOKSNINGER I NORDSJÆLLAND

For at kunne danne os et indtryk af forekomsten af levende stød i rødgranbevoksninger foretog vi i sommeren 1957 en undersøgelse af fænomenets udbredelse på 25 eengangs-prøveflader i de nævnte 1., 2. og 3. generations rødgranbevoksninger. Disse prøveflader er alle beliggende i Nordsjælland på Frederiksborg og Nødebo statsskovdistrikter. Oplysninger vedrørende prøvefladernes jordbundsforhold, massefaktorer o. s. v. er publiceret i anden forbindelse (*Holmsgaard, Holstener-Jørgensen og Yde-Andersen 1961*). Kun bevoksninger, der var så gamle, at de havde været gennemhugget, blev undersøgt.

Tabel 1. Antal levende stød pr. hektar og stødfrekvens (antal lev. stød i pct. af stamtal) på eengangsprøveflader i rødgran i Nordsjælland.

Table 1. Number of living stumps per hectare and stump incidence (number of living stumps in percentage of number of stems) in once-only sample plots in Norway spruce in North Zealand.

Prøve- flade nr. Sample plot No.	Gene- ration Gener- ation	Areal m ² Area sq. m.	Alder stødh. år Age at stump height, yrs.	Stamtal		Lev. stød		Frekvens
				ialt Number of stems in all	pr. ha ha.	ialt Living stumps in all	pr. ha ha.	% Incidence %
1001	1.	269	21	107	3978	1	37	1
1002	2.	301	23	119	3953	3	100	3
1003	3.	236	21	112	4746	0	0	0
1004	1.	1689	62	100	592	32	190	32
1005	2.	686	49	56	816	9	131	16
1006	1.	1579	38	117	741	24	152	21
1007	2.	1188	37	105	884	25	210	24
1008	1.	211	22	87	4123	3	142	3
1009	2.	242	22	89	3678	5	207	6
1010	1.	747	36	112	1499	37	495	33
1012	2.	664	35	105	1581	11	166	10
1011	1.	1064	36	123	1156	38	357	31
1013	2.	926	42	69	745	10	108	14
1014	1.	484	22	149	3078	7	145	5
1015	2.	420	23	99	2357	6	143	6
1016	1.	249	18	130	5221	3	120	2
1017	2.	206	17	123	5971	0	0	0
1018	1.	1023	37	104	1017	50	489	48
1019	2.	1002	37	108	1078	34	339	31
1020	1.	244	19	101	4139	0	0	0
1022	1.	317	21	139	4385	1	32	1
1023	2.	314	20	117*	3726	0	0	0
1024	1.	2132	67	103	483	36	169	35
1025	2.	2031	63	148	729	40	197	27
1031	2.	494	23	141	2854	2	40	1

* 2 douglasgraner ikke medregnet.

* *Two Douglas firs excluded.*

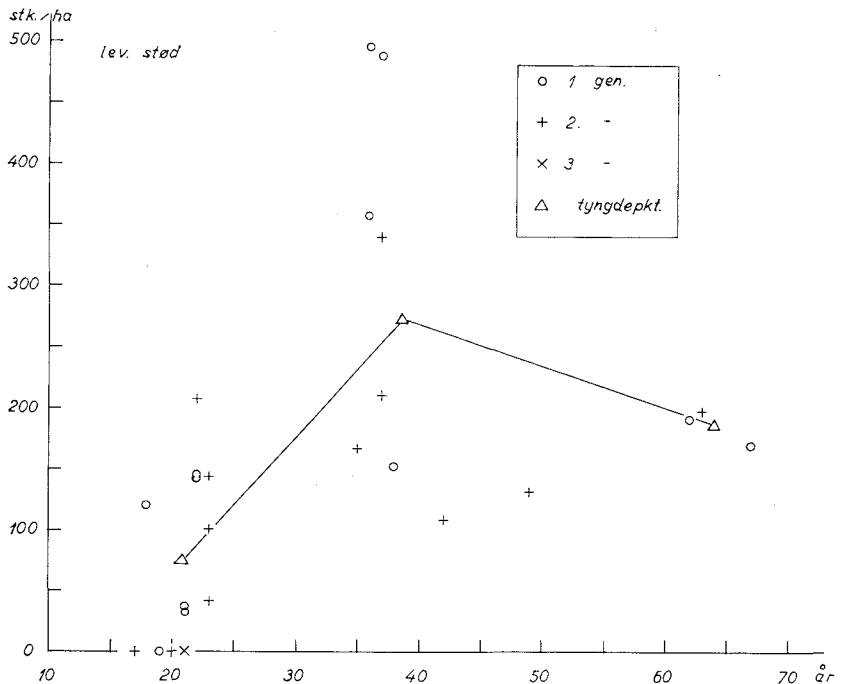


Fig. 1. Antal levende stød pr. ha på 25 prøveflader i relation til bevoksningens alder i stød højde. De 3 tyngdepunkter omfatter henholdsvis 13, 9 og 3 prøveflader.

Fig. 1. Number of living stumps per hectare (stk/ha) in 25 sample plots in relation to the age of the stand at stump height (år). The three average points are based on 13, 9 and 3 sample plots, respectively. The different signatures indicate first, second and third generations of spruce.

På hver prøveflade blev samtlige stød undersøgt. Ved skæring i stødbarken blev det konstateret, hvilke stød der levede. Dette kan afgøres sikkert, idet barken på et levende stød let kan løsnes fra det friske ved. Dette er kendetegnet ved lys farve og en fugtig overflade, og harpiksudtrædning fra den sårede bark viser, at denne lever. Det bør bemærkes, at der kan være forekommet levende, helt underjordiske støddele, som vi ikke har fået fat på ved denne undersøgelse.

Antal levende stød pr. prøveflade blev bestemt, og i tabel 1 er resultaterne sammenstillet. For at kunne sammenligne prøvefladerne er antallet af levende stød også angivet pr. ha. Dette tal varierer fra 0 til ca. 500. Fig. 1 viser sammenhængen mellem

bevoksningsalderen i stødthøjde*) og antallet af levende stød pr. hektar.

Antallet af levende stød er meget varierende, og forløbet af de optrukne linier mellem de 3 beregnede tyngdepunkter må som følge af materialets lidenhed tages med alt muligt forbehold.

Figur 1 viser, at antallet af levende stød pr. ha stiger fra 1. gennemhugning og tilsyneladende når sit maksimum ved en bevoksningsalder på omkring 35—40 år. Hvorvidt det på figuren antydede fald i antallet af levende stød fra 40 til 60 års alder er reelt, kan ikke afgøres på grundlag af denne undersøgelse.

Der er ingen sikker forskel på 1. og 2. generations antal af levende stød, hvad der vel næppe heller er grund til at vente.

Et andet mål for de levende støds udbredelse, her kaldt *stødfrekvensen*, er antallet af levende stød i bevoksningen udtrykt i procent af bevoksningens stamtal. Frekvensen varierer fra 0 til ca. 50 (tabel 1), og tallene viser, at gennemgående har mellem $\frac{1}{4}$ og $\frac{1}{3}$ af træerne i de undersøgte mellemaldrende og ældre rødgranbevoksninger rodforbindelse med et levende stød. Figur 2 viser, at stødfrekvensen vokser med stigende bevoksningsalder.

Spredningen på enkeltværdierne i figur 1 og 2 er stor, og det er påfaldende, at forskellene imellem nærliggende bevoksninger af 1. og 2. generation ofte er meget betydelig, uden at vi i det enkelte tilfælde kan give nogen forklaring på dette. Den store spredning skyldes i nogen grad, at prøvefladerne er temmelig små, men der må dog også være andre årsager.

Som formodede årsager til forskelle i hyppigheden af levende stød kan man nævne:

1. Sandsynligvis er rodforbindelsernes antal afhængige af jordbunden (flest på fladgrundet jord med stor rodkoncentration i de øvre lag). — Dette forhold kan dog ikke forklare, hvorfor de parvis nærliggende prøveflader af 1. og 2. generation er så forskellige.
2. Den oprindelige plantetæthed spiller formodentlig en rolle. Tænker man sig, at man har en meget tætsluttet ung bevoksning, så vil der være sandsynlighed for et stort antal rodforbindelser i denne bevoksning. Ved senere hugster vil man derfor formodentlig frembringe et større antal

*) På hver prøveflade bestemt som gennemsnit af 6 prøvetræer med diameter omkring bevoksningens middeldiameter.

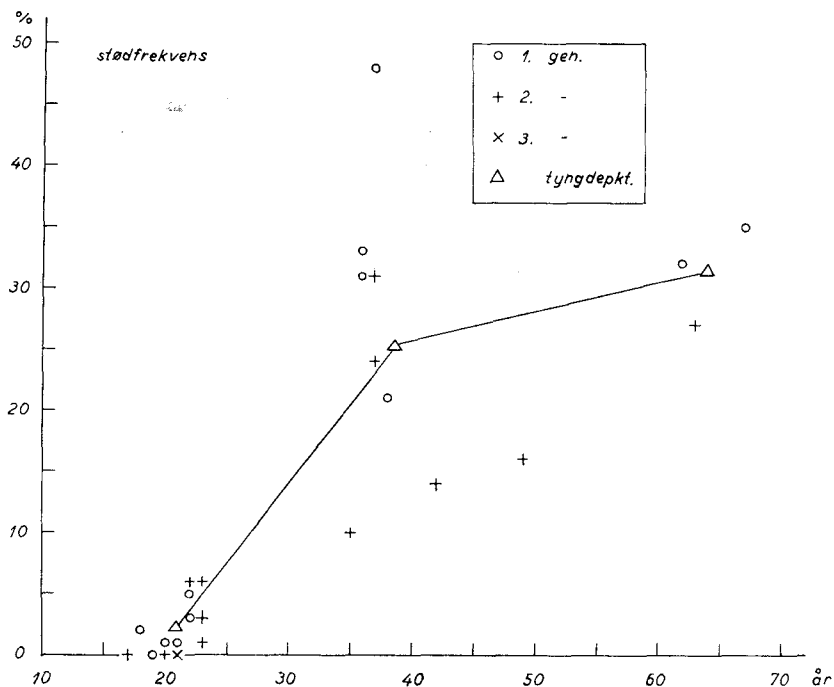


Fig. 2. Stødfrekvens på 25 prøveflader i relation til bevoksningens alder i stødhøjde. De 3 tyngdepunkter omfatter henholdsvis 13, 9 og 3 prøveflader.
Fig. 2. Stump incidence (%) in 25 sample plots in relation to the age of the stand at stump height. The three average points are based on 13, 9 and 3 sample plots, respectively. Signature as Fig. 1.

levende stød i denne bevoksning end i en jævndrende men mindre tætsluttende bevoksning. Plantetætheden har dog ikke været meget forskellig i vort materiale af plantningskulturer, hvis oprindelige plantetal har andraget ca. 6—8000 planter pr. ha.

3. Hugststyrken spiller utvivlsomt en rolle for rodforbindelsernes hyppighed. Hugststyrkens indflydelse er dog nok af en noget kompliceret natur.

At stamtalsafviklingen må have betydning for antallet af levende stød er klart, idet der jo normalt ikke vil fremkomme levende stød i forstligt behandlede bevoksninger, før man hugger.*) I de første gennemhugninger må antallet af levende stød

*) Roden af et træ kan udmærket leve videre, selv om toppen dør af andre grunde end hugst (jvf. Yli-Vakkuri (1954) og Bormann og Graham (1959)).

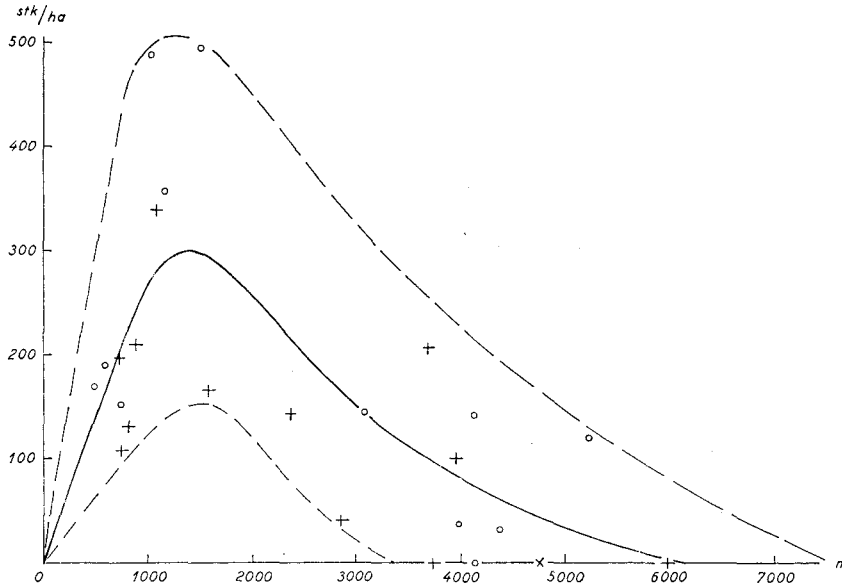


Fig. 3. Antal levende stød pr. ha i relation til stamtallet pr. ha.

Fig. 3. Number of living stumps per hectare in relation to the number of stems per hectare (n). Signature as Fig. 1.

stige nogenlunde proportionalt med antallet af fjernede træer. Senere vil forholdet ændre sig, nemlig når man i stigende grad fjerner de træer, der holdt stødene i live; og hvis man hugger alle træer, må antallet af levende stød jo blive nul.

Antallet af levende stød som funktion af stamtallet er vist på figur 3. Det synes af figuren at fremgå, at antallet af levende stød pr. ha kulminerer ved et stamtal på ca. 1500 pr. ha i bevoksninger frembragt ved plantning med en planteafstand på omkring ved 1.25 m. Figuren tyder endvidere på, at tilgangen af levende stød ikke udgør den samme procentdel af antallet af fældede træer på alle tidspunkter af bevoksningens liv. I de unge år, når stamtallet er stort, stiger antallet af levende stød kun relativt lidt for en hugst af 1000 træer pr. ha, formentlig fordi der endnu ikke er etableret særlig mange rodforbindelser. Tilgangen stiger med alderen, og den største procentdel levende stød i forhold til det fældede antal træer opnås ved et stamtal på omkring ved 2000 pr. ha.

III. DETAILLERET UNDERSØGELSE AF 2 ÆLDRE BEVOKSNINGER

På de to ældste af de 25 prøveflader er foretaget mere intensive undersøgelser. Prøvefladerne, nr. 1024 og 1025, findes i Store Dyrehave under Frederiksborg Statsskovdistrikt. Bevoksningernes aldre i stød højde er 67 og 63 år. Den 63-årige bevoksning har et relativt stort stamtal pr. ha (tabel 1), hvorfor aldersforskellen synes større ved en betragtning i skoven.

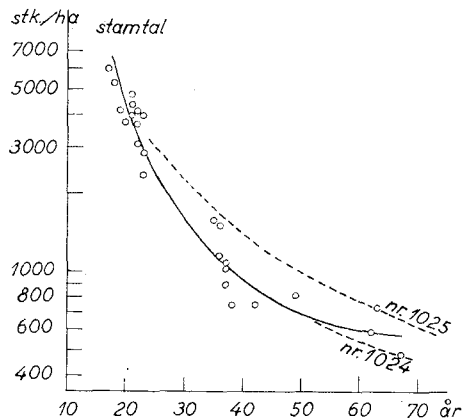


Fig. 4. Stamtal pr. ha for 25 prøveflader oplagt over alderen i stød højde. Den fuldt optrukne kurve er frihåndsudjævning af de 25 punkter. De punkterede kurver er skøn for stamtalsafviklingen på prøvefladerne nr. 1024 og 1025.

Fig. 4. Number of stems per hectare for 25 sample plots superposed on the age at stump height. The fully drawn curve represents freehand leveling of the 25 points. The dotted curves are estimates of the stem number reduction in sample plots Nos. 1024 and 1025.

Figur 4 viser de 25 prøvefladers stamtal lagt op efter alder. Da vi senere vil ræsonnere lidt over stamtalsafviklingen for prøvefladerne nr. 1024 og 1025, er der på figur 4 foruden den fuldt optrukne udjævningskurve indlagt skøn for stamtalsafviklingen for disse to prøveflader.

På hver af de to prøveflader blev alle træer samt levende og døde stød indmålt i et net af målelinier, og på basis af denne opmåling er tegnet kort (figur 5a og 5b), der viser placeringen af hvert enkelt træ og stød. Orientering i terrænet og den senere tilvækstundersøgelse blev lettet ved påmaling af numre på træerne. Hvert levende støds rodsystem blev gravet ud i et sådant omfang, at forbindelserne med trærødderne blev blotlagt. I hvert enkelt tilfælde blev forbindelsesrøddernes diametre målt med

klup. Sammenvoksningsstedernes afstande til henholdsvis træ og stød samt sammenvoksningernes dybde under jorden blev målt. Endvidere blev der gjort bemærkninger om de enkelte støds udseende: stød højde, placering af levende væv, tilstedeværelse af kallusvolde og tykkelse af kallusvæv.

a. *Levende støds udseende*

Placeringen af stødenes levende væv i forhold til stødomkredsen blev først registreret efter afdækningen af tilhørende rødder, idet det levende væv undertiden var placeret nær jordoverfladen eller under denne. Hvert støds omkreds tænkes delt i 4 afsnit, som blev betragtet hver for sig. Herved fås et udtryk for udbredelsen af stødets rodsystem og dermed et mål for stødets „vitalitet“. Et stød, som har levende væv i hele omkredsen, har rødder ud i alle retninger og er mere livskraftigt end et stød, som kun har levende væv i en fjerdedel af omkredsen og derfor et mindre udbredt rodsystem.

Tabel 2 viser, hvor mange af de to prøvefladers stød, der har levende væv i henholdsvis 1, 2, 3 og 4 fjerdedele af stødets om-

Tabel 2. Levende stød fordelt til klasser efter det levende vævs udbredelse; kallusvævs tykkelse og forekomst af kallusvolde.

Table 2. Living stumps grouped in classes according to the extent of the live tissue, the thickness of the callus, and the occurrence of callus swells.

Prøve- flade nr. Sample plot No.		Levende væv findes i følgende antal kvadranter				Middel
		1	2	3	4	
		Live tissue is found in the following number of quadrants				Average
		1	2	3	4	
1024	Antal stød No. of stumps	6	9	2	19	—
	%	17	25	5	53	—
	Kallusvævs tykkelse, mm Thickness of callus in mm.	6.8	8.3	12.5	12.8	10.7
	Forekomst af kallusvolde i % af stødantal Occurrence of callus swells in per cent of No. of stumps	17	67	100	100	78
1025	Antal stød No. of stumps	6	8	4	22	—
	%	15	20	10	55	—
	Kallusvævs tykkelse, mm Thickness of callus in mm.	5.8	7.3	8.5	14.2	11.0
	Forekomst af kallusvolde i % af stødantal Occurrence of callus swells in per cent of No. of stumps	0	50	75	86	65

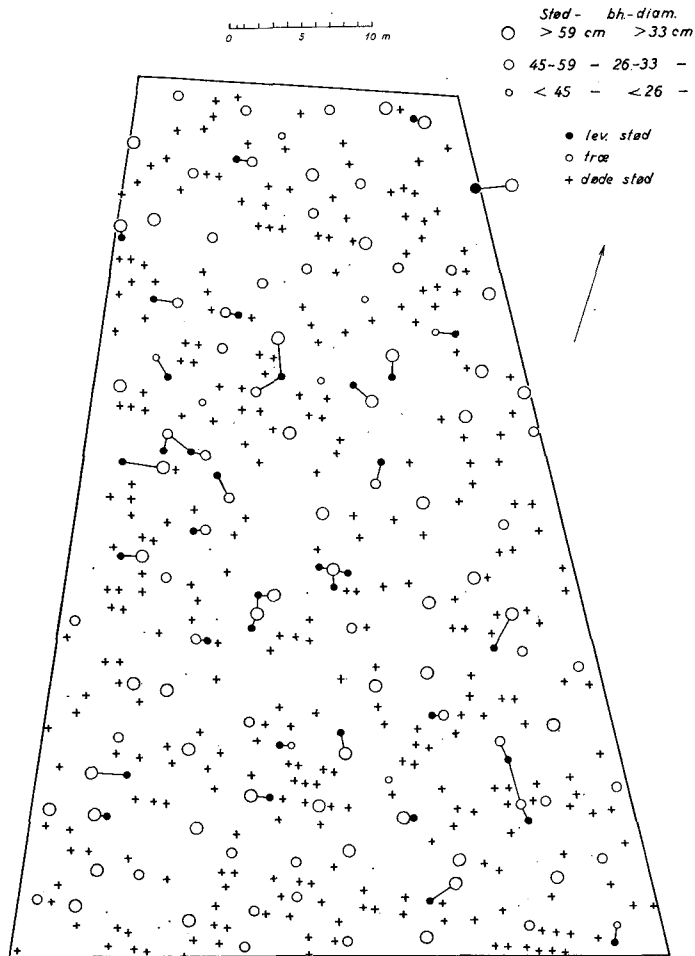


Fig. 5 a. Prøveflade nr. 1024. Kortet viser placeringen af stående træer, levende og døde stød. Linierne mellem træer og stød markerer rodforbindelser mellem disse.

Fig. 5 a. Sample plot No. 1024. The map shows the location of standing trees (○), living stumps (●) and dead stumps (+). The lines between trees and stumps indicate root grafts between these.

kreds. Mere end halvdelen af alle levende stød på de to prøveflader har levende væv i alle 4 kvadranter. Sammenlignes denne klasseinddeling med andre udtryk for stødernes vitalitet, f. eks. kallusvævet tykkelse (med enkelte undtagelser målt midtvejs mellem jordoverfladen og kallusvoldens overkant), og forekomst af kallusvolde, så ses det af tabel 2, at disse værdier vokser om-

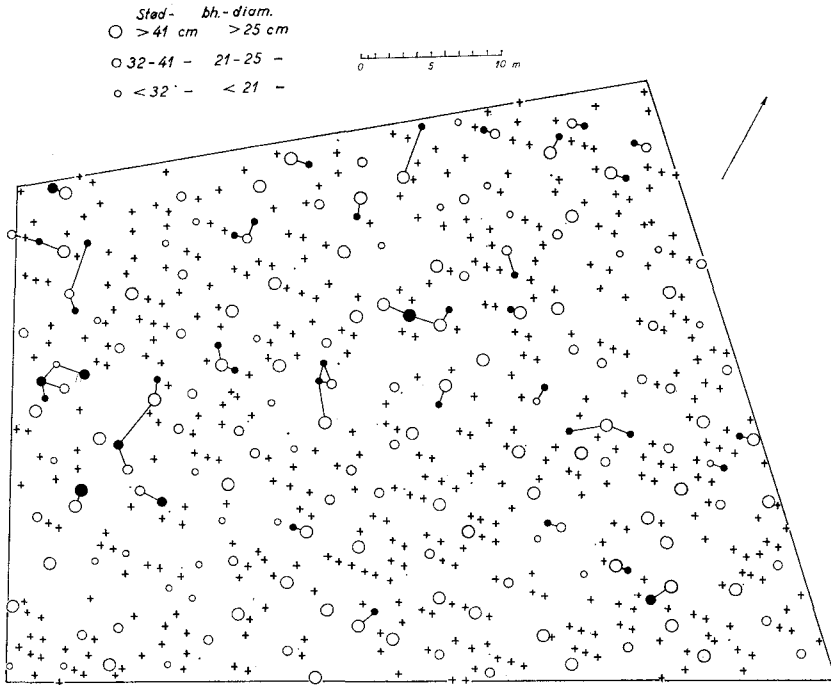


Fig. 5 b. Prøveflade nr. 1025. Signaturer som fig. 5 a.
 Fig. 5 b. Sample plot No. 1025. Symbols as in Fig. 5 a.

trent i takt med det levende vævs udbredelse. Det skal senere vises, at der er sammenhæng mellem rodforbindelsernes omfang og stødernes vitalitet.

b. Levende støds placering i forhold til træerne

De levende støds placering i forhold til de stående træer er vist på figur 5a og 5b. Såvel træer som stød er delt op i 3 klasser efter diameter i stødthøjde — angivet med 3 cirkelstørrelser. For at give indtryk af bevoksningernes tidligere stammefordeling er også de døde støds placering vist. Det bemærkes, at der på figur 5a og 5b kun er indtegnet døde stød, hvor der er fundet sådanne. Der har naturligvis været mange flere — der er jo tale om plantninger — men mange stød fra tidlige udhugninger er bortrødne. Det ses af figur 5a og 5b, at de levende stød oftest forekommer i umiddelbar nærhed af et træ, medens fordelingen af døde stød i forhold til træerne bærer tilfældighedens præg.

Tabel 3. Gruppering — i forhold til planterækkerne — af stød og træer med indbyrdes rodforbindelse.

Table 3. Grouping — in relation to the rows of plants — of stumps and trees interconnected by root grafting.

Gruppering Grouping	Prøveflade nr. Sample plot No.			
	1024		1025	
	Antal No.	%	Antal No.	%
Stød og træ i samme planterække	15	37	15	33
Stump and tree in same row of plants				
Stød og træ i naborækker	4	10	8	17
Stump and tree in neighbouring rows				
Stød og træ med 1—flere rækker imellem	18	45	20	43
Stump and tree with one or more rows between them				
Ialt Total	40	100	46	100

De rette linier mellem levende stød og træer markerer disses indbyrdes rodforbindelser. Det fremgår af figurerne, at det ikke altid er muligt at forudsige rodforbindelsernes forløb før afdækningen af rødderne, idet stød-rødderne undertiden passerer tæt forbi et træ uden at have forbindelse med det (se også fig. 10).

Oftest er sammenvoksningerne sket mellem individer i samme planterække eller i to naborækker (tabel 3). En trediedel af stødene har forbindelse med et oprindeligt nabotræ i samme plantearække. Ved hjælp af fig. 5a og 5b er den oprindelige planteafstand i rækken bestemt til 1.0 m, mens afstanden mellem planterækkerne er 1.3 m. Middelfafstanden mellem forbundne stød og træer

Tabel 4. Antal stød-træ-par i forskellige afstandsintervaller (5 dm-klasser). Mål optaget fra bevoksningkort (fig. 5 a og 5 b).

Table 4. Number of stump/tree pairs at different distance intervals (5 dm-classes), absolute and percentual. Measurements taken from stand maps (Fig. 5 a and 5 b).

Prøve- flade nr. Sample plot No.	Afstand mellem træ og stød, dm							Antal ialt Total num- ber	Middel- afstand dm Mean distance, dm
	5-9	10-14	15-19 Distance, dm.	20-24	25-29	over 29 above 29			
1024	Antal Number	9	13	9	3	5	1	40	15.2
	%	22	32	22	8	13	3	100	
1025	Antal Number	8	19	10	4	2	3	46	15.5
	%	17	41	22	9	4	7	100	

Tabel 5. Stød og træer med indbyrdes rodforbindelser fordelt til grupper med 2—5 rodsammenvoksede individer (stød og træer), absolut og procentisk.

Table 5. Stumps and trees interconnected by root grafting, grouped in classes with 2—5 root-grafted individuals (stumps and trees), absolute and percentual.

Prøve- flade nr.	Antal individer i sammen- voksningsgrupperne	Antal individer i sammen- voksningsgrupperne				Antal ialt	Middel- antal i grupperne
		2	3	4	5		
Sample plot No.	Number of individuals in root-grafting groups	Number of individuals in root-grafting groups				Total num- ber	Average number in groups
1024	Antal Number	52	3	16		71	2.3
	%	73	4	23		100	
1025	Antal Number	44	15	12	5	76	2.5
	%	58	20	16	6	100	

målt fra centrum til centrum er i begge bevoksninger meget nær 1.5 m, og afstandene mellem de enkelte stød- og træpartnere fordeles sig til 0.5 m's klasser som vist i tabel 4. I omkring $\frac{3}{4}$ af tilfældene er afstanden mellem stød og træer under 2 m.

I de fleste tilfælde er rodsammenvoksningerne sket mellem individerne to og to. Figur 5a og 5b samt figur 8 og 9 viser, at også et større antal individer kan være indbyrdes forbundne — indtil 5 sammenvoksede stød og træer er iagttaget. Tabel 5 viser fordelingen af individer med rodforbindelse til sammenvoksningsgrupper af forskellig størrelse. Der er gennemsnitlig mellem 2 og 3 individer i hver gruppe.

Det bør dog bemærkes, at vor undersøgelse er udført med *udgangspunkt* i de levende stød. Vi har ikke undersøgt rodsammenvoksninger mellem levende træer, og havde vi inddraget sådanne sammenvoksninger i undersøgelsen, ville vi utvivlsomt have fundet, at grupperne af sammenvoksede individer er større end foran anført.

c. Sammenvoksning af rødder

Sammenvoksningsfænomenet kan forklares ved hjælp af tryk-teorien. Når to rødder gennem længere tid presses mod hinanden, gennembrydes barken til sidst, og vedlegemerne vil ved fortsat tryk vokse sammen, ganske som det sker, når en kvist podes på et fremmed træindivid. (I engelsksproget litteratur kaldes en rodsammenvoksning en „root graft“).

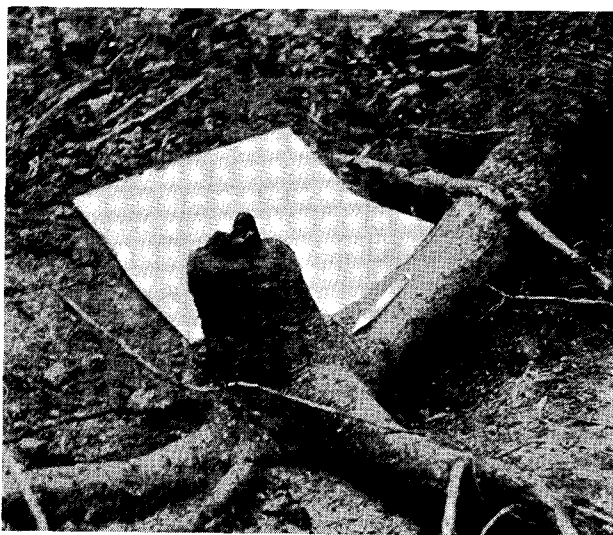


Fig. 6. Levende stød og dets forbindelse med nabotræet, gravet fri for jord. Pilen viser sammenvoksningsstedet mellem træets rod og stødet. Øverst på stødet ses rester af den oprindelige stødflade. Herunder kallusvævet, hvis alder er 26 år. Nær træet (til højre) ses en tynd rod fra et tredje individ løftet op ved rodens tykkelsesvækst (begyndelse til en ny rodforbindelse?).

Fig. 6. Living stump and its connection with the neighbouring tree, cleared of earth. The arrow indicates the point of grafting between the root of the tree and the stump. Remnants of the original stump face are visible on the top of the stump. Under that is the callus, which is 26 years old. Near the tree (on the right) is seen a thin root from a third individual, lifted up by the diameter increment of the root (incipient new root graft?).

Hyppest opstår der mekanisk tryk mellem to træers rødder, når træerne står tæt. Begge træer udsender rødder i alle retninger, og jo tættere de står, desto større bliver det fælles rodrum. Så længe rødderne er unge og tynde, kan de uden større vanskeligheder trænge frem mellem hinanden fra begge sider; men efterhånden som de bliver tykkere, stivere og bedre forankret i jorden, lader de sig i stadig mindre udstrækning skubbe til side af andre rødder, og den stigende modstand skaber trykket mellem de to træers rødder. Fig. 6, 9, 13, 15 og 18 viser typiske eksempler på sammenvoksninger mellem nærtstående individers rødder. Afstandene mellem partnerne er omkring 1 m.

Der synes ikke at bestå nogen særlig tiltrækning mellem forskellige træers rødder; ikke sjældent træffes sammengroninger mellem et træs egne rødder (se f. eks. fig. 12 og 13, jfr. også *Holstener-Jørgensen*, 1959).



Fig. 7. Levende roduløb på iverigt henfaldet stød. Den tynde tilvoksede rod (se spor i barken) hidrører fra et træ 2.7 m borte. Roduløbet har holdt sig i live 16 år efter fældning.

Fig. 7. Living root on an otherwise decaying stump. The thin, grafted root (see traces in the bark) comes from a tree 2.7 m. away. The root of the stump has kept alive for 16 years after cutting.



Fig. 8. 3 levende stød forbundet med eet træ. Stødenes alder (antal år efter fældning) er fra venstre 25 år, 16 år og 13 år. Pilene viser — som på de øvrige stødfotografier hvor intet andet er bemærket — sammenvoksningsstederne.

Fig. 8. Three living stumps connected with one tree. The ages of the stumps (numbers of years after cutting) are, from left, 25 years, 16 years, and 13 years. The arrows indicate — as in the other stump photographs, unless where otherwise noted — the points of root grafting.

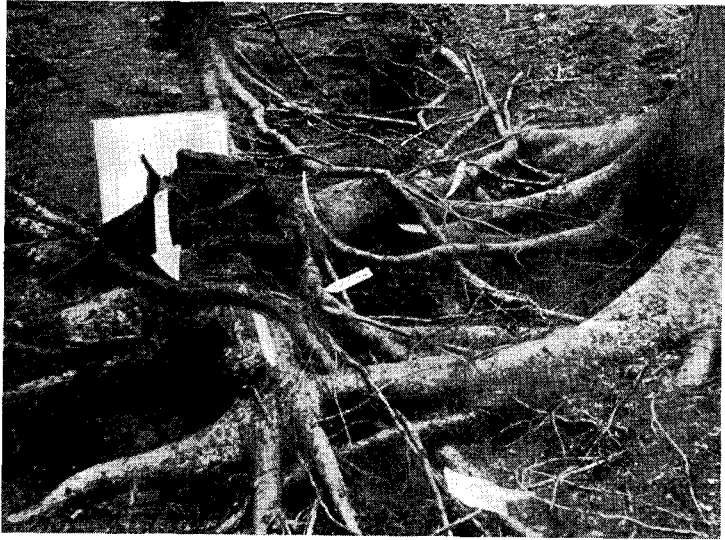


Fig. 9. To levende stød forbundet med træet til højre. De to kraftige pile markerer en rod fra et træ, der ikke er med på fotografiet. De små pile markerer sammenvoksningssteder. Stødet i forgrunden har levet 15 år efter fældning, stødet i baggrunden 7 år. Det bemærkes, at mange rødder krydser hinanden uden at være vokset sammen.

Fig. 9. Two living stumps connected with the tree on the right. The two heavy arrows indicate a root of a tree which is not in the picture. The small arrows indicate root graft points. The stump in the foreground has been alive 15 years after cutting, the stump in the background 7 years. It should be noted that many roots cross each other without having grafted.



Fig. 10. Rodforbindelse mellem stødet i baggrunden og træet til højre (sammenvoksning ved den kraftige pil ved træet til højre). De øvrige pile viser forbindelsesrodens forløb. Der er ikke rodforbindelse mellem stødet og træet til venstre. Stødets alder er 4 år. Afstand stød - træ 3.8 m.

Fig. 10. Root grafting between the stump in the background and the tree on the right (grafting at the heavy arrow at the tree on the right). The other arrows indicate the course of the grafting root. There is no root grafting between the stump and the tree on the left. The age of the stump is 4 years. Distance between stump and tree: 3.8 m.



Fig. 11. Rodforbindelse mellem levende stød i forgrunden og stødet i baggrunden, der hidrører fra et prøvetræ, fældet efterår 1956. Stødet i forgrunden endnu levende i august 1957 omend med nedsat vitalitet i forhold til juni s. å.. Stødets alder 19 år. Afstand stød - stød 3.8 m.

Fig. 11. Root grafting between living stump in the foreground and the stump in the background, which was produced from a sample tree cut in the autumn of 1956. The stump in the foreground was still alive in August 1957, though with reduced vitality in comparison with June 1957. The age of the stump is 19 years. Distance between stumps: 3.8 m.



Fig. 12. Levende stød, hvor kun kallusvæv resterer; stødets indre er bortrådnnet. Ved blyanten (til højre) er træets egne rødder vokset sammen. Stødets alder er 25 år.

Fig. 12. Living stump where only the callus remains; the interior of the stump has rotted away. At the pencil (on the right) the tree's own roots have grafted. Age of stump: 25 years.



Fig. 13. Levende stød og det dermed rodforbundne træ. Ved blyanten er træets egne rødder vokset sammen. Stødets alder er 23 år.

Fig. 13. Living stump and the tree connected with it by root grafting. At the pencil the tree's own roots have grafted. Age of stump: 23 years.



Fig. 14. Levende stød, hvis ene rod er tilvokset træet ved blyanten. Pilene viser forbindelsesrodens forløb. Ingen sammenvoksning i forgrunden til venstre. Stødets alder 23 år.

Fig. 14. Living stump one root of which has grown on to the tree at the pencil. The arrows indicate the course of the grafting root. No root grafting in the foreground on the left. Age of stump: 23 years.

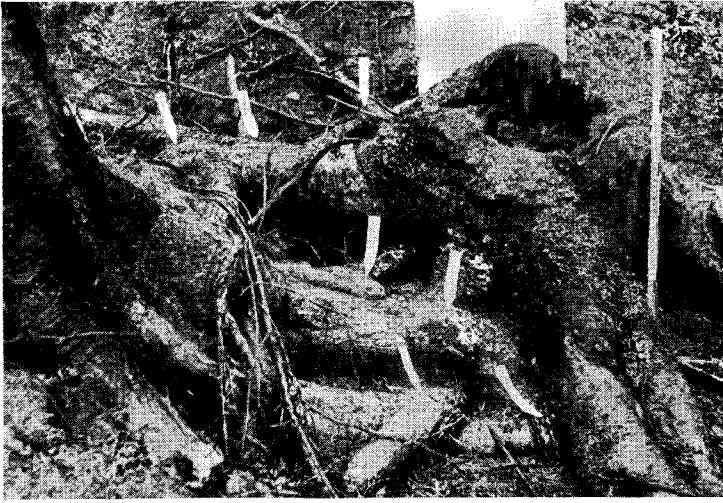


Fig. 15. Levende stød med talrige rodforbindelser med det nærstående træ (afstand 1.0 m). Stødets alder 19 år.

Fig. 15. Living stump having numerous root graftings with the nearby tree (distance 1.0 m.). Age of stump: 19 years.

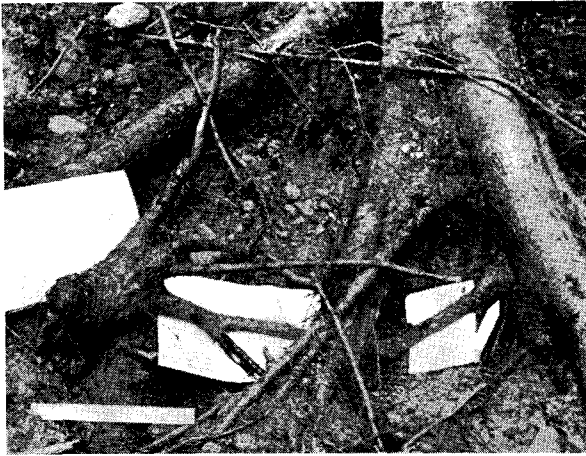


Fig. 16. Levende stød, hvoraf kun et rodudløb er tilbage. De kraftige rodudløb til højre hidrører fra træet. Sammenvoksning ved pil. 21 år er forløbet 21 år. I baggrunden ses en tynd rod fra et fremmed individ, der med tiden kan vokse sammen med træets rodudløb.

Fig. 16. Living stump of which only a root swelling is left. The heavy root swellings on the right originate from the tree. Grafting at arrow. 21 years have passed since the cutting. In the background is seen a thin root from a strange individual; this root may graft with the root swelling of the tree in the course of time.



Fig. 17. Levende stød øverst i højre billedhjørne. Rodudløbet, der alene lever, sender en tynd forbindelsesrod 55 cm ned under jordoverfladen. Sammenvoksning med træets rod (til venstre) ved pil. Stødets alder 10 år.

Fig. 17. Living stump at the top right-hand corner of the picture. The root swelling — all that is still alive — sends a thin grafting root 55 cm. down below ground level. Root grafting with the root of the tree (on the left) at the arrow. Age of stump: 10 years.



Fig. 18. Levende stød forbundet med rodudløb fra træ til højre. Bemærk kallusvoldene ved stødfladen. Stødets alder 21 år.

Fig. 18. Living stump connected with root swelling from the tree on the right. Note the callus swells at the stump face. Age of stump: 21 years.



Fig. 19. To døde stød, hvoraf det til venstre har levet efter fældningen (bemærk kallusvoldene). Stødet til højre er først fældet ca. 2 år før undersøgelsen og har indtil da forsynet stødet til venstre med organisk næring. Nu er begge stød døde.

Fig. 19. Two dead stumps, of which the one on the left has lived after cutting. (Note the callus swells). The stump on the right was produced only about two years before the present investigation was started, and until then it provided organic nutrition for the stump on the left. Now both stumps are dead.



Fig. 20. Nærbillede af levende stød. Kallusvoldene dækker næsten stødfladen. Forbindelsesroden fra træet (til højre) er ved pilen vokset ind i stødet. Fortsættelsen er den tynde rod, der udspringer fra stødets venstre side, og som nu er død. Blyanten markerer ar i stødbarken efter sammenvoksningen (jfr. fig. 21). Stødets alder 27 år.

Fig. 20. Close-up of living stump. Callus swells cover almost the entire stump face. The grafting root from the tree (on the right) has grown into the stump at the arrow. The extension is the thin root which emerges from the left side of the stump and is now dead. The pencil indicates scar in the bark of the stump after root grafting (cf. Fig. 21). Age of stump: 27 years.

Medens de hidtil nævnte sammenvoksninger sker på grund af trængsel mellem forholdsvis kraftige rødder, kan rodforbindelse etableres på en anden måde mellem en tynd og en kraftig rod. Kraftige rødder træffes som regel kun i umiddelbar nærhed

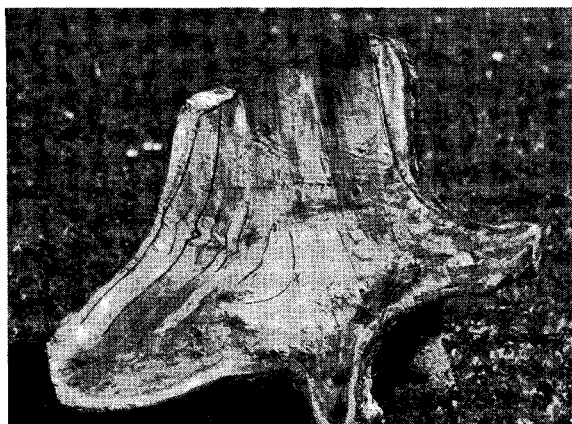


Fig. 21. Stødet fra fig. 20 gennemskåret. Tværsnittet af den tynde rod og årringsgrænser med 5 års mellemrum er markeret.

Fig. 21. Sectional view of the stump shown in Fig. 20. The section of the thin root and year-ring limits at 5-year intervals are indicated.

af det tilhørende træ, hvor de med tiden indgår i træets dannelse af rodudløb. Krydser en tynd rod, der eventuelt kommer fra et fjernstående træ, en sådan kraftig rod, vil denne efterhånden kunne løfte den tynde rod fra det oprindelige leje (figur 6, 14, 16). Er den tynde rod godt forankret i jorden på begge sider af den kraftige rod, vil trykket mellem rødderne til sidst blive så stort, at der sker en sammenvoksning (figur 7 og 20). Det bemærkes, at den tynde rods tykkelsesvækst praktisk taget intet betyder for sammenvoksningens etablering.

På figur 21 er stødet fra figur 20 gennemskåret, og den tynde forbindelsesrod og nogle af stødets årringe er markeret med mørke linier. Af årringsgrænsernes forløb indenfor sammenvoksningen synes det at fremgå, at den tynde trærod har trykket på det andet træ — det senere stød — i 15—20 år før sammenvoksningen har fundet sted. Fældningen har fundet sted 10 år efter sammenvoksningen, og stødet har levet 27 år efter fældningen.

Ofte dør den tynde rods yderste del bort (figur 20), hvorved der opstår en bro lignende rodforbindelse. Er sammenvoksningen sket nær træets marv, kan det undertiden være nødvendigt at betragte vinklen mellem broforbindelsesroden og dennes siderødder for at afgøre, fra hvilket individ forbindelsen udspringer.

Denne sammenvoksningstype er dominerende ved rodforbindelser mellem fjernstående individer og er i endnu højere grad

Tabel 6. Antal rodsammenvoksninger i forskellige jorddybder (5 cm-klasser), absolut og procentisk.

Table 6. Number of root graftings at different depths in the ground (5 cm-classes), absolute and percentual.

Prøve- flade nr. Sample plot No.		Dybde, cm Depth, cm.						Antal ialt Total num- ber	Middel- dybde, cm Mean depth, cm.
		0-4	5-9	10-14	15-19	20-24	25-29		
1024	Antal	6*)	17	28	14	9	4**)	78	13.2
	Number %	8	22	36	18	11	5	100	
1025	Antal	8	15	36	29	9	1	98	13.0
	Number %	8	15	37	30	9	1	100	

*) incl. 1 sammenvoksning 10 cm over jord.

***) incl. 1 sammenvoksning i 55 cm dybde.

*) including one root grafting 10 cm. above ground.

**) including one root grafting at 55 cm. depth.

end forbindelser mellem nærtstående individer resultat af tilfældigheder. Typiske eksempler herpå viser figur 10 og 11.

Antallet af sammenvoksninger mellem rødderne i det enkelte træ-stød-par varierer fra 1—8 og er gennemsnitlig for prøveflade nr. 1024 og 1025 henholdsvis 2.2 og 2.5. Forbindelser mellem fjernstående individer er oftest enkelte.

Rodsammenvoksningerne er — på nær 2 — alle placeret mindre end 30 cm under jordoverfladen. Omkring $\frac{3}{4}$ af sammenvoksningerne findes mellem 5 og 20 cm's dybde (Tabel 6). Den overfladiske beliggenhed skyldes rødgranens fladt udbredte rodsystem. Rodsammenvoksninger i større dybde er sjældne på grund af de dybtgående rødders vertikale vækst og deraf følgende ringe kontakt med andre rødder. Det eneste fundne eksempel på en dybere rodforbindelse (55 cm under jordoverfladen) er vist på fig. 17.

d. Forbindelsesrøddernes diametre

Forbindelsesrøddernes diametre (målt lidt før sammenvoksningensstedet) varierer fra 1—25 cm. Tabel 7 viser forbindelsesrøddernes fordeling til diameterklasser. Størstedelen af rødderne er under 15 cm tykke. I hver forbindelse mellem stød og træ er denne betraget som bestående af to dele — den del, der oprindeligt stammede fra stødet og den del, der stammede fra træet.

Tabel 7. Antal forbindelsesrødder i forskellige diameterklasser
(5 cm-intervaller).

Table 7. Number of grafting roots in various diameter classes
(5-cm. intervals).

Prøve- flade nr. Sample plot No.	Diameterklasse, cm Diameter class, cm.						Middel diameter cm Mean diameter, cm.	Tilvokset stammen Grown together with the stem	Ialt Total	
	0-4.9	5.0-9.9	10.0-14.9	15.0-19.9	over 19.9 above 19.9					
1024	stød Stumps	Antal Number	30	17	17	1	6.7	13	78	
		%	38	22	22	1				17
	træ Trees	Antal Number	20	28	18	8	1	8.7	3	78
		%	26	36	23	10	1			
1025	stød Stumps	Antal Number	39	27	13	5	1	6.8	13	98
		%	40	28	13	5	1			
	træ Trees	Antal Number	35	23	21	12	2	8.4	5	98
		%	36	24	21	12	2			

Tilfælde, hvor en rod fra et stød er vokset direkte fast på stammen — således at træ-delen mangler, er opført i kolonnen „tilvokset stammen“. Tilsvarende betegnelse er benyttet, hvis træets rod er fastvokset direkte på stødet. Det ses, at trærøddernes diameter ligger 20—30 % over stødrøddernes. Man kunne tænke sig, at årsagen hertil er, at trærøddernes ernæringsforhold har været bedre end stødrøddernes siden stødpartens fældning.

Undersøger man sammenvoksningsstedernes afstand fra henholdsvis stød- og træparten, viser det sig, at afstanden til træet gennemsnitlig er ca. 1½ gang så stor som afstanden til stødet (tabel 8)*). Det er da sandsynligt, at stødpartens rodsystem på sammenvoksningstidspunktet har haft mindre horisontal udbredelse end træpartens, hvorfor det fælles rodrum, i hvilket der er en chance for tryk mellem rødderne og dermed etablering af sammenvoksninger, er forrykket mod stødparten (udhugnings-træet).

*) Et χ^2 -test viser, at der er over 99 % sandsynlighed for, at forskellen i rodsammenvoksningsafstande fra de tilhørende stød er anderledes fordelt end sammenvoksningsafstande fra de tilhørende træer.

Tabel 8. Rodsammenvokningernes afstande fra henholdsvis stød og træer med indbyrdes rodforbindelse. Antal afstande i forskellige størrelsesklasser.

Table 8. Distances of root grafts from stumps and trees, respectively, with common root grafting. Number of distances in different size classes.

Prøve- flade nr. Sample plot No.		Afstand, dm					Antal tilfælde ialt Total	Middel- afstand, dm Mean distance	Antal stød Number of stumps	Antal sammen- voksninger pr. stød hhv. træ Number of grafts per stump or tree, resp.
		0-4	5-9	10-14	15-19	over 19 above 19				
1024	stød Stump	39	21	13	4	1	78	6.0	36	2.2
	træ Tree	10	34	25	4	5	78	9.7	35	2.2
1025	stød Stump	45	34	11	6	2	98	6.6	40	2.4
	træ Tree	14	45	28	6	5	98	9.4	36	2.7

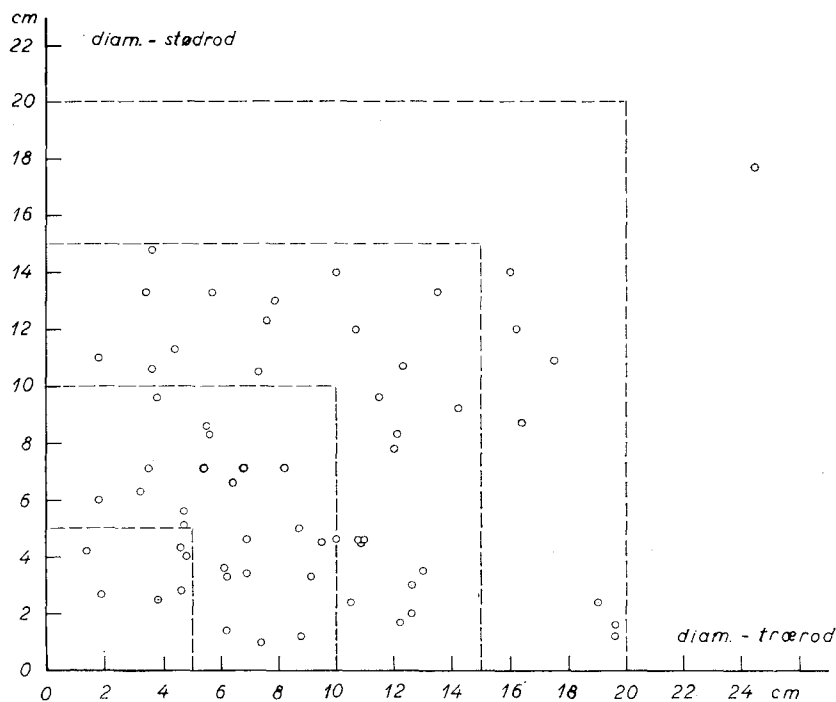


Fig. 22. Rodsammenvokningerne mellem levende stød og træer på prøveflade nr. 1024 lagt op efter trærodens diameter (abscissen) og den dermed forbundne stødros diameter (ordinaten). Linierne deler materialet i 5-cm diameterklasser.

Fig. 22. The root grafts between living stumps and trees in sample plot No. 1024 plotted according to the tree root diameter (the abscissa) and the related stump root diameter (the ordinate). The lines divide the material into 5-cm. diameter classes.

e. *Roddiametrenes betydning for sammenvoksning*

Der er hidtil antaget, at sammenvoksning mellem to rødder kun sker, hvis rødderne er så kraftige, at de ikke kan give efter for hinandens tryk ved berøring og vækst. Fig. 22 og 23 giver et sandsynlighedsbevis for teoriens rigtighed. På figurerne er for hver rodforbindelse indtegnet et punkt, hvis koordinater er

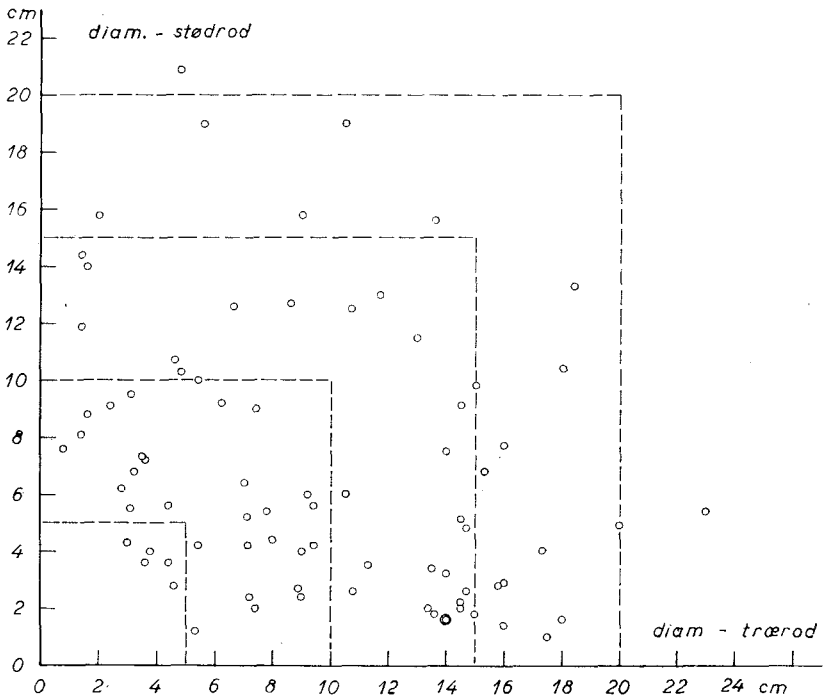


Fig. 23. Rodsammenvoksningerne på prøveflade nr. 1025. Analog til fig. 22.

Fig. 23. The root grafts in sample plot No. 1025. Analogous to Fig. 22.

diametrene af henholdsvis træpartens og stødpartens rødder. De rodforbindelser, hvor den ene parts rod er vokset sammen med den anden parts stamme, er ikke taget med.

Figurerne viser, at kun en ringe del af sammenvoksningerne består af rødder, som begge er under 5 cm i tykkelse, nemlig 8 og 5 % af samtlige rodforbindelser (incl. „tilvokset stammen“). Der er i intet tilfælde fundet sammenvoksninger, hvor begge rødders diametre er under 2 cm, og kun 3 af de to prøvefladers ialt 176 rodsammenvoksninger består af rødder under 4 cm i

diameter. Disse tal bekræfter teorien: at rødderne må have nået en vis størrelse, før de kan frembringe tilstrækkeligt tryk mod hinanden. Da vort udgangspunkt for undersøgelsen har været de levende stød, er det nok rigtigere at være forsigtig og sige, at selv om der måske i et vist omfang sker sammenvoksninger af tyn-dere rødder, end vi har fundet det, så er sådanne sammenvoksninger i hvert fald ikke gode nok til at holde stød i live. Det kan i denne forbindelse anføres, at man på forsøgsvæsenet i maj 1954 plantede nogle 2/0-rødgraner, to og to sammen i 43×26 cm og



Fig. 24. På langs gennemskåret stødrod, der er vokset sammen med en rodtvege fra et nabotræ. De 2 trærødders omrids er markeret med mørke streger, ligesom stødrodens årringsforløb er antydet.

Fig. 24. Longitudinal section through stump root grafting with a root fork from a neighbouring tree. The outlines of the two tree roots are marked by dark lines, and the year-ring pattern of the stump root is indicated.

26 cm dybe kasser uden bund. Kasserne var nedgravet så deres overkant kun ragede ubetydeligt op over jordoverfladen. Afstanden mellem de to planter i de ialt 9 par var 20—25 cm. I juni 1960, da planterne var godt 8 år, blev kasserne ryddet. Granerne, der da forlængst havde sendt deres rødder ud under kassernes sider, var da fra 70—246 (gennemsnitlig ca. 125) cm høje. Der fandtes ingen sammenvoksninger mellem rodsystemerne i kasserne, der undersøgtes meget omhyggeligt, og ej heller udenfor kasserne, hvor undersøgelsen dog var mere ekstensiv. Det forekom i et par tilfælde, at et træs egne rødder var sammenvoksede tæt under rodhalsen, hvor rødderne var ældst, tykke og havde siddet fast trykket eller kilet ind imellem hinanden. Disse iagt-

tagelser tyder på, at den foran dragne konklusion om, at rødderne skal have en vis tykkelse, før sammenvoksning kan finde sted, er rigtig.

En gennemskåret sammenvoksning mellem rødder af samme størrelsesorden ses på fig. 24. En rodtvege fra træet er vokset sammen med stødets rod nær basis. Stødroden er på sammenvoksningstidspunkterne ca. 6 cm i diameter, og trærodens to tveger er samtidig 1.7 og 3.2 cm. En tredje sammenvoksning på samme stødrod (ikke medtaget på fotografiet) er sket, da stødroden var 1.6 cm tyk og trærodens 1.0 cm. Sidstnævnte tilfælde maner forøvrigt til forsigtighed ved angivelse af en nedre grænse for roddiametrene ved sammenvoksning mellem to lige store rødder. Hvis man medtager de rødder, som fastvokser på stammen af et andet træ, viser det sig, at tynde rødder kan vokse fast på denne måde. I den side 137 omtalte bevoksning var der således flere rødder på under 1 cm (den mindste 6 mm), som var fastvoksede på et andet træes stamme og således var i stand til at holde de relativt små stød levende.

Yli-Vakkuri (1954) finder for skovfyrs vedkommende, at forbindelsesrødderne på sammenvoksningstidspunktet fordeler sig procentisk til diameterklasser som vist:

Under 1 cm	1—2 cm	2—3 cm	over 3 cm
25 %	55 %	18 %	2 %

Tallene viser, at sammenvoksninger er hyppigst mellem rødder, der har nået en vis tykkelse. De absolutte talstørrelser kan dog ikke overføres direkte på rødgranbevoksninger.

f. De levende støds alder

På prøvefladerne nr. 1024 og 1025 er der for samtlige levende stød bestemt en alder, d. v. s. det forløbne antal vækstsæsoner fra fældningen og indtil foråret 1957. Alderen er bestemt ved årringstælling på borspåner udtaget fra stødernes kallusvæv. Da borspånerne ikke tydeligt viser grænsen mellem ved afsat før træets fældning og ved dannet af stødet, blev udtagningen af borspåner kombineret med måling på selve stødet af kallusvævet tykkelse (i mm) ved gennemskæring af kallusvævet ind til det oprindelige ved. Før årringstælling (under mikroskop) afsattes på borspånen kallusvævet tykkelse. I betragtning af, at årringene i kallusvævet er 0.6—0.7 mm, udmærker denne metode

sig ikke ved stor nøjagtighed, men afvigelser større end 3 år på den enkelte måling er nok sjældne.

Stødenes alder efter fældning på prøveflade nr. 1024 er gennemsnitlig 18.5 år og varierer fra 5—33 år, på nr. 1025 er alderen i gennemsnit 15.0 år og varierer fra 2—31 år.

Ved hjælp af bevoksningsaldrerne (stadig alder i stødhøjde), henholdsvis 67 og 63 år, og de levende støds aldre findes de bevoksningsaldrer, ved hvilke de enkelte levende stød er opstået. Tabel 9 viser disse bevoksningsaldrer fordelt til 5-årige aldersklasser.

Tabel 9. Antal levende stød på prøvefladearealerne på opgørelsestidspunktet hidrørende fra hugster ved diverse bevoksningsaldrer.

Absolut og procentisk.

Table 9. Numbers of living stumps in sample plots at the time of counting, originating from thinnings at different ages of stands — absolute and percentual.

Prøve- flade nr. Sample plot No.		Bevoksningsalder, år							Ialt
		30-34	35-39	40-44	45-49	50-54	55-59	60-64	Total
		Age of stand, years							
1024	Antal	1	1	10	8	9	4	3	36
	Number %	3	3	28	22	25	11	8	100
1025	Antal	2	2	11	7	7	9	2	40
	Number %	5	5	27	18	18	22	5	100

Af tabellen fremgår, at 85 % af de levende stød hidrører fra bevokningernes 40. til 60. år. Heraf kan dog ikke sluttes, at bevokningerne fortrinsvis har dannet levende stød i denne periode.

Figur 1 viser jo, at der forekommer masser af levende stød før det 40. år, og når prøvefladerne 1024 og 1025 kun indeholder et ringe antal stød, som hidrører fra hugster før det 40. år, så må dette skyldes en „omsætning“ af beholdningen af levende stød. En stor mængde stød, som var levende i bevokningernes unge år, må senere være afgang ved døden. Dette gælder i desto højere grad, jo tidligere hugster stødene hidrører fra. De levende stød fra den første hugst har nemlig været udsat for at miste partnertræet ved samtlige efterfølgende hugster.

I perioden fra 40 til 60 år falder ifølge figur 1 det gennemsnitlige antal levende stød med ca. 70 pr. ha. I samme periode opstår der ifølge tabel 9 både på prøveflade nr. 1024 og på 1025

godt 30 nye levende stød eller ca. 150 nye levende stød pr. ha. Der må derfor i perioden 40 til 60 år skønnes at have været en samlet afgang på mindst 220 levende stød pr. ha. Formentlig er afgangen dog betydeligt større, idet der ikke i dette overslag er taget stød i regning, som kun lever i få år.

I bevoksningerne træffes flere stød, der ved tilstedeværelse af kallusvolde viser, at de har været levende efter fældningen. Fig. 19 viser et sådant stød, der på grund af forbindelsen med naboindividet har levet og udviklet kallusvolde, men som efter forbindelsestræets fældning (ca. 2 år før undersøgelsen) er dødt. Fig. 11 viser et levende stød i forbindelse med et stød efter et i efteråret 1956 hugget prøvetræ. Det levende stød var i juni 1957 frisk og lyst, medens veddet i august 1957 var mindre fugtigt og brunligt misfarvet som tegn på nedsat vitalitet. Rødgranstødernes reservenæring rækker åbenbart kun til een vækstsæson, i lighed med hvad *Bormann* (1961) har fundet for Weymouthsfyr.

Når der bortses fra følgerne af stormfald og hugst, så viste en fornyet undersøgelse af stødene på prøvefladerne 1024 og

Tabel 10. Sammenhængen mellem levende støds vitalitet og rodforbindelsernes tykkelse, antal og længde.

Table 10. Relationship between vitality of living stumps and root thicknesses, numbers and lengths of root grafts.

Prøve- flade nr. Sample plot No.		Vitalitet: Levende vævs ud- bredelse i antal kvadranter				Middel Average
		1	2	3	4	
		Vitality: Extent of live tissue in number of quadrants				
		1	2	3	4	
1024	Gennemsnit af rodforbindelsens mindste diameter, cm <i>Average of smallest diameters of root grafts, cm.</i>	2.3	5.4	6.1	6.6	5.8
	Gennemsnitligt antal rodfor- bindelser pr. stød <i>Average of numbers of root grafts per stump</i>	1.3	1.9	3.5	2.4	2.2
	Afstand stød-træ, dm <i>Distance between stump and tree, dm.</i>	18.9	18.0	15.0	12.6	15.2
1025	Gennemsnit af rodforbindelsens mindste diameter, cm <i>Average of smallest diameters of root grafts, cm.</i>	3.4	2.8	3.8	4.8	4.3
	Gennemsnitlige antal rodfor- bindelser pr. stød <i>Average of numbers of root grafts per stump</i>	1.7	1.4	3.5	2.9	2.4
	Afstand stød-træ, dm <i>Distance between stump and tree, dm.</i>	17.5	17.0	15.6	15.2	15.5

1025 i foråret 1960, at kun et af de i 1957 beskrevne levende stød var afgået ved døden (prfl. 1025). Yderligere 3 stød betegnedes dog i 1960 som „døende“.

g. *De levende støds vitalitet*

Stødenes vitalitet må på forhånd formodes at vokse i takt med forbindelsesrøddernes diametre og antal og at aftage med forbindelsesrøddernes længde. At det faktisk forholder sig således fremgår af tabel 10, hvor der som mål for stødenes vitalitet er anvendt antallet af stød kvadranter med levende væv (jvf. tabel 2).

IV. SKØN OVER RODFORBINDELSERS UDBREDELSE VED FORSKELLIGE ALDRE

I det foregående er der bl. a. gjort rede for levende støds hyppighed ved forskellige aldre. Det ville være interessant, om vi ved hjælp af denne hyppighed kunne slutte os til noget om udbredelsen af *rodforbindelser* i bevoksninger af forskellige aldre. Her støder vi dog på flere vanskeligheder. For det første kan ikke enhver rodforbindelse mellem 2 træer antages at ville blive ophav til et levende stød, hvis et af træerne fældes. Figurerne 7, 16 og 17 er eksempler på, at kun et enkelt rodudløb er i live. Sådanne stød fremtræder ikke ved første øjekast som levende, men da samtlige stød på de 25 prøveflader er undersøgt nøje, er stød af *denne* type utvivlsomt registreret. Der er fra levende stød af denne type formodentlig en jævn overgang til rodforbindelser, som kun er i stand til at holde liv i en enkelt rodstump og ikke i et stød eller en betragtelig del deraf. Sådanne levende roddele, der ikke befinder sig i umiddelbar nærhed af et stød, unddrager sig vor opmærksomhed.

I *unge* bevoksninger, i hvilke hugsten udgør en nogenlunde repræsentativ del af den blivende bestand, kan den procentdel af udhugningstræerne, der efterlader levende stød, dog formentlig give et *tilnærmet* udtryk for, hvor stor en del af træerne, der før udhugningen var rodforbundne med andre træer.

Lad os f. eks. antage, at vi har en granbevoksning med et stamtal på 1000, hvoraf 50 træer eller 5 procent er rodforbundne med hinanden. Fjernes en tiendedel af træerne ved hugst, må

omkring en tiendedel af de rodforbundne træer være her iblandt. Føres hugsten således, at to indbyrdes forbundne træer ikke fjernes samtidig — og det vil praktisk taget være ensbetydende med, at man ikke ved hugsten fjerner to nabotræer, hvilket er en rimelig antagelse — da vil der opstå 5 nye levende stød eller 5 % af antallet af udhugningstræer. *Tilgangen* af levende stød udtrykt i procent af antallet af udhugningstræer bliver derfor omtrent lig de stående træers rodforbindelsesprocent med den ovenfor nævnte indskrænkning, at måske ikke alle rodforbindelser er gode nok til at give levende stød.

Figurerne 2 og 3 tyder på, at antallet af rodforbindelser ved de første gennemhugninger er af en gennemsnitlig størrelsesorden på omkring ved 4 %.

Dette bekræftes ved undersøgelse af 2 forsøgsarealer anlagt med henblik på rådundersøgelser i gran:

Forsøgsareal	Plantet	Hugst	Antal stød undersøgt	Heraf levende stød stk.	%
E-21b, Store Dyrehave	1941	juli 1955	841	4 (april 1959)	0.5
E-21c, Rønslunde Plt.	1919	maj 1956	202	12 (april 1960)	6

I disse forsøg, hvor der kun er hugget een gang, udførtes hugsten ved borthugning af hver 10. række, hvorfor det må antages, at hyppigheden af de levende stød i forsøgene er nedsat til omtrent halvdelen af, hvad der ville være forekommet ved en almindelig hugst, hvor nabotræer ikke fjernes (jvf. tabel 3).*)

I den side 137 omtalte bevoksning på Nødebo distrikt var 2.4 % af stødene fra første gennemhugning endnu levende 5 år efter hugst.

Vor undersøgelse kan ikke give nogen sikre oplysninger om *tilgangen* af levende stød på senere tidspunkter af bevoksningens liv. Figurerne 1, 2 og 3 viser kun noget om nettogevinsten eller -afgangen af stød, men de viser ikke noget om „omsætningen“ i mængden af levende stød. Som det fremgår af tabel 9 i forbindelse med figur 1, så må der ske en ret betydelig afgang af de levende stød, som er frembragt ved de første hugster. Denne afgang skyldes *ikke* alene, at træpartneren hugges; thi var dette

*) I Store Dyrehave var veddet i 3 af de 4 levende stød misfarvet. Det ene var angrebet af rodfordærver. I Rønslunde var 10 af de levende stød misfarvede. Et var angrebet af rodfordærver (meddelt af forstkandidat Paludan).

tilfældet, så måtte man vente, at cirka halvdelen af de levende stød, som fandtes ved 40 års alder, også ville genfindes ved 60—65 års alder, da stamtallet i dette tidsrum kun reduceredes med cirka 50 % (jfr. figur 4). Man måtte da ifølge figur 1 vente, at mellem $\frac{1}{2}$ og $\frac{2}{3}$ af de levende stød ved 60 års alder har eksisteret i mere end 20 år. Som det fremgår af tabel 9, er dette ikke tilfældet, og vi kan derfor slutte, at en hel del stød, som har etableret sig som levende stød, dør uden at det skyldes hugst af „træpartneren“.

På prøveflade nr. 1024 er der mellem 40 og 60 års alder tilkommet 145 nye levende stød pr. ha (tabel 9). På prøveflade 1025 er der i samme tidsrum kommet 167 nye levende stød pr. ha. Reduktionen af stamtallene har i samme periode været af størrelsesordenen 400 og 700 stammer pr. ha (jfr. figur 4). Henholdsvis ca. 35 og 25 procent af udhugningstræerne har således ifølge tabel 9 haft rodforbindelse med andre individer i perioden 40 til 60 år. Det bemærkes, at disse tal er for små, fordi de ikke tager hensyn til levende stød, som er opstået i perioden, men som er afgang ved døden før opgørelsetidspunktet.

Vi kan derfor konkludere: *I rødgranbevoksninger frembragt ved plantning af ca. 6—8000 planter pr. ha og som har været genstand for en stamtalsreduktion svarende til figur 4 stiger den procentiske andel af træer, som har rodforbindelse med hinanden fra cirka 3—5 % ved tidspunktet for de første gennemhugninger op til 25—35 % ved 40—60 års alder. Disse talangivelser er dog utvivlsomt for lave — måske meget for lave — som følge af vort materiales ufuldkommenheder.* Klarere oplysninger om rodforbindelsernes hyppighed kan kun opnås ved indgående og mere direkte undersøgelser eller eventuelt ved i en række bevoksninger af forskellig alder at foretage opgørelser kort tid efter hugst af antallet af levende stød stammende fra denne hugst.

Der er ingen grund til at tro, at den hyppige forekomst af levende rødgranstød i de nordsjællandske bevoksninger er noget specielt for dette område. Dels har vi konstateret mængder af levende stød i hedeplantagerne, dels har en af forf. fundet fænomenet udbredt i rødgranbevoksninger under ganske afvigende klimatiske forhold i det østlige Nordamerika.

V. LEVENDE STØDS INDFLYDELSE PÅ PARTNER- TRÆETS TILVÆKST

Udvekslingen af vand og næringsstoffer mellem rodsammen- voksede skovfyr er påvist af *Yli-Vakkuri* (1954), der lod rødder opsuge opløsninger indeholdende farvestoffer eller radioaktive fosforforbindelser, hvis vandringer han fulgte gennem rodforbindelserne. *Yli-Vakkuri* har på samme måde vist, hvorledes et stød leverer vand til det træ, det står i forbindelse med. Undersøgelser af lignende art er udført af *Kuntz & Riker* (1955) og *Bormann & Graham* (1959). *Kuntz & Riker* fandt, at saftstrømmen går i begge retninger mellem dominerende og undertrykte træer, dog oftest fra det dominerende til det undertrykte træ.

Beskaravajnyj (1956) har i rene ca. 40-årige fyrreplantninger fundet, at 50 % af træerne indgår i „biogrupper“. Han fandt, at det gennemsnitlige rumfang af træer, som indgik i biogrupper, var næsten dobbelt så stort som gennemsnitsrumfanget af træer, der ikke var sammenvoksede med andre træer. Yderligere anfører denne forfatter, at fældning af et eller flere træer i en biogruppe nedsætter de tilbageblevne træers tilvækst. Materialet, hvorpå denne antagelse begrundes, synes dog *meget* spinkelt. — Os bekendt er *Beskaravajnyj's* undersøgelser de eneste, der på talmæssig basis beskæftiger sig med rodforbindelsers indvirken på tilvækstforholdene.

Armson og Driessche (1959) fandt ved undersøgelse af rod-diametrene på begge sider af sammenvoksninger, at den rod, som er tyndest eller som har den største afstand mellem sit træ og sammenvoksningen, modtager et næringstilskud fra det fremmede træ.

En sådan udveksling af vand og næringsstoffer har måske ikke så stor betydning, så længe partnerne er nogenlunde jævnbyrdige, d. v. s. hvis der er tale om to træer af omtrent samme størrelse. Men man kunne tænke sig, at den kommer til at spille en rolle, hvis man fælder et af træerne, og begge rodsystemer lever videre i forbindelse med kun en stamme. Den næring et træ må aflevere til stødet for at holde dette i live, udgør formentlig kun en ringe del af træets eget forbrug. Den overjordiske tilvækst, som afsættes på levende stød, er ganske ringe i sammenligning med bevoksningens tilvækst. De levende stød på prøveflade nr. 1024 og 1025 har i løbet af henholdsvis 18.5 og 15.0 år

(de gennemsnitlige stødaldre) dannet 0.09 og 0.12 m³ ved pr. ha over jorden, hvilket svarer til en årlig tilvækst på 5 og 8 liter ved pr. ha. Der kan dog også ske andre ændringer i stødets end hvad følger med dannelse af nye årringe. Således fandt *Yli-Vakkuri* (l. c.), at levende fyrrestød får større harpiksindehold — og derfor rådner vanskeligere — end stød, der dør ved hugsten. — På forhånd ville man vel være tilbøjelig til at tro, at det måtte være en fordel for et træ pludselig at få forøget sit rodsystem, selv om der må afleveres noget for at holde stødet levende.

Den gennemsnitlige middeldiameter for træer med og uden levende stød på prøvefladerne 1024 og 1025 fremgår af tabel 11.

Tabel 11. Diameter af træer som er i forbindelse med et eller flere levende stød og diameter af træer uden sådan forbindelse.

Table 11. Diameters of trees connected with one or more living stumps, and of trees without connection.

Prøve- flade nr. Sample plot No.	Diameter af træer		Differens cm Difference cm.
	med levende stød cm with living stumps cm.	uden levende stød cm without living stumps cm.	
1024	32.6 ± 0.9	31.4 ± 0.7	1.2 ± 1.1
1025	26.2 ± 0.6	23.2 ± 0.5	3.0 ± 0.8

Det ses, at træer med levende stød er de tykkeste. Heraf kan man dog ikke slutte, at det er en vækstmæssig fordel for et træ at være knyttet til et levende stød (eller have været i rodforbindelse med et andet træ), thi jo større et træ — og dermed også dets rodsystem — er, des større må chancerne være for, at en eller flere af dets rødder kommer til at vokse sammen med et andet træs rodsystem. Det kan derfor ikke umiddelbart afgøres, om de store træer er blevet store, fordi de har haft rodforbindelser, eller om de har fået rodforbindelser, fordi de har været store.

Så vidt vi kan se, lider *Beskaravajnyj's* ovenfor omtalte undersøgelser netop af den fejl, at det ikke kan udskilles, hvad der er årsag, og hvad der er virkning.

Vore egne undersøgelser af prøvefladerne 1024 og 1025 i 1957 er ikke egnede til at belyse dette tilvækstproblem, hvorfor vi foretog en supplering af materialet i foråret 1960. På dette tidspunkt udtog vi 2 borspånér diametralt modsat i brysthøjde af de træer, som i 1957 stod i forbindelse med et levende stød. Det undersøgte, om stødene endnu var levende. Kun 1 stød var dødt

i tidsrummet 1957—1960. Samtidig udtoges på tilsvarende måde borspånér af et lige så stort antal træer uden forbindelse med levende stød. Disse kontroltræer valgtes således, at deres diameter i 1957 så nær som muligt kom til at svare til diameteren i 1957 på prøvetræerne med stødforbindelser. Da der havde fundet hugst og stormfald sted i bevoksningerne i perioden 1957—1960, måtte nogle træer udgå som tilvækstobjekter og materialet kunne derfor ikke baseres på helt så mange levende stød som efter undersøgelserne i 1957.

Da diameteriltvækstprocenten viste sig at være uafhængig af diameteren i alle grupper af materialet, er det bekvemt at undersøge stødernes eventuelle indflydelse på tilvæksten ved hjælp af diameteriltvækstprocenten. I tabel 12 er middelværdierne angivet for de træer, som kun stod i forbindelse med 1 stød, og som var alene om at have forbindelse med dette stød. Det fremgår af tabellen, at træer med rodforbindelse med et levende stød gennemgående har groet dårligere end træer af samme størrelse men uden sådan forbindelse. Ingen af forskellene er dog signifikante efter 5 % kriteriet.

Tabel 12. Levende støds indflydelse på partnertræets tilvækst.
Table 12. The effect of living stumps on increment of partner tree.

Prøve- flade nr. Sample plot No.	Træer uden forbindelse med levende stød <i>Trees without root grafting with living stumps</i>			Træer, der står i forbindelse med 1 levende stød (som ikke har rod- forbindelse med andre træer) <i>Trees connected with one living stump (which has no root grafting with other trees)</i>			Differens i diameterilt- vækstprocent <i>Difference in diameter increment percentage</i>
	Antal	Gennem- snitlig diameter cm	Gennemsnitlig diameterilt- vækstprocent 1957—59	Antal	Gennem- snitlig diameter cm	Gennemsnitlig diameterilt- vækstprocent 1957—59	
	Num- ber	Average diameter, cm.	Average diameter increment percentage 1957—59	Num- ber	Average diameter cm.	Average diameter increment percentage 1957—59	
1024	21	31.6	1.36 ± 0.10	21	31.5	1.30 ± 0.07	0.06 ± 0.12
1025	19	24.5	1.72 ± 0.17	19	24.7	1.37 ± 0.08	0.35 ± 0.19

Man kunne formode, at en eventuel tilvækstpåvirkning er afhængig af stødets størrelse i forhold til træets størrelse, og på figur 25 og 26 er derfor forholdet (q) mellem stødets diameter og træets brysthøjdediameter inddraget i sammenligningen af tilvækstforholdene. Der kan ikke af figureerne udledes noget om, hvorvidt dette forhold har nogen indflydelse på træets diameteriltvækst.

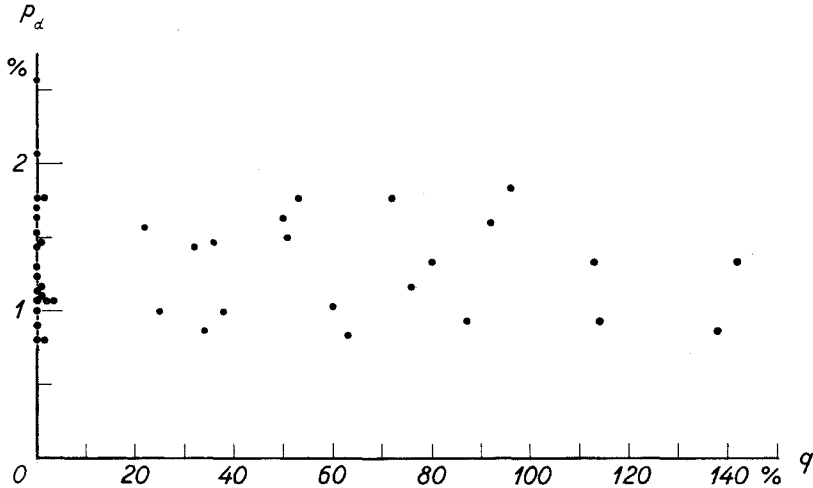


Fig. 25. Prøveflade nr. 1024. Diametertilvækstprocent (p_d) for træer uden forbindelse med levende stød (værdierne på ordinataksen) og for træer, der har rodforbindelse med eet levende stød (som ikke har forbindelse med andre træer). De sidstnævnte træer er indlagt efter stødets

$$\text{relative størrelse, idet } q = \frac{\text{Stødets diameter}}{\text{Træets brysthøjdediameter.}}$$

Fig. 25. Sample plot No. 1024. Diameter increment percentage (p_d) for trees without graft connection with living stumps (the values on the axis of the ordinates) and for trees having root grafting with one living stump (which has no connection with other trees). The latter trees have been plotted according to the relative size of the stump, q being equal to $\frac{\text{the diameter of the stump}}{\text{the breast height diameter of the tree}}$

Undersøgelsen tyder altså ikke på, at træerne har nogen tilvækstmæssig fordel af at være forbundet med et levende stød, snarere tværtimod. — Der må dog gøres opmærksom på, at vor lille undersøgelse på ingen måde giver noget klart svar på spørgsmålet om levende støds gunstige eller ugunstige betydning for træpartnerens tilvækst. Det kan jo meget vel tænkes, at der kan eksistere en indflydelse, som ændrer sig med den tid, der er forløbet siden stødets frembringelse, og at de relativt gamle stødforbindelser, som der har været tale om i nærværende undersøgelse, giver en noget ensidig og uskarp belysning af spørgsmålet.

Vi foretog derfor i november-december 1961 yderligere en supplerende undersøgelse i en 24-årig rødgranbevoksning i afdeling 42 på Nødebo statsskovdistrikt. Bevoksningen har kun været gennemhugget een gang, nemlig i august-september 1956. Der var

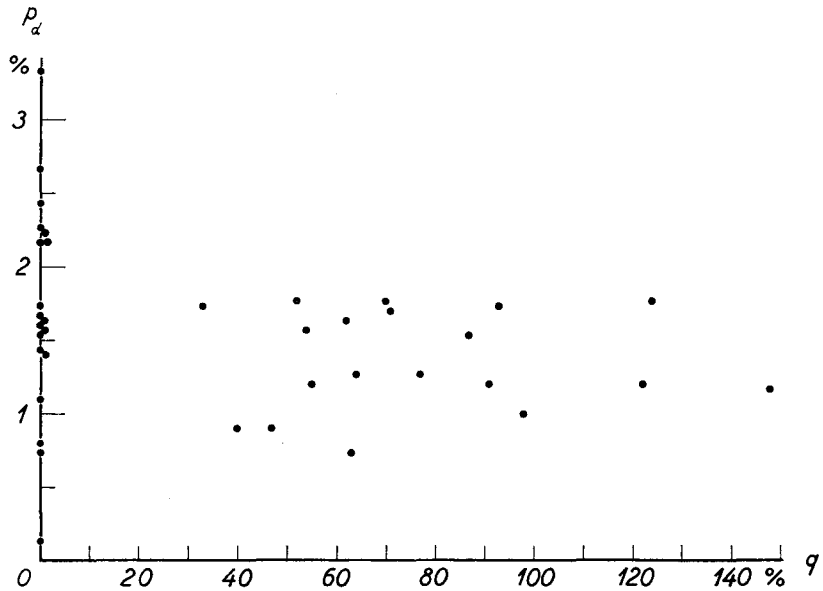


Fig. 26. Prøveflade nr. 1025. (Tekst som fig. 25).
 Fig. 26. Sample plot No. 1025. Analogous to Fig. 25.

således forløbet 5 vækstperioder fra hugsten til undersøgelses-tidspunktet.

Af 1025 optalte stød levede 25 eller 2.4 procent. Rodforbin-delsen mellem 25 levende stød og „værtræ“ fandtes ved opgrav-ning. Disse træer blev fældet og deres tilvækst bestemt på skiver udtaget i brysthøjde, ligesom træernes højdetilvækst blev målt. Radietilvæksten blev — med en målenøjagtighed på $\frac{1}{10}$ mm — bestemt på 4 radier med det af *Eklund* (1949) beskrevne instru-ment.

I nærheden af hvert af de nævnte træer blev endvidere fældet et sammenligningstræ, som var uden forbindelse med noget levende stød. Det fordredes af et sammenligningstræ, at det skulle have omtrent samme diameter som det „værtræ“, det stod i nærheden af, samt at der skulle være fældet en gran i samme position til sammenligningstræet som det levende stød indtog i forhold til „værtræet“. Sammenligningstræernes til-vækst blev bestemt på tilsvarende måde som ovenfor nævnt.

Om de undersøgte levende stød bemærkes, at 22 var levende i 4 kvadranter (jfr. side 109), 2 i 3 kvadranter og 1 i 2 kvadranter.

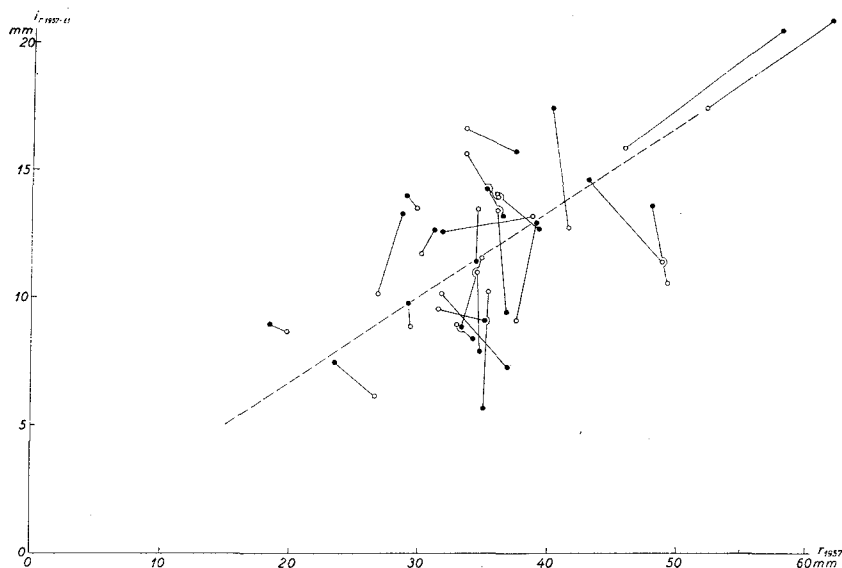


Fig. 27. Abscisse: Prøvetræers radius i brysthøjde (under bark) 1957.
Ordinat: radietilvækst i 1957—61.

Mørke punkter angiver træer, som står i forbindelse med et levende stød. Hvert punkt er forbundet med værdien for sammenligningstræet (lyse punkter).

Fig. 27. Abscissa: radii of sample trees, at breast height (under the bark) 1957.

Ordinate: radius increment in 1957—61.

Dark points indicate trees which are in graft connection with a living stump. Each point is connected with the value for the comparison tree which had no root grafting with living stumps (light points).

De 23 stød havde rodforbindelse med et nabotræ, hvoraf de 20 med et træ i samme række. Kun 2 stød havde en levende rodforbindelse med en ikke-nabo.

Træerne, som stod i rodforbindelse med levende stød, havde en gennemsnitlig højde på 9.6 m, en gennemsnitsdiameter på 10.4 cm og det levende støds diameter ved stødfladen var gennemsnitlig 9.9 cm. Sammenligningstræernes gennemsnitshøjde var 9.5 m, gennemsnitsdiameteren var 10.2 cm, og de døde stød i nærheden af sammenligningstræerne havde en gennemsnitsdiameter på 9.3 cm.

På figur 27 er radietilvæksten indlagt over træernes brysthøjdediameter (under bark) i 1957. Det fremgår af figuren, at der ikke er nogen entydig forskel i radietilvæksten hos træer

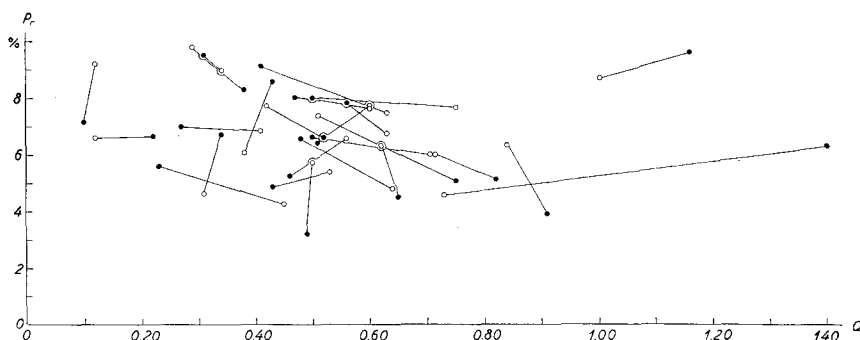


Fig. 28. Ordinaten: radietilvækstprocenten i brysthøjde. Abscissen Q angiver forholdet mellem stødets grundflade og træets grundflade i stød-højde. Signatur iøvrigt som fig. 27.

Fig. 28. Ordinate: percentage of radius increment at breast height. Abscissa Q indicates the proportion between the basal area of the stump and the basal area at stump height of the tree. Symbols otherwise as in Fig. 27.

med levende stød og deres sammenligningstræer uden levende stød.

Radietilvæksten kan udjævnes ved en ret linie, og radietilvækstprocenten kan antages at være uafhængig af træernes diameter. Den gennemsnitlige årlige radietilvækstprocent er for træer med levende stød 6.67 ± 0.34 , medens den for træer uden levende stød er 6.77 ± 0.30 . Der er altså slet ikke tale om nogen signifikante forskelle imellem de to grupper af materialet.

Selv om der ikke er forskelle imellem middelværdierne, kunne man måske tænke sig, at *nogle* levende stød kunne være en fordel for et træ at stå i rodforbindelse med, *andre* en ulempe, og at dette skulle være årsagen til, at man ikke finder nogen forskelle imellem de to grupper af materialet, når man betragter dette under eet.

Hvis der findes sådanne kvalitative forskelle imellem stød-træparrene, ville det være rimeligt at antage, at de måtte skyldes

- 1) stødets størrelse i forhold til „værttræet“
- 2) rodforbindelsens „godhed“.

På figur 28 er radietilvækstprocenten for træer med levende stød og træer uden levende stød indlagt, idet abscisseaksen angiver forholdet mellem det levende støds (henholdsvis det døde støds) grundflade og træets grundflade i stød-højde. Det fremgår

af figuren, at det er ligegyldigt, om det levende stød er stort eller lille i forhold til partnertræet — i ingen tilfælde er der tale om en målelig påvirkning af radietilvæksten. (Det synes mærkeligt, at der er en tendens til, at radietilvækstprocenten bliver mindre jo større nabotræ, der blev fjernet ved hugsten i 1957. Måske

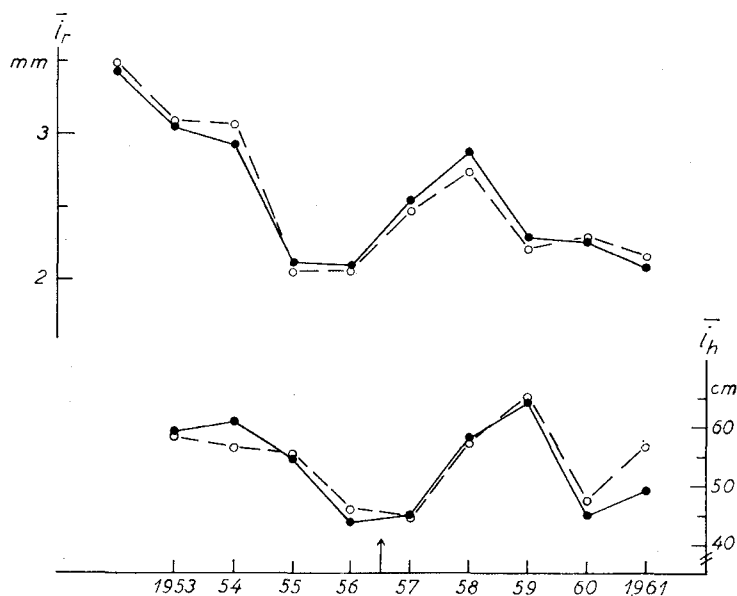


Fig. 29. Øverst: Gennemsnitlig årringsbredde for træer som står i forbindelse med et levende stød (fuldt optrukken linie og sorte punkter) og for sammenligningstræerne.

Nederst: Gennemsnitlig årlig højdetilvækst for træer med og uden forbindelse med levende stød. Signatur som på øverste figur.

Fig. 29. Top: Mean width of year rings of trees connected with living stumps (full line and black points) and of the comparison trees. Arrow indicate thinning.

Bottom: Mean annual height increment of trees with and without connection with living stumps. Symbols as in top figure.

skyldes det, at der i 1957 er forekommet roddød efter hugsten, i lighed med hvad *Holstener-Jørgensen* (1961) fandt for bøge i nærliggende områder).

Hverken forbindelsesrøddernes diametre eller sammenvokningsstedets afstand fra træ og stød kan vises at have nogen indflydelse på træets tilvækst.

Sluttelig kunne man tænke sig, at en eventuel indflydelse af et levende stød på partnertræets radietilvækst kunne være tidsafhængig. På figur 29 er vist radietilvæksten i 5 år før hugst-

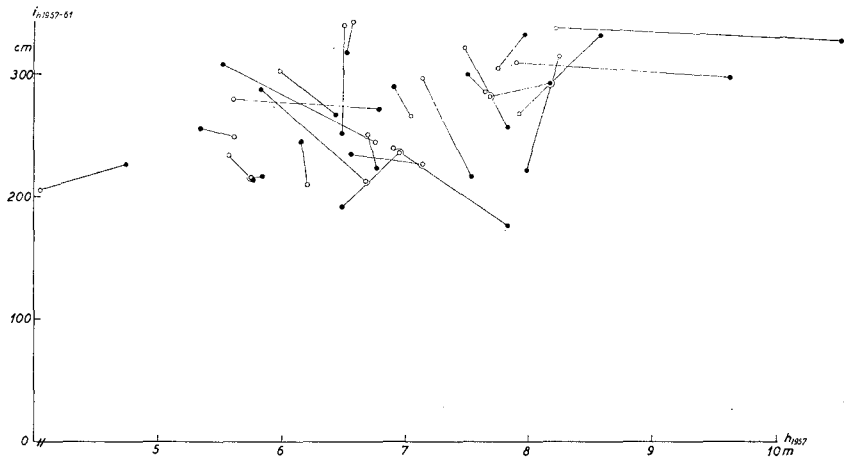


Fig. 30. Prøvetræernes højdetilvækst i 5-års perioden 1957—61 lagt op over højden i 1957. Signatur som fig. 27.

Fig. 30. Height increment of sample trees in the 5-year period 1957—61 superposed on the 1957 height. Symbols as in Fig. 27.

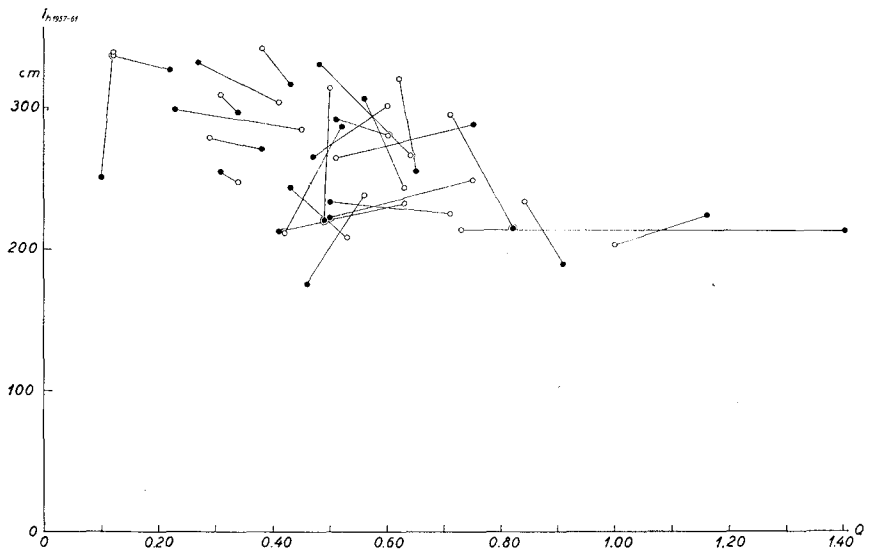


Fig. 31. Højdetilvækst for perioden 1957—61 lagt op over forholdet imellem stødets grundflade og træets grundflade i stødhøjde.

Fig. 31. Height increment for the period 1957—61 superposed on the proportion between the basal area of the stump and the basal area of the tree at stump height (Q).

indgrebet og i 5 år efter hugstindgrebet for træer med og uden levende stød. Der er ikke signifikante forskelle på noget tidspunkt.

På figur 30 er prøvetræernes højdetilvækst i 5-års perioden 1957—61 lagt op over højden i 1957. Der ses ikke at være nogen forskelle imellem træer, som står i forbindelse med levende stød og sammenligningstræerne. (Den gennemsnitlige årlige højdetilvækst for de 2 grupper af træer er henholdsvis 52.3 ± 1.8 cm og 54.1 ± 1.7 cm).

Af figur 31 fremgår det, at forholdet mellem grundfladen af det levende stød og dets partnertræs grundflade i stødthøjde ikke øver nogen indflydelse på højdetilvækstens størrelse hos partnertræet. Vi genfinder tendensen fra figur 28: Jo større nabotræer er blevet hugget, jo mindre er tilvæksten i 5-års perioden. På figur 29 er indlagt den gennemsnitlige højdetilvækst i årene 1953 til 1961. Det ses heraf, at der heller ikke for højdetilvækstens vedkommende er tale om andre forskelle imellem træer med og uden levende stød, end hvad der kan forklares ud fra tilfældige årsager.

Vi må derfor slutte vor undersøgelse med at konstatere, at *forekomsten af levende stød — de være sig store eller små — er uden påviselig indflydelse på både partnertræers radie- og højdetilvækst.*

VI. OM RODSAMMENVOKSNINGER OG VEDDESTRUERENDE SVAMPE

Hvilken rolle det spiller for udbredelsen af rådangreb i rødgranbevoksninger, at der findes mange rodsammenvoksninger, er det svært at skønne over på nuværende tidspunkt.

Fra undersøgelserne over egens visnesyge i U.S.A. ved man, at rodsammenvoksninger spiller en meget stor rolle for spredningen af denne sygdom, idet *Kuntz & Riker* (1955) har vist, hvorledes sporerne af den pågældende svamp føres gennem ledningsbanerne i rodsammenvoksninger fra det ene træ til det andet. Man kan let forestille sig, at rodsammenvoksninger ved gennemvoksning af *Fomes annosus* kan bidrage til at sprede denne svamp fra det ene træ (evt. stød) til det andet træ.

At et stød forbliver i live, er ikke ensbetydende med, at det ikke kan være angrebet af *Fomes annosus*, idet vi har fundet

enkelte frugtlegemer af denne svamp på levende stød (jfr. også fodnote side 132). Hvor stor en rolle rodsammenvoksningerne spiller for smittespredningen afhænger af, i hvilket omfang *Fomes annosus* er i stand til at sprede sig ved at vokse uden på rødderne, idet der jo er mange flere rodkontakter end rodsammenvoksninger i en bevoksning.

Undersøgelser i skovfyr tyder på, at *Fomes annosus* ofte vokser overfladisk på fyrrerøddernes bark. Ved høje pH-værdier trænger svampen hurtigere frem gennem skovfyrrøddernes bark end igennem deres ved (*Rishbeth* 1950 og 1951). *Fomes annosus*'s evne til at vokse i og udenpå barken hos rødgranrødder er *ikke* klarlagt, dog tyder undersøgelser ved forsøgsvæsenet på, at granrødder i så henseende adskiller sig betydeligt fra skovfyrrødder.

Vi havde egentlig, da vi påbegyndte denne undersøgelse, tænkt os også at undersøge de levende støds indhold af veddestruerende svampe — men opgav det igen på grund af de uoverskueligt blandede svampepopulationer, som andre undersøgelser har afsløret i gamle rådføremster.

Til slut vil vi gerne takke de herrer statsskovridere *G. L. B. Brüel*, *S. Rix*, *P. Rosen* og *O. Kampmann* for tilladelsen til at udføre undersøgelser på deres skovdistrikter, forstkandidat *H. J. Aagaard* for udførelse af nogle beregninger og forsøgsassistent *H. C. Olsen* for udførelse af årringsmålinger m. v..

RESUMÉ

Levende stød i rødgranbevoksninger.

På 25 prøveflader udlagt i plantede rødgranbevoksninger i Nordsjælland (beskrevet hos *Holmsgaard*, *Holstener-Jørgensen* og *Yde-Andersen*, 1961) foretoges undersøgelser af forekomster af levende stød (tabel 1).

Efter de første gennemhugninger stiger antallet af levende stød pr. ha hurtigt og andrager ved 40—60 års alder gennemgående mellem 200 og 300 pr. ha, dog med store afvigelser imellem bevoksningerne (figur 1). Ved de første gennemhugninger stiger antallet af levende stød nogenlunde proportionalt med antallet af huggede træer. Senere ændres forholdet, nemlig når man i stigende grad fjerner de træer, der holder stødene i live (jfr. figur 3). Antallet af levende stød synes at kulminere ved et stamtal på ca. 1500 pr. ha.

På 2 af de ældste prøveflader (nr. 1024 og 1025) foretoges detaljerede undersøgelser af de levende stød og arten af disses rodforbindelser med stående træer. Ofte var stødene ikke levende i hele deres omkreds, men

kun i dele af denne (tabel 2). Figur 5 a og 5 b viser rodforbindelserne mellem de levende stød og træer på de to prøveflader. Oftest holdtes stødene i live af et nabotræ; men der forekommer dog undtagelser herfra (tabel 3). Middelfastanden mellem levende stød og partnertræ var i begge bevoksninger meget nær ved 1.5 m (tabel 4). I de fleste tilfælde er rodsammenvoksninger foregået mellem to individer, men der forekommer dog også større sammenvoksede grupper (jfr. figur 5 a og 5 b). Vor undersøgelse giver systematisk for lave værdier for individantallet i grupperne, fordi vi ikke har undersøgt rodforbindelsen mellem træer indbyrdes, men kun mellem stød og træer.

Forskellige typer af sammenvoksninger beskrives. Figur 9, 13, 15 og 18 viser typiske eksempler på sammenvoksninger mellem nærtstående individers rødder, medens figur 7 og 20 viser sammenvoksninger af en længere borte fra kommende tynd rod og en tyk rod. Under alle omstændigheder er sammenvoksningen sikkert opstået som følge af trykpåvirkninger.

Antallet af sammenvoksninger mellem rødderne i det enkelte træ-stødpar varierer fra 1 til 8 og er gennemsnitlig 2.2 og 2.5 på de undersøgte prøveflader.

Forbindelsesrøddernes diametre fremgår af tabel 7 og figur 22 og 23. Figureerne lader formode, at meget tynde rødder ikke vokser sammen. Også andre iagttagelser tyder herpå.

De levende støds aldre bestemtes til:

prøveflade 1024: 5—33 år, gennemsnitlig 18.5 år

prøveflade 1025: 2—31 år, gennemsnitlig 15.0 år

85 procent af de levende stød i de to bevoksninger er frembragt ved hugster i perioden 40 til 60 år (tabel 9), hvilket i forbindelse med figur 1 viser, at der må foregå en betydelig afgang af levende stød også af andre grunde, end fordi partnertræet fjernes ved hugst. (Figur 1 og 3 viser kun nettogevinsten eller -afgangen af levende stød).

På basis af figur 3 og tabel 9 i forbindelse med stamtalsafviklingen for de to detailundersøgte prøveflader (jfr. figur 4) kan der konkluderes: I rødgranbevoksninger frembragt ved plantning af 6—8000 planter pr. ha, og som har været genstand for en stamtalsreduktion svarende til figur 4, stiger den procentiske andel af træer, som har rodforbindelse med hinanden fra ca. 3 til 5 procent ved tidspunktet for de første gennemhugninger op til 25—35 procent ved 40—60 års alder. Disse talangivelser er dog utvivlsomt for lave — for de højere aldre måske meget for lave — som følge af vort materiales ufuldkommenheder.

Som det fremgår af tabel 11, er træer, som står i rodforbindelse med et eller flere levende stød, tykkere end træer uden stødforbindelser. Heraf kan dog ikke sluttes, at det er en fordel for et træ at stå i rodforbindelse med stød, idet de største træer — på grund af et stort rodsystem — vil have størst chance for at vokse sammen med et andet træ. Træer, som udvælges efter det kriterium, at de har forbindelse med levende stød, må derfor på forhånd antages at have en stor middeldiameter.

For at undersøge en eventuel tilvækstreaktion nærmere, undersøgtes for en 3-års periode diametertilvæksten i brysthøjde på træer uden for-

bindelse med levende stød, og på træer, som stod i forbindelse med levende stød. Resultatet af denne sammenligning fremgår af tabel 12. Det ses, at træer med levende stød i begge de undersøgte bevoksninger gror dårligere end træer af samme størrelse uden levende stød. Men disse forskelle kan skyldes tilfældigheder i materialet, thi ingen af de påviste forskelle er signifikante efter 5 procent-kriteriet (jfr. figur 25 og 26).

I en 24-årig granbevoksning, som kun har været gennemhugget 1 gang, var 2.4 procent af stødene levende 5 år efter hugsten. 25 levende stød blev undersøgt. De træer, som var forbundet med stødene, blev fældet, og deres årringsbredde i brysthøjde blev omhyggeligt bestemt (måling på 4 radier med $\frac{1}{10}$ mm's nøjagtighed). Endvidere blev der målt topskudslængder. I nærheden af hvert af de 25 træer blev fældet og på samme måde undersøgt et sammenligningstræ af omtrent samme størrelse som træet med det levende stød.

Det blev krævet af sammenligningstræet, at der skulle være fældet en gran af nogenlunde samme størrelse og i samme position betragtet fra sammenligningstræet, som den gran, der fortsatte sin tilværelse som »levende stød« betragtet fra det træ, som holdt liv i det levende stød.

Af figur 27 fremgår, at der heller ikke i dette — til tilvækstundersøgelse bedre egnede — materiale er nogen signifikant forskel i radietilvæksten mellem træer med levende stød og deres sammenligningstræer. Den gennemsnitlige årlige radietilvækstprocent for førstnævnte gruppe er 6.67 ± 0.34 , for sidstnævnte gruppe 6.77 ± 0.30 . Størrelsen af det levende stød i forhold til træet, som det står i rodforbindelse med, synes uden indflydelse på træets tilvækst (figur 28). Hverken forbindelsesrøddernes diameter eller sammenvokningsstedets afstand fra træet kunne påvises at have nogen indflydelse på radietilvæksten. — Der kunne heller ikke påvises nogen indflydelse af disse forhold på højdetilvæksten (figur 30 og 31). Hvis man undersøger forholdene i de enkelte år efter hugsten, finder man ej heller forskelle i tilvæksten mellem træer med og uden levende stød (figur 29).

Vi må derfor konkludere, at forekomsten af levende stød — de være sig store eller små — fjerntliggende eller nærliggende i forhold til partnertræet — er uden påviselig indflydelse på partnertræets tilvækst.

Rodsammenvokningers indflydelse på udbredelsen af angreb af *Fomes annosus* diskuteres, uden at der dog drages nogen slutninger, da det ikke er kendt, i hvor høj grad svampen breder sig fra træ til træ igennem rodsammenvoksninger, eller om overfladiske rodkontakter kan udgøre en lige så god smittevej som rodsammenvoksninger hos rødgran.

SUMMARY

In 25 sample plots established in Norway spruce stands planted in North Zealand (described by *Holmsgaard, Holstener-Jørgensen and Yde-Andersen*, 1961) investigations of living stumps were made (Table 1).

After the first thinnings, the number of living stumps per hectare increases rapidly, until, at the age of 40—60 years, they number between 200 and 300 per hectare on an average; however, the number varies greatly

from stand to stand (Fig. 1). By the first thinnings the number of living stumps is increased fairly proportionally to the number of trees cut. Later on, this state of affairs changes as the trees which keep the stumps alive are removed at an increasing rate (cf. Fig. 3). The number of living stumps seems to culminate at a stem number of about 1500 per hectare.

In two of the oldest stands (sample plots Nos. 1024 and 1025) detailed investigations of the living stumps and the nature of their root graftings with standing trees were made. Often the stumps were not alive in the whole of their circumference, but only in part of it (Table 2). Fig. 5 a and 5 b show the root graftings between the living stumps and trees in the two sample plots. In most cases the stump was kept alive by a neighbouring tree, though exceptions occurred (Table 3). In both stands the mean distance between living stumps and partner trees was close on 1.5 metres (Table 4). Most frequently root grafting has taken place between two individuals, but also larger grafted groups occur (cf. Fig. 5 a and 5 b). Our investigations indicate systematically too low figures for the number of individuals in the groups, because we did not investigate root graftings between trees, but only between stumps and trees.

Different types of root grafting are described. Fig. 9, 13, 15 and 18 show typical examples of root grafting between neighbouring individuals, while Fig. 7 and 20 show grafting of a thin root coming from some distance away and a thick root. In any case, the grafting has no doubt taken place as a consequence of pressure.

The number of grafts between the roots of one pair of tree and stump may vary between 1 and 8 and was on an average found to be 2.2 and 2.5, respectively, in the two sample plots investigated.

The diameters of the grafting roots may be seen from Table 7 and Fig. 22 and 23. From the figures it seems as if very thin roots will not graft. Other observations, too, seem to bear out this view.

The ages of the living stumps were determined to be as follows:

Sample plot 1024: 5 to 33 years, 18.5 on an average.

Sample plot 1025: 2 to 31 years, 15.0 on an average.

85 per cent of the living stumps in the two stands were produced by thinnings in the period between 40 and 60 years (Table 9), which — when considered in conjunction with Fig. 1 — tends to show that an appreciable decrease in the number of living stumps must take place also from causes other than removal of the partner tree by cutting. (Fig. 1 and 3 show only the net gain or the decrease in the number of living stumps).

Fig. 3 and Table 9, as well as the reduction in the number of stems in the two sample plots investigated in detail (cf. Fig. 4), give reason for the following conclusion: In Norway spruce stands, which were established by the planting of 6—8000 plants per hectare, and which have been subject to a reduction in stem numbers according to Fig. 4, the proportion of trees interconnected by root grafting will increase from about 3—5 per cent at the time of the first thinnings to 25—35 per cent at the age of 40—60 years. However, these figures are undoubtedly too low — for the older ages maybe even far too low — because of the imperfection of our material.

As will be seen from Table 11, trees which are connected with one or more living stumps through root grafting are thicker than trees without stump root grafting. Hence it is not justified, however, to conclude that it is an advantage for a tree to be connected with stumps by root grafting, since — on account of a large root system — the largest trees will stand the best chances of growing together with other trees. Trees which are selected on the grounds that they are connected by grafting with living stumps may, therefore, beforehand be assumed to have a large mean diameter.

With a view to investigating in greater detail the incremental reaction, if any, a 3-year study was made of the diameter increment at breast height of trees without graft connection with living stumps as well as trees having connection with living stumps. The result of this comparison is stated in Table 12. It will be seen that, in both stands examined, trees connected by root grafting with living stumps have a poorer growth than trees of the same size without such connection with living stumps. (None of the differences demonstrated are, however, significant at the 5-per cent level (cf. Fig. 25 and 26).

In a 24-year-old spruce stand which has been thinned just once, 2.4 per cent of the stumps were alive 5 years after the thinning. 25 living stumps were examined. The trees which were in connection with the stumps were cut, and their year-ring width at breast height was carefully determined (by measurement at 4 radii with an accuracy of one-tenth of a millimetre). In addition, lengths of leaders were measured. In the vicinity of each of the 25 trees a comparison tree about the same size as the one connected with the living stump was cut and examined in the same way.

It was a requirement in respect of the comparison tree that a spruce was cut of approximately the same size and in the same position, viewed from the comparison tree, as the spruce which continued its existence as a "living stump", viewed from the tree that kept the stump alive.

As may be seen from Fig. 27, there is no significant difference between the radius increments of trees with living stumps and of their comparison trees. The mean annual radius increment percentage is 6.67 ± 0.34 for the former group and 6.77 ± 0.30 for the latter group. The size of the living stump in proportion to the tree with which it is connected through root grafting seems to be of no consequence to the increment of the tree (Fig. 28). Neither the diameters of the grafting roots nor the distance between the point of grafting and the tree could be demonstrated to have any effect on the radius increment. — Nor was it possible to demonstrate any effect of these conditions on the height increment (Fig. 30 and 31). Nor will a study of the conditions prevailing in the individual years after thinning disclose any differences in increment for trees with and without living stumps (Fig. 29).

It may therefore be concluded that the occurrence of living stumps — whether large or small, situated at some distance from or near the partner tree — has no demonstrable effect on the increment of the partner tree.

The influence of root grafting on the spreading of *Fomes annosus* attack is discussed, without any conclusion being drawn, however, since it is unknown to what extent the fungus spreads from tree to tree through root grafts or whether superficial root contacts may constitute as effective a vehicle of infection in Norway spruce as root grafts.

LITTERATUR

- Armson, K. A. and van den Driessche, R.*, 1959: Natural Root Grafts in Red Pine (*Pinus resinosa* Ait.). For. Chron. 35.
- v. Berg*, 1844: Das Ueberwallen der Nadelholzstöcke und die forstwirtschaftlichen Folgerungen dieser Erscheinungen. Allgem. Forst- und Jagdzeitung 13.
- Beskaravajnyj, M. M.*, 1956: Obrazovanie biogrupp v sosnovyh nasazdenijach kamysinskogo lesomeliorativnogo opornogo punkta (Dannelse af biogrupper i Kamysjins skovmeliorative støttepunkts fyrreplantninger). Agrobiologija 1 (97).
- Bormann, F. H.*, 1961: Intraspecific Root Grafting and the Survival of Eastern White Pine Stumps. Forest Science 7.
- Bormann, F. H. and Graham, B. F., Jr.* 1959: The occurrence of natural root grafting in Eastern White Pine, *Pinus strobus* L., and its ecological implications. Ecology 40.
- Eklund, B.*, 1949: Skogsforskningsinstitutets årsringsmätningmaskiner. Medd. fr. Stat. skogsforsknings-inst. 38 (1949—50).
- Fabricius, L.*, 1927: Stocküberwallungen. Forstw. Centralblatt 49.
- Fischer, F., Bazzigher, G. and Kobert, H.*, 1960: Künstlich hergestellte Wurzelverwachsungen. Mitteilungen. Schweizerische Anstalt für das forstliche Versuchswesen 36.
- Gordeev, A. V.*, 1953: Live stumps. Priroda, Moskva, 42. Cit. e. Forestry Abstracts 1954.
- Goepfert, H. R.*, 1842: Beobachtungen über das sogenannte Ueberwallen der Tannenstöcke, für Botaniker und Forstmänner. Bonn.
- Hartig, Th.*, 1844: Anm. af Göppert 1842: Ueberwallen der Tannenstöcke. Allgem. Forst- und Jagdzeitung 13.
- Holmsgaard, E., Holstener-Jørgensen, H. and Yde-Andersen, A.*, 1961: Bodenbildung, Zuwachs und Gesundheitszustand von Fichtenbeständen erster und zweiter Generation. 1. Nord-Seeland. Forstl. Forsøgsv. Danm. 27.
- Holstener-Jørgensen, H.*, 1959: Undersøgelser af rodsystemer hos eg, bøg og rødgran på grundvandpåvirket morænejord med et bidrag til belysning af bevoksningernes vandforbrug. Forstl. Forsøgsv. Danm. 25.
- , 1961: Undersøgelse af træarts- og aldersindflydelsen på grundvandstanden i skovtræbevoksninger på Bregentved. Forstl. Forsøgsv. Danm. 27.

- Jumovidov, A. P.*, 1950: Notes on the biology of Scots Pine. Lesn. Hoz. (Cit. e. Forestry Abstracts 1951—1952).
- Kobendza, R.*, 1955: Further research on the cicatrizing of cut-down tree stumps. Roczn. dendrol. polsk. tow. bot., Warsz. 10.
- Kuntz, J. E. and Riker, A. J.*, 1955: The Use of Radioactive Isotopes to Ascertain the Role of Root Grafting in the Translocation of Water, Nutrients, and Disease-Inducing Organisms Among Forest Trees. Peaceful Uses of Atomic Energy. Proc. Internat. Conference Geneva, 12.
- Laitakari, E.*, 1935: The root system of birch. Acta forest. fenn. 41. (1934—35).
- La Rue, C. D.*, 1934: Root Grafting in Trees. American Journal of Botany 21.
- Pemberton, C. C.*, 1921: Overgrowth of stumps of conifers. The Canadian Field-Naturalist. Ottawa. 35.
- Reum, L. A.*, 1826: Beobachtungen über unsere Holzpflanzen. Allgem. Forst- und Jagdzeitung 1826.
- 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. 14.
- , 1951: Observations on the Biology of *Fomes annosus*, with Particular Reference to East Anglian Pine Plantations. III. Natural and Experimental Infection of Pines, and Some Factors affecting Severity of the Disease. Ann. Bot. 15.
- Sintzel, J.*, 1843: Ueber das Ueberwallen der Nadelholz-Stöcke. Allgem. Forst- und Jagdzeitung 12.
- Wichmann, H. E.*, 1925: Wurzelverwachsungen und Stocküberwallung bei Abietineen. Centralblatt für das gesamte Forstwesen 51.
- Ylä-Vakkuri, P.*, 1954: Untersuchungen über organische Wurzelverbindungen zwischen Bäumen in Kiefernbeständen (Referat). Acta forest. fenn. 60 (1953—54).