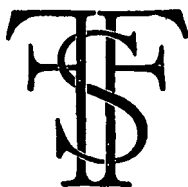


DET FORSTLIGE FORSØGSVÆSEN I DANMARK

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

BERETNINGER UDGIVNE VED
DEN FORSTLIGE FORSØGSKOMMISSION

REPORTS — RAPPORTS — BERICHTE



BIND XXXVI

HÆFTE 3

ISSN 0367-2174

INDHOLD

J. NECKELMANN: Dækrodsplanter af nåletræ. Et litteraturstudium og nogle foreløbige resultater fra danske forsøg med rødgran (*Picea Abies* (L.) H. Karst.) og Sitka (*Picea Sitchensis* (Bong.) Carr.) (Ball-rooted Conifer Plants. A Survey of Literature and Preliminary Results from Danish Experiments with Norway Spruce (*Picea Abies* (L.) H. Karst.) and Sitka Spruce (*Picea Sitchensis* (Bong.) Carr.). S. 349—401. (Beretning nr. 304).

BENT JAKOBSEN: Foreløbige resultater fra unge planteafstandsforsøg i rødgran. (Preliminary Results from Spacing Experiments in Norway Spruce. S. 403—411. (Beretning nr. 305).

H. HOLSTENER-JØRGENSEN, VICENTE P. VERACION and CALIXTO E. YAO: Litter Fall Studies in an Irrigation Trial in Norway Spruce. (Strøfaldsundersøgelse i et vandingsforsøg i rødgran). S. 413—432. (Beretning nr. 306).

Rettelse til beretning nr. 282. S. 433.

KØBENHAVN

TRYKT I KANDRUP & WUNSCH'S BOGTRYKKERI

1979

DÆKRODSPLANTER AF NÅLETRÆ

ET LITTERATURSTUDIUM
OG NOGLE FORELØBIGE RESULTATER FRA DANSKE
FORSØG MED RØDGRAN (*PICEA ABIES* (L.) H. KARST.)
OG SITKA (*PICEA SITCHENSIS* (BONG.) CARR.)

BALL-ROOTED CONIFER PLANTS

A SURVEY OF LITERATURE
AND PRELIMINARY RESULTS FROM DANISH
EXPERIMENTS WITH NORWAY SPRUCE (*PICEA ABIES* (L.) H. KARST.)
AND SITKA SPRUCE (*PICEA SITCHENSIS* (BONG.) CARR.)

AF

J. NECKELMANN

I. INDLEDNING

Udplantning af planter, hvis rodsystem er beskyttet af en større eller mindre del af plantens vækstmedium, har været kendt igennem lange tider (*Toman & Hocking 1973*). Klumpplanter opgravet i selvsåninger er eet eksempel, frøbedsplanter omplantet i pletter af forskellig art er et andet og nyere eksempel herpå.

Begrænsninger af praktisk-økonomisk art har dog medført, at skovbruget indtil de seneste årtier har været afskåret fra at benytte sådanne plantetyper i større omfang.

Udviklingen af en ny og rationel planteproduktionsteknik har imidlertid i løbet af 1960'erne ændret denne situation væsentligt, således at det nu i flere lande er fundet praktisk relevant at overveje at erstatte eller supplere de konventionelle barrodsplanter med planter med beskyttet rodsystem.

Udviklingen er i første række sket i lande med meget store foryngelsesarealer inden for de nordligste dele af den tempererede zones skovområder. Et stedse mere udbredt ønske om plantning, som afløsning for selvforryngelser eller kunstige såninger, har i disse egne skabt et behov for planter, som ikke, eller kun vanskeligt, har kunnet efterkommes af konventionelle frilandsplanteskoler. Medvirkende hertil har blandt andet været

- en for lille konventionel planteskolekapacitet,
- de ofte store transportafstande fra eksisterende, konventionelle planteskoler til de nordlige plantepladser,
- mangel på velegnet jord til konventionel frilandsplanteproduktion i de nordlige egne,
- for lang produktionstid, som følge af en kort vækstsæson, hvis produktionen placeredes, hvor planterne skulle bruges.

En lovende løsning på disse problemer sås i en flytning af produktionen fra friland til væksthuse, med mulighed for en hurtig og relativ høj planteproduktion pr. arealenhed, i vid udstrækning uafhængig af klima og naturgivne terrain- og jordbundsforhold.

Væksthudyrkningen bød imidlertid ikke alene på en løsning af problemerne omkring planteproduktionens størrelse og placering. Med en passende afgrænsning af den enkelte plantes andel af vækstmediet, samt en effektiv styring af de øvrige vækstfaktorer i husene, indeholdt den nye

produktionsform tillige gode muligheder for at fremstille et meget ensartet produkt, så at sige med standardmål. Et sådant plantemateriale måtte blandt andet anses at være særlig velegnet for højtydende, eventuelt automatiserede, plantemaskiner, hvilket kunne blive af stor betydning for gennemførelsen af de omfattende plantningsopgaver i egne, hvor arbejdskraften er knap og plantesæsonen kort. Foreløbig har de nye plantetyper egnethed for særligt udformet, manuelt betjent planteudstyr dog haft den største praktiske betydning, idet der hermed er opnået væsentlige forbedringer af plantørernes arbejdsstilling og præstationer.

Af den foranstående beskrivelse vil det fremgå, at produktions- og plantningstekniske overvejelser har spillet en dominerende rolle ved udformningen af de moderne, væksthusholdede versioner af klumpplanten.

Dermed være ikke sagt, at der ikke også har været tænkt på sagens biologiske aspekter, det vil i første række sige plantningssikkerheden og vækstudviklingen i kulturerne. Men som i så mange andre tilfælde har den tekniske udvikling fået et så stort forspring, at man på det biologiske plan næppe er nået ud over det filosofiske stade, inden de ny systemer i betydeligt omfang er blevet indført i praktisk målestok.

Som to repræsentanter for det britiske Forestry Commission udtrykte det efter at have berejst Sverige og Finland i 1971: „The large scale use of Paperpot seedlings has undoubtedly been promoted by commercial interests and forest managers who have seen in the technique sufficient potential managerial advantages to justify gambling on its silvicultural success“ (*Low & Brown 1972*).

I Danmark og adskillige andre sydligere beliggende lande med en lang og fast tradition for plantning, rådes der over et veludbygget net af konventionelle frilandsplanteskoler, som under normale omstændigheder er i stand til at klare efterspørgslen på planter til skovbruget. Tager man yderligere i betragtning, at der under disse himmelstrøg er en relativ lang plantesæson, uden udsigt til reel mangel på manuel arbejdskraft inden for en overskuelig fremtid, så synes motivationen for en meget hurtig overgang til de ny produktionssystemer her at være stærkt begrænset.

Under disse betingelser vil der tværtimod være al god grund til at gå besindigt til værks, og grundigt undersøge de nye plantetyper opførelse i kulturerne, inden drastiske omlægninger, som i givet fald kan vise sig vanskelige at slippe af med igen, besluttet. Først når dette væsentlige aspekt er rimeligt belyst, er grundlaget tilvejebragt for den total-analyse, som bør være fundamentet for skovbrugets vurdering af de nye plantesystemers brugsværdi.

Den efterfølgende præsentation af nogle nyere erfaringer, med dækkede nåletræplanters udvikling i forsøg og praktiske plantninger, skal ses som et bidrag til denne afklaringsproces. Fremstillingen er baseret på

en gennemgang af en række amerikanske, canadiske, norske, svenske, finske, britiske og tyske arbejder, overvejende fra perioden 1970—77, samt på foreløbige resultater fra 4 danske forsøg. Disse sidste er anlagt i årene 1963 og 1973—74 i henholdsvis en klitplantning og på 3 foryngelsesarealer efter rødgren i to plantager på sandjord i Jylland.

Terminologi.

I overensstemmelse med et forslag fra Nordisk Skogbruks Frø- og Planteråd (*Kaveldiget* 1978) vil ordet *dækrodsplante* blive anvendt som fællesbetegnelse for planter med rodklump (rodnet + vækstmedium), uanset produktionsmodellen.

Betegnelsen *containerplante* vil alene blive anvendt om dækrodsplanter, som er dyrket i en eller anden form for beholder (container), ifyldt et vækstmedium, medens dækrodsplanter, dyrket i en formpresset blok af vækstmediet, uden anden afgrænsning, benævnes *blokplanter*. For planter, der dyrkes i containere, hvorfra de fjernes med intakt rodklump inden udplantningen, anvendes specielt betegnelsen *plug-planter*.

Endelig kan en dækrodsplantetype betegnes ved dens produktions-system, for eksempel *Paperpot*-planter, *Kopparfors*-planter, *Styroblock*-planter etc.

I overensstemmelse med international praksis vil alderen på frøbedsplanter og omskoledede planter i teksten blive noteret som 1+0, 2+0, 1+1, 2+2 etc. istedet for 1/0, 2/0, 1/1, 2/2, som hidtil brugt i dansk faglitteratur.

I afsnittet, som behandler de danske forsøgsresultater med dækrodsplanter, er kun forskelle i planteafgang og plantehøjde, der ifølge en variansanalyse er statistisk sikre på 95 %-niveauet eller der over, betegnet som signifikante eller statistisk sikre. Ved den variansanalytiske behandling af planteafgangsresultaterne er overalt anvendt transformerede værdier efter formelen $y = 2 \arcsin \sqrt{x}$, hvor x er den relative hyppighed af døde planter (jvf. *Hald* 1957).

II. LITTERATURUNDERSØGELSE

Teoretiske overvejelser omkring dækrodsplantens anvendelighed i skovbruget.

Inden der ses nærmere på de enkelte plantetyper og de opnåede plantningsresultater, kan der være grund til at resumere nogle af de oftest anvendte argumenter for indførelsen af den moderne version af dækrodsplanten i skovkulturer.

Blandt de argumenter, der sigter på *plantningsresultatet*, møder man oftest forhåbninger til, eller overbevisning om, at dækrodsplanten vil give

væsentlig bedre overlevelse og hurtigere start på højdevæksten end konventionelle barrodsplanter, fordi

— planterne når frem til plantepladsen med et rodsystem, der kun i beskedent omfang er blevet beskadiget ved optagningen i planteskolen,

— planternes rodsystem er beskyttet mod udtørring i sorterings-, lagrings-, transport- og udplantningsfasen (dog forudsat, at der vandes ved langvarig opbevaring og transport),

— planternes rodklump rummer visse vand- og næringsreserver, som planten kan trække på i den første tid efter udplantningen.

Det intakte og beskyttede rodsystem er endvidere baggrund for forventninger om, at anvendelse af dækrodsplanter vil betyde en udvidelse af plantesæsonen til at omfatte stort set hele den frostfri del af året.

Isoleret betragtet kan sådanne argumenter forekomme rimelige, men da de kun vedrører en begrænset del af de mange omstændigheder, som har betydning for en plantnings heldige udvikling, må man være forberedt på overraskelser.

Det er således væsentligt at have for øje, at slutproduktet for det hidtidige flertal af produktionssystemer, som følge af økonomisk-tekniske overvejelser, er blevet relativ små og spinkle planter (5—15 cm høje). Dette er en direkte følge af korte produktionstider og store plantetætheder, som oftest mellem 1000 og 5000 planter pr. m².

Adskillige undersøgelser omfattende traditionelle barrodsplanter har klart vist, at inden for visse grænser vil små planter gennemsnitlig klare sig dårligere i kulturerne end store planter, både med hensyn til overlevelse og vækstudvikling. Dette gælder, hvad enten størrelsesforskellen skyldes forskelle i alder og plantetype (frøplanter — omskoledede planter, *Callin* 1976, *Haugberg* 1962, *Nielsen* 1957), forskellig dyrkningstæthed (*Mork* 1954), eller forskellen er fremkommet ved sortering i samme planteparti (*Haugberg* 1967, *Møller* 1960, *Neckelmann* 1976, *Ruden* 1973).

I sammenligning med vort hjemlige plante-alternativ for flere nåletræarter: 3—4-årige, omskoledede barrodsplanter, må flertallet af de nye produktionssystemers hidtidige produkter derfor forlods antages at være belastet med et betragteligt handicap.

Blandt de mere nærliggende trusler mod relativ små planter kan blot nævnes overvoksning fra anden vegetation, vildtbid, samt begnavning fra mindre gnavere og snudebiller. Eventuelle forbud mod DDT-behandling af nåletræplanter vil give sidstnævnte trussel meget stor vægt.

Holder man sig fortsat på det spekulative plan, kan der endvidere sættes spørgsmålstejn ved egnetheden af de almindeligst anvendte vækstmedier: findelt tørv og i mindre udstrækning mineraluld. Disse kan vel rumme ret store mængder vand, men væsentlige dele heraf vil enten bindes ret hårdt (tørv), eller afgives relativ hurtigt (mineraluld, *Anonym* 1971).

Så længe planterne står i væksthuset, hvor vanding og dræning kan styres effektivt, vil der normalt ikke opstå problemer, men hvorledes reagerer planterne, når de skal klare sig selv ude i kulturerne? Vil den trods alt ret beskedne vækstmedie-klump, for eksempel i en tørkesituation, være i stand til at holde planten forsynet med vand, indtil der er opnået rod- eller kapillærkontakt med den omgivende jordbund? Vil rodklumpen på en stiv lerjord fungere som et lokalt dræn uden afløb, med ringe iltforsyning og/eller opfrysning til følge? Vil selv ret korte tørkeperioder kunne nedtørre tørvematerialet så meget, at der vil opstå problemer med fornyet opfugtning, og vil en sådan yderligere vanskeliggøres, som følge af, at tørveklumpen er skrumpet under udtørringen, og dermed ikke har tæt kontakt med den omgivende jord?

Også andre sider ved de væksthusedyrkede planters kvalitet kan teoretisk set volde betænkeligheder. Medfører eksempelvis de optimale spirings- og vækstbetingelser i det beskyttede væksthushmiljø, at genetisk svage planter, som måske ville være faldet ud i frilandsplanteskolen, nu når ud i kulturerne?

Som det turde fremgå, er de teoretiske betænkeligheder ved de nyere dækrodsplanter ikke mindre omfattende end de antagne fordele, og det må derfor, som altid, blive de praktiske eller forsøgsmæssige afprøvninger, der får det afgørende ord i debatten.

Uden iøvrigt at gå nærmere ind på de mange *tekniske argumenter*, af hvilke de fleste vedrører planteskolesektoren, skal dog kort omtales de muligheder, de ny plantetyper rummer for selve plantningsprocessen i skoven.

I forbindelse med større, samlede plantningsopgaver i områder med mangel på arbejdskraft, kan den standardiserede dækrodsplantens egnethed for automatiseret, maskinel plantning vise sig at blive et vægtigt argument for indførelse af denne plantetype.

I områder og lande med forholdsvis små og spredt beliggende plantningsarealer, beskedne bedriftsstørrelser og arbejdsledighed bliver dette aspekt ved dækrodsplanten imidlertid af mindre betydning. Her vil dækrodsplantens anvendelighed i forbindelse med mere enkle planteredskaber, som planterøret „Pottiputki“ og hulpiben (se *Honoré 1974*, fig. 53 og 54), have langt større relevans, som middel til at forbedre præstationerne og ikke mindst arbejdsstillingen ved manuel plantning.

Dækrodsplantetyper.

De moderne dækrodsplanter kan, i lighed med barrødsplanter, deles i uomskolede og omskolede planter.

Hovedparten af de *uomskolede* planter tilhører gruppen „container-

planter“, som normalt produceres i væksthuse ved såning og opvækst i små „potter“ eller rør, der kan være lavet af papir, pap, hård plast, plast-folie, plast-net, skum-plast, presset tørv eller ler. Disse containere fyldes inden tilsåningen med et mere eller mindre næringsfattigt vækstmedium, som regel findelt tørv. Containeren fungerer ikke alene som dyrkningsenhed, men følger som regel planten i håndterings- og transportfaserne, samt i flere tilfælde også ned i jorden ved udplantningen. Her går containeren enten i opløsning eller sprænges, efterhånden som planten vokser. „Blok-planter“ er frøplanter sået og opvokset i små blokke af mineraluld, presset tørv, pulp-masse eller polyurethan-skum.

Slutproduktet for disse produktionssystemer er som regel ret små, få uger og op til et år gamle planter, dyrket ved plantetætheder fra ca. 300 til 5000 planter pr. m². De mest almindelige dyrkningstætheder synes dog at ligge omkring 1000 planter pr. m². Enkelte systemer opererer, for nogle træarters vedkommende, med 2-årige planter, for eksempel rødgran i *Kop-parfors*-systemet, hvor dyrkningen det sidste år foregår på friland.

De *omskolede* dækrodsplanter omfatter overvejende 1—3-årige planter (container-, blok- eller barrodsplanter), dyrket helt eller delvis i væksthuse eller — i sjældnere tilfælde — udelukkende på friland. De prikles eller „emballeres“ herefter i et vækstmedium, som regel tørv eller mineraluld, holdt sammen af plast-folie eller af potter af plast eller presset tørv. Efter omplantningen anbringes planterne ½—1 år på friland. Slutproduktet bliver planter, der, afhængig af dyrkningstætheden, i størrelse og habitus nærmer sig de konventionelle barrodsplantetyper. Ved udplantningen fjernes plast-folien eller plast-potten, medens tørve-potten følger planten i jorden.

I tabel 1 er anført flertallet af de typer af dyrkningsenheder (containere og væksts substratblokke), som er omtalt i den gennemgåede litteratur. Læsere, som måtte være interesserede i nærmere beskrivelser, henvises til de i tabellen anførte forfattere.

Plantningssikkerheder.

Langt hovedparten af de plantningsresultater, der er meddelt i den gennemgåede litteratur, vedrører udplantning af få uger til 1 år gamle, uomskolede planter, den plantetype, der, som tidligere nævnt, hidtil har været slutproduktet for de fleste produktionssystemer.

En forestilling om det hidtil opnåede niveau af plantningssikkerhed med disse plantetyper fås af fig. 1, hvor ialt 1246 litteraturoplysninger om planteafgange (mere eller mindre sammensatte middeltal) i forsøg og praktiske kulturer er vist grupperet efter afgangsprocent og registreringstidspunkt. Materialet er hentet fra 38 amerikanske, canadiske, britiske,

Tabel 1. Oversigt over dyrkningsenheder for dækrodsplanter, som er repræsenteret i den gennemgåede litteratur.

Table 1. Growing units of ball-rooted stock represented in the literature reviewed.

Gruppe Group	Materiale Material	Navn Name	Beskrevet hos Described by
Uomskolede planter <i>Seedlings</i>			
A	Hård plast <i>Hard plastic</i>	Walters' bullet Ontario tube	Walters (1963) Low (1975)
	Plast-folie <i>Plastic foil</i>	ARC peat sausage	Ferdinand et al. (1974)
A	Ler <i>Clay</i>	CCC container	Elam & Koelling (1974)
	Tjærepap <i>Felt building paper</i>	Asphalt tube	Davidson & Sowa (1974b)
B	Hård plast <i>Hard plastic</i>	Walters' bullet Ray-Leach (RL) GL-Töpfe	Arnott (1974) Hultén et al. (1973) Huss (1976)
B		Spencer-Lemaire (= Book Planter) Kopparfors krukset	Buchanan (1974) Wahlquist (1971a)
	Skum-plast <i>Styrofoam</i>	BC/CFS Styrobloc Zapfen-container	Kinghorn (1970) Huss (1976) Neugebauer (1974)
C	Plast-net <i>Plastic mesh</i>	Conwed	Schlaeger (1969)
	Papir <i>Paper</i>	Paperpot	Wahlquist (1971b)
C	Tørv <i>Peat</i>	Jiffypot Finnpot	Børresen (1967) Low & Brown (1972)
D	Tørv <i>Peat</i>	Jiffy-7 Jiffy-belt	Skoupy & Hughes (1971) Miller & Budy (1974)
D	Stenuld <i>Mineral Wool</i>	Grodan Grolett	Willumsen (1972) Strømberg (1976) Anonym (1976)
	Pulp-masse <i>Softwood pulp</i>	BR-8 = Gro-bloc	Schneider et al. (1970) Barnett (1975)
	Polyurethan-skum <i>Polyurethane foam</i>	Nutri-Foam Baystrat	Walters (1969) Willumsen (1972)
Omskolede planter <i>Transplants</i>			
E	Plast-folie <i>Plastic foil</i>	Nisula	Niiranen (1973) Huss (1976)
E		Foliepotte Brika	Froland (1974) Honoré (1974)
F	Tørv <i>Peat</i>	Jiffypot	Børresen (1967)
F	Hård plast <i>Hard plastic</i>	Diverse	

norske, svenske og finske arbejder, omfattende ialt 17 træarter, her iblandt sitka, douglas, tsuga, hvidgran, contorta og skovfyr, samt hovedparten af de i tabel 1, gruppe A—F viste dyrkningsenheder.

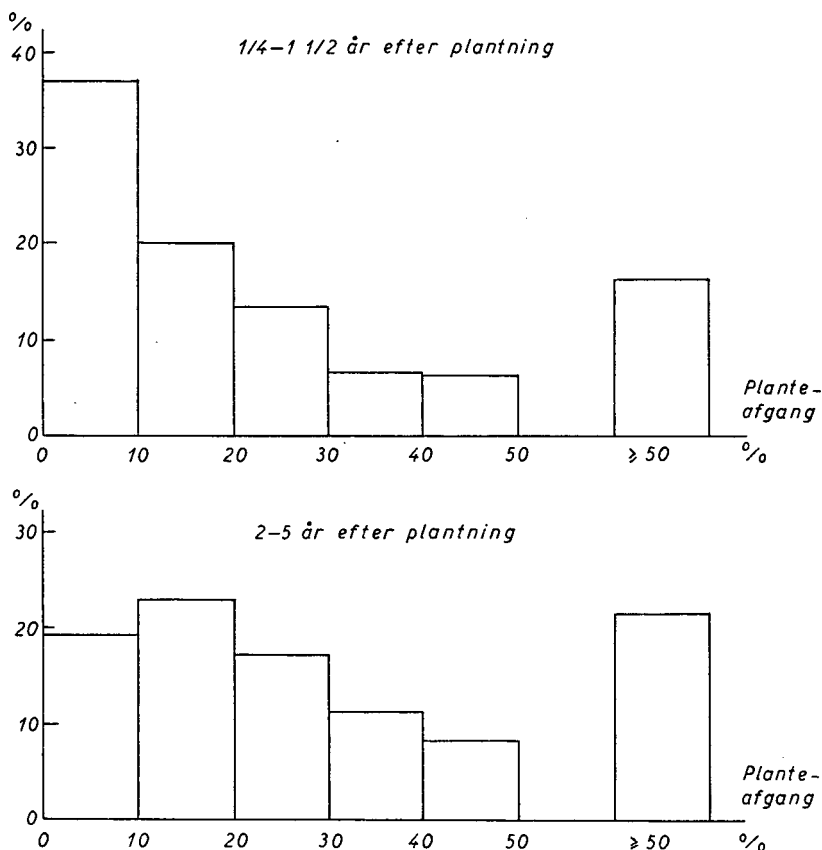


Fig. 1. Relativ fordeling (ordinat) til afgangsprocent-klasser (abscisse) af ialt 1246 litteraturoplysninger om planteafgang i forsøg og praktiske plantninger med forskellige typer af maksimalt 1 år gamle, uomskolede dækrodsplanter af nåletræ. Øverst: 587 oplysninger om planteafgange registreret 1/4—1 1/2 år efter plantning. Nederst: 659 oplysninger om planteafgange registreret 2—5 år efter plantning.

Fig. 1. Relative distribution (ordinate) over mortality rate classes (abscissa) of totally 1246 items of information from literature on mortality in field experiments and practical plantings of various types of not over 1 year old ball-rooted conifer seedlings. Above: 587 items of information on mortality recorded 1/4—1 1/2 years after planting. Below: 659 items of information on mortality recorded 2—5 years after planting.

Kilder (sources): Anonym 1976, Alm & Schantz-Hansen 1974, Arnott 1974, Arnott & Brett 1973, Bamford 1974, Barnett 1975, Bonin 1974, Buchanan 1974, Bush 1971, Callin 1972 og 1975, Dawidson & Sowa 1974a, Delfin 1974, Dickerson 1973, Goodwin 1974, Gulzwiler & Winjum 1974, Hite 1974, Hultén *et al.* 1973 og 1976, Hultén & Jansson 1974, 1975a og b, Hultén & Lilliehöök 1976a og b, 1977a, b og c, Johnson 1974, Low 1975, Miller & Budy 1974, Parviainen 1976, Phipps 1974, Sandvik 1973, Scarratt 1974, Skoupy & Hughes 1971, Strömberg 1976, Walters 1969, White & Schneider 1972.

Som det fremgår af figuren, er de 1246 oplysninger delt i to hovedgrupper: 587 der vedrører opgørelser $\frac{1}{4}$ — $1\frac{1}{2}$ år efter udplantningen, og 659 der viser afgang 2—5 år efter plantning.

Sammenstillingen viser, at der, som gennemsnit for alle undersøgte træarter og containertyper, kun er opnået acceptable plantningsresultater (mindre end 10 % afgang) i 37 % af tilfældene, vurderet $\frac{1}{4}$ — $1\frac{1}{2}$ år efter plantningen. I gruppen med opgørelser foretaget 2—5 år efter udplantningen er denne andel imidlertid faldet til ca. 19 %, samtidig med, at andelen af tilfælde med eksempelvis mere end 50 % afgang er steget fra ca. 17 til 22 %.

Af tabel 2, hvor observationernes fordeling til afgangsprocent-grupper er vist for hver af de bedst repræsenterede træarter, fremgår det, at denne forskydning mod efter danske forhold helt uacceptable kulturresultater

Tabel 2. 1066 litteraturoplysninger om planteafgang i forsøg og praktiske plantninger med forskellige typer af maksimalt 1 år gamle dækrodsplanter. Relativ fordeling (%) til afgangsprocent-klasser for 9 træarter og 2 registreringstidspunkter: a: afgang registreret $\frac{1}{4}$ — $1\frac{1}{2}$ år efter plantning, b: afgang registreret 2—5 år efter plantning.

Kilder: Som for fig. 1.

Table 2. 1066 items of information from the literature on mortality in field experiments and practical plantings of various types of not over 1 year old ball-rooted stock. Relative distribution (%) over mortality rate classes of 9 tree species and 2 times of registration. a: Mortality registered $\frac{1}{4}$ — $1\frac{1}{2}$ years after planting, b: Mortality registered 2—5 years after planting.

Sources: As for Fig. 1.

Træart <i>Species</i>	Registre- ringstids- punkt <i>Time of registra- tion</i>	Afgangsprocent-klasser						Antal oplys- ninger <i>Number of in- forma- tions</i>
		0—9	10—19	20—29	30—39	40—49	≥ 50	
		<i>Classes of mortality percentage</i>						
		0—9	10—19	20—29	30—39	40—49	≥ 50	
Picea glauca	a	59	15	8	7	4	7	27
	b	13	21	27	13	8	18	71
Pinus banksiana	a	77	5	9	4	5	0	22
	b	26	38	12	7	7	10	82
— contorta	a	55	17	4	3	7	14	29
	b	46	28	13	5	3	5	102
— jeffreyi	a	0	8	0	23	15	54	13
	b	0	0	0	6	0	94	16
— ponderosa	a	9	0	6	0	3	82	34
	b	7	0	36	0	14	43	14
— resinosa	a	14	57	10	5	5	9	21
	b	4	5	14	4	13	60	55
— silvestris	a	41	20	16	7	6	10	353
	b	12	20	19	17	11	22	90
Pseudotsuga menziesii	a	16	28	28	8	8	12	25
	b	6	16	14	20	11	33	87
Tsuga heterophylla	a	14	57	0	0	0	29	7
	b	0	17	22	16	28	17	18

stort set også gælder for de enkelte træarter, omend der synes at være gradforskelle. Ud over at antyde forskelle i træarternes egnethed for de nye produktionssystemer, kan forskellene dog meget vel tænkes også at afspejle sammenhænge mellem plantningssituation (jordbund og klima) og træartsvalg.

Arbejder, som giver oplysning om *successive opgørelser i samme kultur*, bekræfter fuldt ud denne markante udvikling i planteafgangen. På fig. 2 er således vist sammenhænge mellem planteafgang ved første registrering,

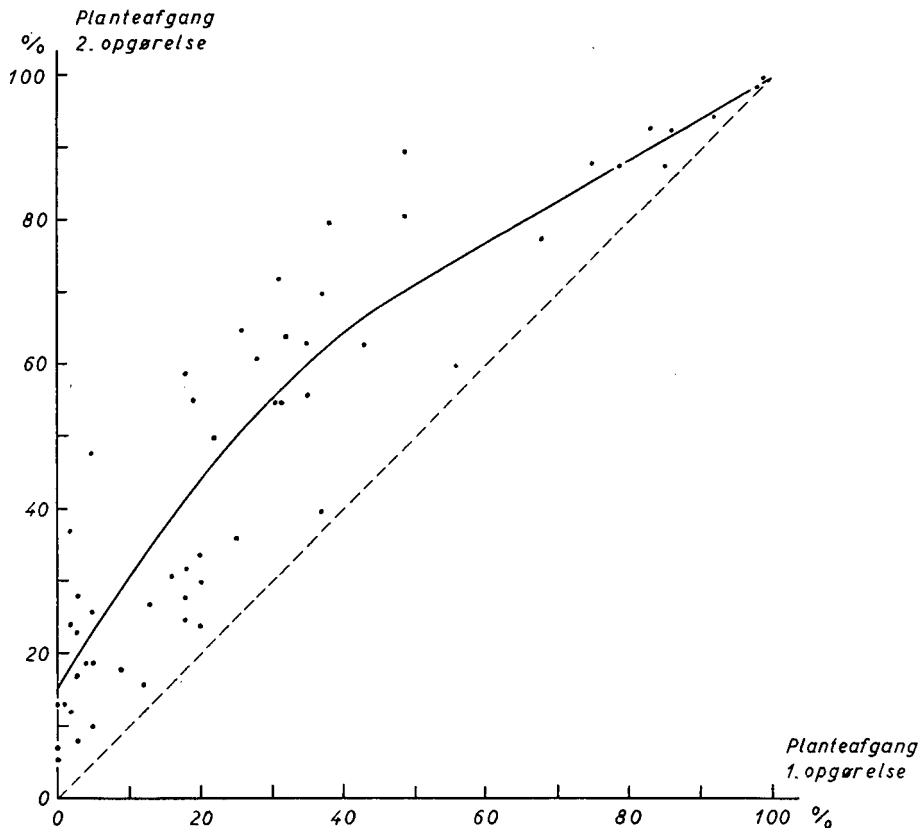


Fig. 2. Sammenhæng mellem afgangsprocent ved 1. opgørelse 3—12 måneder efter plantning (abszisse) og ved 2. opgørelse 1—5 år efter plantning (ordinat) i samme kultur. 54 dobbelt-observationer fra kulturer med forskellige typer af maksimalt 1 år gamle, uomskolede dækrodsplanter af nåletræ.

Fig. 2. Relation between mortality rate at 1st count 3—12 months after planting (abscissa) and at 2nd count 1—5 years after planting (ordinate) in the same planting. 54 double-observations from plantings of various types of not over 1 year old ball-rooted conifer seedlings.

Kilder (sources): Arnott 1974, Arnott & Brett 1973, Bamford 1974, Bush 1971, Callin 1971 og 1975, Davidson & Sowa 1974a og b, Frisque & Arnott 1975, Hite 1974, Hultén et al. 1973, Johnson 1974, Miller & Budy 1974, Scarratt 1974, Walters 1969.

gennemsnitlig 10 måneder efter plantning, og afgangen ved en senere opgørelse, gennemsnitlig 3 år efter plantning. Figuren er baseret på 54 dobbelt-registreringer fra 15 arbejder, omfattende de i tabel 2 viste træarter plus 5 andre pinus- og picea-arter, samt forskellige repræsentanter for grupperne A—F i tabel 1. Som det vil fremgå af figuren, har planteafgange efter første vækstsæson på eksempelvis 10—20 %, udviklet sig til afgange på gennemsnitlig 30—45 % efter yderligere 2 vækstsæsoner.

Hele dette materiale understreger nødvendigheden af, at der tages meget kraftige forbehold ved fremlæggelse af tidligt registrerede planteafgange, en forholdsregel, der synes groft imod i flere arbejder netop omkring de nye plantetyper.

Som det vil være fremgået, giver det fremlagte litteraturmateriale desværre ingen oplysninger om flere af de for dansk skovbrug interessante nåletræarter. For rødgran foreligger der dog et par oplysninger hos *Callin* (1972), der registrerer afgange på mellem 0 og 20 % for 2+0 frilandsdyrkede *Kopparfors*-planter eet år efter plantning.

I tre svenske rapporter, om planteafgang og vækstudvikling m. m. i 130—270 praktiske kulturer fra hvert af årene 1972, 1973 og 1974, drages endvidere sammenligninger mellem planteafgangen blandt uomskolede *Paperpot*- og *Kopparfors*-dækrodsplanter af rødgran og skovfyr (*Hultén & Jansson 1975a*, *Hultén et al. 1976*, *Hultén & Lilliehöök 1977a*). 2—2½ år efter plantning findes der i alle tre årgange 5—55 % større afgang blandt rødgran end blandt skovfyr. Da afgangen blandt skovfyr i midt- og syd-Sverige, hvor sammenligningerne er foretaget, har ligget mellem 21 og 44 %, kan man slutte, at heller ikke for rødgran har afgangsniveauet været bemærkelsesværdig lavt ifølge dette store erfaringsmateriale. Det skal bemærkes, at det svenske DDT-forbud først trådte i kraft i 1975, og altså ikke har berørt de her refererede plantninger.

Sammenlignende forsøg med dækrods- og barrodsplanter.

Et nærliggende grundlag for vurdering af de nye plantetyper praktiske anvendelighed er resultater fra forsøg, hvor dækrodsplanterne bedømmes side om side med traditionelle barrodsplanter.

Resultater fra sådanne forsøg foreligger da også i stigende omfang, men det er i den forbindelse vigtigt at gøre sig klart, at den traditionelle plantetype, som man finder det relevant at sammenligne med, kan veksle fra land til land, ja selv inden for det enkelte lands grænser.

I diskussioner for og imod indførelse af de moderne dækrodsplanter, kan man fra tilhængerside ofte møde henvisninger til store produktionstal i lande med andre skovdyrkningsforhold og -traditioner end i for eksempel Danmark. Med mindre det samtidig oplyses, blandt andet hvilke tra-

ditionelle plantetyper dækrodsplanterne skal afløse, vil sådanne argumenter derfor ikke have megen relevans.

I USA og Canada, hvorfra hovedparten af forsøgsrapporterne hidtil er kommet, vil den traditionelle nåletræplante således som oftest være 1—2-årige frøbedsplanter, og ikke, som på vore breddegrader, 2—4-årige, omskoledede planter. Der kan endog ses eksempler på, at dækrodsplanten er vurderet i forhold til såninger (naturlige eller kunstige), der som bekendt har været anvendt i betydeligt omfang ved foryngelsen af store skovområder i den nordlige del af den tempererede zone.

I tabel 3 er samlet resultater fra 17 arbejder, omfattende sammenlignende undersøgelser af *planteafgange* hos henholdsvis dæk- og barrodede planter. Ved tabelopstillingen er materialet ordnet efter 1) dækrodsplantens alder, 2) barrodsplantens alder, 3) træart og 4) dækrodsplantens dyrkningsenhed (gruppe A—F, sml. tabel 1).

Maksimalt 1 år gamle, uomskoledede dækrodsplanter contra 1+0 barrod. Af 5 sammenligninger falder kun een ud til dækrodsplantens fordel. Det bemærkes dog, at kun containere med ikke rodgennemtrængelige vægge, som følger planten i jorden (gruppe A), er repræsenterede.

Maksimalt 1 år gamle, uomskoledede dækrodsplanter contra 2+0 barrod. Ser man på træarterne i denne den største sammenligningsgruppe, fremgår det af tabel 3, at dækrodsplanter af contorta, hvidgran og tsuga gennemgående har haft mindre eller i det mindste nogenlunde samme afgang, som barrodsplanterne. Planter sat *uden* container (Gruppe B) synes at have været sikrest, idet 9 ud af 10 sammenligninger her har givet mindst afgang for dækrodsplanterne. Dækrodede planter sat *med* container (gruppe A) har derimod kun i 2 ud af 6 sammenligninger haft klart mindre afgang end barrodsplanterne. Containerens betydning for plantningsresultatet vil blive yderlige belyst i et senere afsnit.

Vender vi os til douglas, tegner billedet sig knap så gunstigt for dækrodsplanterne. Anvendes planter, hvor containeren følger med i jorden (gruppe A), giver således ingen af de ialt 8 sammenligninger dækrodsplanten den bedste overlevelse. Sættes dækrodsplanten uden container (gruppe B), går det dog igen bedre, idet dækrodsplanten nu har klaret sig lige så godt som eller bedre end barrodsplanten i 9 ud af 12 sammenligninger.

Skovfyr dyrket i *Paperpot* har i 2 ud af 3 tilfælde vist ringere overlevelse end barrodsplanterne. *Pinus ponderosa* har, foruden et meget højt afgangsniveau, kun i 2 ud af 11 tilfælde haft mindst afgang for dækrodsplanterne, medens dækrodsplanter af *Pinus resinosa* kun i eet ud af 13 tilfælde er nået op på siden af barrodsplanter i overlevelse.

Maksimalt 1 år gamle, uomskoledede dækrodsplanter contra 1+1, 1+2 og 2+1 barrod. I sammenligning med 1+1 barrodsplanter har dækrods-

Tabel 3. Antal litteraturoplysninger, hvor planteafgangen blandt forskellige typer af dækrodsplanter er klart større end, nogenlunde lig med ($\pm 5\%$ -enheder) eller klart mindre end afgang hos barrodede sammenligningsplanter, opgjort $\frac{1}{2}$ —7 år efter plantning.

Table 3. Number of items of information from literature where the mortality of various types of ball-rooted stock is clearly higher than, approximately equal to ($\pm 5\%$ -units), or clearly lower than the mortality of bare-rooted standard plants for comparison, assessed $\frac{1}{2}$ —7 years after planting. (uger = weeks).

Kilder (sources): Anonym 1976, Arnott 1974, Bamford 1974, Buchanan 1974, Bush 1971, Børresen 1967, Callin 1971, 1972 og 1975, Davidson & Sowa 1974a og b, Dickerson 1973, Goodwin 1974, Gutzwiler & Winjum 1974, Hultén et al. 1973, Parviainen 1976, Sandvik 1973.

Alder	Dækrod		Barrod Alder	Antal sammenligninger hvor dækrodsplantens dødelighed er		
	Træart	Container-gruppe (sml. tabel 1)		større end barrodsplantens	= med barrodsplantens	mindre end barrodsplantens
Age	Species	Container-group (cf. table 1)	Bare-rooted stock Age	Number of comparisons where mortality of the ball-rooted stock is		
				higher than that of the bare-rooted stock	equal to that of the bare-rooted stock	less than that of the bare-rooted stock
$\leq 1+0$	Pinus palustris	A	1+0			1
	— taeda	A		2		
	Pseudotsuga menziesii	A		2		
	Tsuga heterophylla	A	2+0			2
		B			1	2
	Pinus contorta	A			2	
		B				3
	Picea glauca	A			2	
		B				4
	Pseudotsuga menziesii	A		6	2	
		B		3	5	
	Pinus silvestris	C		2		4
	— ponderosa	B	7		1	
		C	1		2	
		D	1			
		A	5			
		C	5	1		
		D	2			
	Pseudotsuga menziesii	A	1+1			1
		B				1
Pinus silvestris	C			2		
		E		1		
	Pseudotsuga menziesii	B	1+2	1		
	Pseudotsuga menziesii	A	2+1	2		
	Pinus silvestris	B		6	1	
		C		4	1	
2+0	Picea glauca	B	2+0			1
	Pinus contorta	B				1
	Pseudotsuga menziesii	B				1
	Picea abies	B	2+1	1	1	1
	Picea abies	B	2+2		1	
1+ (2 uger)	Pinus silvestris	C	1+1		1	
1+1	Picea glauca	B	2+0			1
1+1	Pinus silvestris	F	2+1			1
2+1	Picea abies	C	2+1			1
2+1	Pinus silvestris	C	2+1			2
3+1	Picea abies	C	2+2			1
2+1—2+2	Pinus silvestris	E	2+2			1

planter af douglas i to tilfælde haft den mindste afgang, medens de i sammenligning med 1+2 eller 2+1 barrod ikke har kunnet klare sig.

I 3 tilfælde har planteafgangen hos dækrodsplanter af skovfyr været af nogenlunde samme størrelsesorden, som hos 1+1 barrodsplanter, hvorimod den har været større end (10 tilfælde) eller stort set lig med (2 tilfælde) afgang hos 2+1 barrodsplanter.

2+0 dækrod contra 2+0, 2+1 eller 2+2 barrod. Som det fremgår af tabel 3, er det relativ beskedent, hvad der hidtil har været udført af arbejde med 2-årige containerplanter, et forhold der dog er begyndt at ændre sig væsentligt i de seneste år.

Af sammenligningerne fremgår det, at 2+0 dækrodsplanterne har haft mindre afgang end tilsvarende barrodsplanter af hvidgran, contorta og douglas, hvilket kun har været tilfældet i een ud af 4 sammenligninger med 3—4-årige, omskoledede barrodsplanter af rødgran.

1—3-årige planter ompriklet i diverse containere contra 2+0, 1+1, 2+1 eller 2+2 barrodsplanter. Med de i containere eller „tørveruller“ ompriklede frøbedsplanter er vi kommet over i en væsentlig dyrere, men ifølge tabel 3, sandsynligvis også mere sikker dækrodsplantetype. Af ialt 8 sammenligninger med traditionelle barrodsplanter af skovfyr, hvidgran og rødgran er de 7 faldet ud til dækrodsplantens fordel. Kun 1-årige planter af skovfyr, ompriklet i en tørvepotte umiddelbart inden udplantningen, har ikke kunnet klare sig væsentlig bedre end en 1+1 barrodsplante.

Efter afslutningen af ovenstående litteratursammenstilling, har *Huss & Siebert* (1977) publiceret en oversigt over resultater (planteafgang og højdevækst efter 2—3 vækstsæsoner) fra ikke mindre end 24 forsøg med forskellige dæk- og barrodsplantetyper af douglas, anlagt 1973—74 i midt- og syd-Tyskland.

Af dette væsentlige arbejde fremgår det blandt andet:

— at 1+0 *Paperpot*-planter, plantet i et forår med normal nedbør, havde givet samme afgang som 1+0 barrodsplanter (gennemsnitlig 51—52 %), medens 1+0 og 2+0 *Paperpot*-planter, plantet i et tørt forår, gav væsentlig større planteafgang (gennemsnitlig 60 og 78 %) end 1+0 barrodsplanter (gennemsnitlig 21 %),

— at 1+0 og 2+0 *Zapfencontainer*-planter (containergruppe B i tabel 1), plantet i et forår med normal nedbør, havde haft lidt større eller samme afgang som 1+1 barrodsplanter (gennemsnitlig 40 og 28% mod 30 %), medens 2+0 *Zapfencontainer*-planter, plantet i et tørt forår, havde haft væsentlig større afgang (gennemsnitlig 42 %) end 1+1 barrodsplanter (gennemsnitlig 22 %),

— at 1+0 douglas omplantet i *Nisula-ruller* (containergruppe E i tabel

1), og udplantet som 1+1 i et tørt forår, havde haft betydelig større afgang (gennemsnitlig 50 %) end 1+1 barrodsplanter (gennemsnitlig 16 %),

— at 1+0 douglas omplantet i *GL-topf* containere (containergruppe B i tabel 1), og udplantet som 1+1 i et forår med normal nedbør, havde givet samme eller lidt mindre afgang end 1+2 m. fl. omskoledede barrodsplanter (gennemsnitlig 22 mod 21—27 %), medens 1+1 og 1+2 *GL-topf* planter, efter plantning i et tørt forår, havde haft den største afgang (gennemsnitlig 35 og 44 % mod 24—29 %), samt

— at samtlige dækrodsplantetyper, plantet i et ekstremt tørt efterår (august—september) havde givet væsentlig mindre afgang (gennemsnitlig 35—68 %) end de barrodede sammenligningsplanter (gennemsnitlig 76—100 %).

Alle resultater er nået med planter, der er omhyggelig beskyttet mod snudebiller ved dypning eller sprøjtning.

Man bemærker især dækrodsplanternes dårlige tilpasning til plantning i et tørt forår, samt deres manglende evne til, i tilfredsstillende omfang, at afhjælpe de vanskeligheder, der kan opstå ved tidlig efterårsplantning af douglas, vanskeligheder, som også er registreret i Danmark (*Bornebusch* 1939).

Forfatterne undlader da heller ikke at gøre opmærksom på uoverensstemmelsen mellem de ofte højstemte forventninger til dækrodsplanternes sikkerhed, netop under kritiske plantningsbetingelser, og de beskrevne forsøgsresultater.

I den gennemgåede litteratur er fundet 9 arbejder, der sammenligner opnåede *plante højder* hos dæk- og barrodsplanter 1½—7 år efter plantning. En sammenstilling af ialt 39 sammenligninger fra disse arbejder, omfattende een eller flere repræsentanter for hver af container-grupperne A—F (sml. tabel 1), og ordnet efter 1) dækrodsplantens alder, 2) barrodsplantens alder og 3) træart, er vist i tabel 4.

Planternes middelhøjder har på målingstidspunktet ligget på fra få cm og op til ca. 1 m, medens højdedifferenserne har ligget mellem 3 cm (1+0 douglas i *Styroblock*-containere contra 2+0 barrodsplanter, målt 2 år efter plantning) og 43 cm (3+1 rødgran i *Jiffypot* contra 2+2 barrod, målt 4½ år efter plantning).

Af tabel 4 fremgår det, at *maksimalt 1 år gamle, uomskoledede dækrodsplanter* af hvidgran og contorta har opnået fra 5—57 % større højde end tilsvarende 2+0 *barrodsplanter*, medens sammenligningerne for tsuga, douglas og *Pinus resinosa* klart er faldet ud til barrodsplanternes fordel.

Sammenlignes der med *omskoledede, 2—4 år gamle barrodsplanter*, er de maksimalt 1 år gamle dækrodsplanter i intet tilfælde nået op på højde med barrodsplanterne 1½—4½ år efter plantningen.

Tabel 4. Relative højder for forskellige dækrodsplantetyper 1½—7 år efter plantning, når højden for barrodede sammenligningsplanter sættes til 100.

Table 4. Relative heights of various types of ball-rooted stock 1½—7 years after planting, where 100 = the height of bare-rooted standard plants for comparison.

Kilder (sources): Arnott 1974, Bush 1971, Børresen 1967, Callin 1975, Davidson & Sowa 1974a, Dickerson 1973, Hultén et al. 1973, Parviainen 1976, Sandvik 1973.

Dækrod		Barrod Alder	Relativ højde for dækrod (barrod = 100)		Antal sammen- ligninger
Alder	Træart		middel	variation	
Ball-rooted stock		Bare- rooted stock	Relative height of ball- rooted stock (bare-rooted stock = 100)		Number of com- parisons
Age	Species		mean	variation	
≦ 1+0	<i>Picea glauca</i>	2+0	135	105—157	4
	<i>Pinus contorta</i>	2+0	111	106—114	3
	— <i>resinosa</i>	2+0	76	52—100	6
	<i>Tsuga heterophylla</i>	2+0	74	71—77	2
	<i>Pseudotsuga menziesii</i>	2+0	55	31—82	8
	<i>Pinus silvestris</i>	1+1	59	51—65	4
	<i>Pseudotsuga menziesii</i>	1+2	63		1
	<i>Pinus silvestris</i>	2+1	62		1
			2+2	52	
2+0	<i>Picea glauca</i>	2+0	206		1
	<i>Pseudotsuga menziesii</i>	2+0	159		1
	<i>Pinus contorta</i>	2+0	141		1
	<i>Picea abies</i>	2+2	69		1
1+1	<i>Picea glauca</i>	2+0	179		1
2+1	— <i>abies</i>	2+1	148		1
2+1	<i>Pinus silvestris</i>	2+1	126		2
3+1	<i>Picea abies</i>	2+2	172		1

Med en enkelt beskeden undtagelse har *højdetilvækst*-undersøgelser i skovfyr, douglas, *Pinus resinosa* og *Pinus taeda*, foretaget 1½ til godt 3 år efter plantning (Callin 1972 og 1975, Davidson & Sowa 1974b, Dickerson 1973, Huss & Siebert 1977), heller ikke demonstreret nogen vækstoverlegenhed for de maksimalt 1 år gamle dækrodsplanter, sammenlignet med 1+0, 2+0 og 2+1 barrodsplanter. Der er således i den gennemgåede litteratur kun en stærkt betinget stølte at hente for den ofte fremførte påstand, at selv små dækrodsplanter, takket være en hurtig start, vil være i stand til at indhente eller endog overvokse traditionelt anvendte barrodsplanter.

Øges *dækrodsplantens* alder til 2+0, viser tabel 4, at vækstoverlegenheden overfor 2+0 barrodsplanter af hvidgran og contorta også øges, ligesom nu også dækrodsplanter af douglas bliver barrodsplanterne overlegne. Derimod er 2+0 dækrodsplanter af rødgran, 2 år efter plantning, stadig mindre end 2+2 barrodsplanter.

Højdetilvækst-undersøgelser hos Huss & Siebert (1977) viser kun i eet

ud af tre tilfælde vækstoverlegenhed for 2+0 dækrod i sammenligning med 1+1 barrod (douglas).

2—4 år gamle, omskolede dækrodsplanter af rødgran, hvidgran og skovfyr har ifølge tabel 4 alle været deres jævnaldrende barrodsplanter overlegne med hensyn til opnået højde i de første kulturår.

Huss & Siebert (1977) finder endelig, at højdetilvæksten for 1+1 dækrod (douglas i *GL-topf* containere) gennemgående har været bedre end for 1+2 barrod, hvorimod 1+1 douglas i *Nisula-ruller* ikke har vokset bedre end 1+1 barrod.

Sammenfattende giver ovenstående gennemgang af en række sammenlignende forsøg følgende relative billede af de nyere typer af dækrodsplanter:

Selv i sammenligning med så små og usikre planter som 1—2-årige, barrodede frøbedsplanter, har den *maksimalt 1 år gamle, uomskolede dækrodsplante* i overvejende grad vist sig mindre, eller i hvert fald ikke mere plantningssikker og vækstoverlegen i de første kulturår, end den alternative barrodsplante. Kun dækrodsplanter af contorta og hvidgran, samt for overlevelsens vedkommende også tsuga, har gennemgående klaret sig lige så godt som, eller bedre end 2+0 barrodsplanter, især når dækrodsplanten er blevet plantet uden container, det vil sige som plug-plante (gruppe B, tabel 1).

I sammenligning med omskolede 1+1, 1+2, 2+1 og 2+2 barrodsplanter er der ikke påvist nogen vækstoverlegenhed hos den maksimalt 1 år gamle dækrodsplante, ligesom sammenligninger med hensyn til overlevelse i stigende grad falder ud til barrodsplantens fordel.

Et mere spinkelt materiale antyder, at de hidtil mindre udbredte 2-årige, uomskolede dækrodsplanter er tilsvarende barrodede frøbedsplanter overlegne med hensyn til både overlevelse og vækst i de første kulturår, hvorimod ikke meget tyder på, at noget lignende skulle være tilfældet, når der sammenlignes med 2—4-årige, omskolede barrodsplanter.

Først ved anvendelse af 1—3-årige, omskolede dækrodsplanter synes man at nå frem til en dækrodsplantetype, som repræsenterer et fremskridt med hensyn til såvel plantningssikkerhed som vækst, når der sammenlignes med vore almindelige 2—4-årige, omskolede barrodsplanter. At denne regel ikke er ganske uden undtagelser, ses dog af de foran citerede tyske forsøg med douglas.

Plantningsresultatets afhængighed af nogle produktions- og kultur-faktorer m. m.

Som det måtte forventes i forbindelse med afprøvning af nye plantetyper, beskæftiger en række arbejder sig ikke kun med summariske vurde-

ringer baseret på planteafgange og højdeudviklinger, men søger tillige at klarlægge hvilke forhold, der kan påvirke disse faktorer, for herigennem at finde inspiration til forbedringer i produktionsteknikken og retningslinierne for den praktiske anvendelse af dækrodsplanterne.

Vi skal i det følgende se nærmere på nogle af de produktions-, plantnings- og vækstbetingelser, som har vist sig at kunne påvirke plantningsresultatet.

Dyrkningstætheden i planteskolen.

Ved litteraturgennemgangen er fundet 14 arbejder med ialt 33 oplysninger om planteafgang, registreret 1—5 år efter plantning af få uger til 2 år gamle, uomskolede dækrodsplanter, dyrket ved 2—3 forskellige plante-tætheder for hvert forsøg. Hovedparten af oplysningerne vedrører dyrkningstætheder inden for intervallet ca. 200—1700 planter pr. m², medens et mindre antal omfatter tætheder på mellem ca. 1600 og godt 5000 planter pr. m² (*Anonym* 1976, *Arnott* 1974, *Barnett* 1975, *Buchanan* 1974, *Callin* 1975, *Davidson & Sowa* 1974a og b, *Hite* 1974, *Hultén et al.* 1973 og 1976, *Hultén & Jansson* 1974 og 1975a, *Miller & Budy* 1974, *Parviainen* 1976).

Følgende træarter, dyrket i containere m. m. tilhørende grupperne B—D (sml. tabel 1), indgår i materialet:

<i>Picea glauca</i>	<i>Pinus resinosa</i>
— <i>sitchensis</i>	— <i>taeda</i>
<i>Pseudotsuga menziesii</i>	— <i>palustris</i>
<i>Tsuga heterophylla</i>	— <i>ponderosa</i>
<i>Pinus silvestris</i>	— <i>jeffreyi</i> .
— <i>contorta</i>	

28 af de ialt 33 oplysninger viser, at planteafgangen har været mindst for de mindste dyrkningstætheder, medens der i to tilfælde har været nogenlunde samme afgang for de sammenlignede plantetætheder. Sættes planteafgangen ved den større tæthed til 100, er den relative planteafgang ved de mindre tætheder 78 (18—150), som gennemsnit for alle 33 iagttagelser.

For de samme træarter (excl. *Pinus ponderosa*) og container-grupper, som ovenfor, giver 11 af de 14 arbejder endvidere oplysninger om plante-højden (2 dog kun om topskudslængden), 1—5 år efter plantningen.

Ialt 20 oplysninger viser uden undtagelse, at højden eller topskudslængden har været størst for de mindste dyrkningstætheder. Sættes højden eller topskudslængden for de større dyrkningstætheder til 100, fås i gennemsnit for de mindre tætheder en relativ højdevækst på 133 (105—220). Målt i cm er forskellene dog små (1—19 cm), svarende til de ret beskedne middelhøjder (10—56 cm), som er opnået 1—5 år efter plantningen.

Mindre dyrkningstætheder resulterer først og fremmest i kraftigere planter, det vil sige planter med større tørstofindhold, større rodmasse, større rodhalsdiameter og mindre top/rod-forhold (se f. eks. *Tanaka & Timmis* 1974), akkurat som det er kendt fra produktionen af konventionelle barrodsplanter (se f. eks. *Mork* 1954). At barrodsplanter efter udplantning viser øget overlevelse og højde med faldende dyrkningstæthed er ligeledes en velkendt sag (*Mork l.c.*).

Plantehøjden.

Sorteres konventionelle barrodsplanter efter højde i planteskolen, fås der som regel stigende overlevelse og højdevækst med stigende plantehøjde (se f. eks. *Møller* 1960). Noget lignende synes at gælde også for de nye væksthudyrkede containerplanter.

Arnott (1974) viser dette for douglas, tsuga, contorta og hvidgran dyrket i *Walters' bullet*, hvor en øgning af højden ved udplantning med 2—7 cm sænker planteafgangen med 5—26 %-enheder, og øger plantehøjden med fra 7 til 27 cm, opgjort 5 år efter plantning.

En sortering af 1+0 douglas, dyrket i *Walters' bullet*, i henholdsvis „små“ og „store“ planter, har ifl. *Bush* (1971) sænket planteafgangen fra 46 til 21 %, og øget højden fra 7 til 12 cm, opgjort 1½ år efter plantning.

Endelig viser *Delfin* (1974), at en øgning af plantehøjden fra ca. 5 til over 13 cm, for skovfyr dyrket i *Paperpot*, har sænket planteafgangen fra ca. 29 til 22 %, og øget højdetilvæksten fra ca. 6 til godt 10 cm, opgjort 1 år efter plantning.

Rodklumpens (dyrkningsenhedens) længde.

Registreringer af planteafgang og højdevækst 1—3 år efter plantning af contorta, sitka, douglas, skovfyr og *Pinus jeffreyi* viser ingen eller kun uvæsentlig påvirkning af disse faktorer ved forøgelse af container-længden med 2—5 cm, inden for et interval på 5—12 cm, hos *Walters' bullet*, „*tubelings*“ og *tørvepotter* (*Anonym* 1976, *Arnott & Brett* 1973, *Bush* 1971, *Low* 1975, *Miller & Budy* 1974).

Derimod finder *Miller & Budy* (l.c.) betydelige nedgange (20—44 %-enheder) i plantedødeligheden ved forøgelse af længden på *Paperpot*- og *Conwed*-containere med fra 5—8 cm, indenfor intervallet 15—30 cm. Resultaterne hidrører fra plantninger af *Pinus jeffreyi* på meget lette jorder i et område med mindre end 25 mm nedbør i vækstsæsonen, og antages at afspejle faren ved den overlige placering af rodmassen, som følger med brugen af relativ små (korte) containertyper.

Container-væggen.

Som tidligere påpeget (side 364), synes planter fra produktionssystemer, der opererer med de såkaldte plug-planter (gruppe B, tabel 1), at give større plantningssikkerhed end planter fra systemer, der lader den ikke rodgennemtrængelige container følge planten i jorden.

Arnott (1974), *Arnott & Brett* (1973), *Bush* (1971), *Frisque & Arnott* (1975) og *Gutzwiler & Winjum* (1974) har 1½—5 år efter plantning undersøgt afgang for planter dyrket i *Walters' bullet* og *Ontario tubeling*, og finder i 12 ud af 13 tilfælde mindst afgang for de planter, der er sat uden container. I kun eet tilfælde har planteafgangen været den samme for de to plantetyper. Undersøgelserne omfatter træarterne sitka, douglas, hvidgran, tsuga, contorta, *Picea mariana* og *Pinus banksiana*. Sættes afgang for planter uden container i hver undersøgelse til 100, bliver den gennemsnitlige, relative afgang for planter med container 212 (100—750).

Også for *Paperpot*-planter (skovfyr) er der 3 år efter plantning registreret mindst afgang for de planter, som er plantet efter fjernelse af rodklumpens papirvæg (30 mod 45 %, *Callin* 1975).

Samme forfattere (excl. *Gutzwiler & Winjum*) finder endvidere uden undtagelse (11 tilfælde), at den opnåede plantehøjde eller topskudslængde 1½—5 år efter plantning er størst for planter sat uden container (relativ gennemsnitlig 121 (107—155)).

Endelig finder *Callin* (1975) 3 år efter plantning, at fjernelse af såvel papirvæg som vækstsustrat fra skovfyrplanter, dyrket i *Paperpot*, ikke har forringet overlevelsen eller topskudslængden, snarere tværtimod.

Plantealderen.

Da stigende plantealder betyder større og kraftigere planter, kan det forventes (jvf. side 371), at plantealderen har en positiv indflydelse på såvel overlevelse som plantehøjden.

I undersøgelser, der omfatter træarterne *Picea glauca*, *Picea mariana* samt diverse pinus-arter dyrket i *Paperpot*, *Ontario tubeling*, *Styroblock*, *Book Planter* eller *Gro-block*, påviser *Alm & Schantz Hansen* (1974), *Barnett* (1975), *Buchanan* (1974) og *Scarratt* (1974) da også, at forøgelse af produktionstiden med fra 2 uger og op til 10 måneder, men stadig holdt inden for 1 år, uden undtagelser har medført fald i planteafgangen på mellem 7 og 32 %-enheder, opgjort 1—4 år efter udplantningen.

En forøgelse af produktionstiden fra 1 til 2 år for hvidgran, douglas og contorta, dyrket i *Styroblock*-containere, har ifølge *Hultén et al.* (1973) reduceret planteafgangen for douglas fra 47 til 37 %, opgjort 2 år efter plantning. Afgangen for hvidgran og contorta synes derimod ikke at have været væsentlig påvirket af produktionstiden.

Med hensyn til plantehøjden påviser *Barnett* (1975), *Hultén et al.* (1973) og *Scarratt* (1974) positive differenser på mellem 3 og 24 cm $1\frac{1}{2}$ —4 år efter plantning, som følge af forøgelse af produktionstiden med fra 2 uger og op til 1 år, for de samme træarter og containertyper (excl. *Book Planter*), som ovenfor. De beskedne forskelle må i væsentligt omfang antages at afspejle højdeforskelle på udplantningstidspunktet.

Også for contorta og sitka, dyrket i 2 og 3 måneder i „*tubelings*“ (gruppe A, tabel 1) og udplantet på tørvejorder i det vestlige Storbritannien, er der påvist mindre forbedringer i overlevelsen, som funktion af den øgede produktionstid. Forskellene i plantehøjde 4 år efter plantning overskred derimod ikke forskellene på etableringstidspunktet (*Low* 1975).

Barnett (1975) mener, at een af årsagerne til den større afgang for relativ små dækrodsplanter kan være, at disses rødder ikke når at vokse ud af vækstmedie-klumpen, her *Grobblock*, inden denne udtørres i en tørkeperiode.

U d p l a n t n i n g s t i d s p u n k t e t .

I den gennemgåede litteratur er fundet 21 arbejder, som blandt andet beskæftiger sig med plantningstidspunktets betydning for plantningsresultatet, bedømt mellem 4 måneder og op til 5 år efter plantningen af maksimalt 1 år gamle, uomskoledede dækrodsplanter (*Anonym* 1976, *Alm & Schantz-Hansen* 1974, *Arnott* 1974, *Barnett* 1975, *Bush* 1971, *Callin* 1972 og 1975, *Davidson & Sowa* 1974a, *Delfin* 1974, *Hite* 1974, *Hultén et al.* 1976, *Hultén & Jansson* 1974, 1975a og b, *Hultén & Lilliehöök* 1976a og b, 1977a, b og c, *Low* 1975, *Scarratt* 1974).

Med forbehold over for forskelle i opgørelsestidspunkt og klimabetingelser viser en sammenstilling af planteafgangsresultater fra disse arbejder, — at efterårsplantning (august—november) i helt overvejende grad (25 ud af 29 tilfælde) har givet dårligere overlevelse end plantning i det sene forår og i sommermånederne (maj—juli), og i de fleste tilfælde des dårligere jo senere efterårsplantningen har fundet sted,

— at juli-plantning i overvejende grad (15 ud af 21 tilfælde) er mindre sikker end plantning i maj—juni,

— at april-plantning er lidt mindre sikker og ialt fald ikke bedre end plantning i maj—juni (10 ud af 11 tilfælde),

— at maj-plantninger gennemsnitlig er lidt sikrere (10 ud af 17 tilfælde) end juni-plantninger, men at forskellene er små (gennemsnitlig 5 (0—15) %-enheder).

Resultaterne er opnået med træarterne sitka, douglas, hvidgran, contorta, skovfyr og diverse andre pinus-arter, dyrket i containere tilhørende gruppe A—D (sml. tabel 1).

Med hensyn til højdevæksten finder *Low* (1975), for sitka og contorta dyrket i „*tubelings*“, en faldende tendens ved udplantning fra maj til oktober, ligesom april-plantning i år med koldt forårsvejr har givet mindre højdevækst end maj-plantning. Også i de storstilede svenske undersøgelser af plantningsresultaterne i flere hundrede praktiske kulturer med skovfyr og rødgran, dyrket i *Paperpot* og *Kopparfors krukset* (jvf. s. 363), findes der en klar tendens til faldende højder og højdetilvækster i rækkefølgen forårs- og sommerplantning (*Hultén et al.* 1976, *Hultén & Jansson* 1975a, *Hultén & Lilliehöök* 1977a).

Der er således i det gennemgåede forsøgsmateriale ikke meget der tyder på, at man, med bibeholdelse af en rimelig plantningssikkerhed, vil kunne opnå den forventede udvidelse af plantningssæsonen ved anvendelse af væksthudyrkede dækrodsplanter alene. Dette mål skal måske snarere nås ved at anvende maj—juli plantede dækrodsplanter som supplement til tidligt forårs- og/eller efterårsplantede, konventionelle barrodsplanter.

Klimaforhold efter udplantningen.

Når plantning på forskellige tidspunkter af året, trods det beskyttede og intakte rodsystem, lykkes i forskellig grad, synes dette hovedsagelig at hænge sammen med visse samspil mellem produktionstekniske forhold og klimaet, især temperatur og nedbør, i en kortere eller længere periode efter udplantningen.

Blandt de produktionsteknisk influerede forhold synes især problemer med akklimatisering af planterne efter væksthudfasen, samt visse fysiske egenskaber hos vækstmedier og containere, for så vidt disse følger planten i jorden, at have betydning.

Manglende eller ufuldstændig skudmodnig i kombination med efterårs- og vinterfrost angives således af flere forfattere (*Callin* 1972, *Delfin* 1974, *Low* 1975, *Sandvik* 1973) at være en væsentlig årsag til dårlige resultater ved efterårsplantning af mindre end 1 år gamle væksthudplanter, selv om disse har haft en vis akklimatiseringsperiode på friland i planteskolen inden udplantningen.

Klimakammer-forsøg med frøplanter af skovfyr og rødgran synes imidlertid at vise (*Aronsson* 1975), at det gennem afkortning af den daglige fotoperiode til 6—12 timer over en 4—6 ugers periode (kortdagsbehandling) vil være muligt, også i praktisk skala (sml. *Rosvall-Åhnebrink* 1977), at inducere en skudmodnig, der vil gøre væksthudplanterne bedre egnede til at klare efterårets og vinterens kuldepåvirkninger.

Low (1975) finder endvidere, at relativ dårlig overlevelse og højdevækst hos april-plantninger med 2—3 måneder gamle sitka- og contorta-planter dyrket i „*tubelings*“, skyldes sen forårsfrost eller blot et koldt og blæsende forår. Anvendelse af plantemateriale, produceret i september—oktober og

overvintret udendørs i planteskolen, gjorde, mod forventning, ikke marts—april plantning væsentlig sikrere, hvorimod højdeudviklingen hos de overlevende planter bedredes en del.

Frost kan imidlertid ikke alene være et problem for containerplanten i dens egenskab af væksthushusplante, men kan også genere den i dens egenskab af dækrodsplante.

Flere forfattere angiver således opfrysning, som et alvorligt problem, ikke mindst for efterårsplantninger (*Anonym* 1976, *Hultén* 1974, *Low* 1975, *Sandvik* 1973).

Opfrysning er registreret for planter dyrket i såvel tørv som mineraluld, og favoriseres sandsynligvis af en betydelig akkumulation af vand i rodklumpen i løbet af efteråret og vinteren, ikke mindst på lerholdige jorder.

Dækrodsplanter, udplantet med glatte plast- containere (gruppe A, tabel 1), er særlig udsatte for opfrysning, men selv *Paperpot*-planternes papirvæg synes, under uheldige omstændigheder, at kunne forøge risikoen for opfrysning (*Sandvik* 1973).

Opfrysning er ifølge *Hultén* (1974) et des større problem, jo større andelen af blottet mineraljord er, et forhold der på uheldig vis kolliderer med den almindelige opfattelse, at en blotlægning af mineraljorden gennem jordbearbejdning på det nærmeste er en betingelse for et rimeligt plantningsresultat, ialtfald ved anvendelse af små dækrodsplanter (se senere).

I *Huss & Siebert's* (1977) oversigt over resultater fra forsøg med dækrodsplanter af douglas i midt- og syd-Tyskland er, som tidligere omtalt (s. 367), tørke nævnt som årsag til dårlige resultater af såvel forårs- som efterårsplantninger. Ligeledes formoder *Callin* (1972), at betydelig afgang efter tidlig juni-plantning af 1-årige dækrodsplanter af skovfyr skyldes en langvarig tørke og varmebølge umiddelbart efter udplantningen. Også *Barnett* (1975) mener, at tørke kan være grunden til, at august-plantning af *Pinus palustris*, dyrket 2—6 uger i *Gro-block* (gruppe D, tabel 1), lykkedes væsentlig bedre (gennemsnitlig 19 % afgang) end juli-plantning (gennemsnitlig 56 % afgang), idet juli-plantningen fulgtes af to ugers tørke, medens der var normale nedbørsforhold efter august-plantningen.

Endelig angiver *Miller & Budy* (1974) udtørring, som en af de væsentligste årsager til betydelig afgang blandt 7—11 uger gamle dækrodsplanter af *Pinus jeffreyi*, dyrket i containere af tørv, papir og plast-net (gruppe C og D, tabel 1), og udplantet i et område med lav nedbør i vækstsæsonen.

Skulle man for en given lokalitet få mistanke om, at for eksempel tørvevækstmediet i betydende omfang fremmer opfrysning eller giver udtøringsproblemer, vil dette formentlig kunne imødegås ved at fjerne vækstmediet fra rodklumpen, ved forsigtig afrystning, umiddelbart inden plantningen. En sådan fremgangsmåde har ifølge *Callin* (1975) ialtfald ikke forringet plantningsresultatet for skovfyr dyrket i *Paperpot*.

Jordbearbejdning.

Allerede på et meget tidligt tidspunkt blev jordbearbejdning forud for plantningen et så godt som obligatorisk element i den kulturteknik, der udvikledes i forbindelse med den praktiske anvendelse af de nye dækrodsplanter.

Jordbearbejdningen kunne variere fra pladsbearbejdning (manuel eller maskinel afskrælning af vegetation og morlag på større eller mindre felter) over stribevis harvninger til pløjning af enkelt- eller dobbelt-plantefurer af forskellig dybde og bredde. Man håbede derigennem at kunne støtte de ofte små planter, blandt andet gennem reduktion af konkurrencen fra anden vegetation, øgning af jordtemperaturen, forbedring af afdræningen, hæmning af snudebille-aktiviteten, samt gennem en større sikkerhed for korrekt placering af plantens rodklump i mineraljord. Resultater fra forsøg har senere klart vist, at forventningerne til jordbearbejdningens effekt er blevet indfriet.

Hos *Alm & Schantz-Hansen* (1974), *Callin* (1971 og 1972), *Hultén* (1974) og *Sandvik* (1973) er således fundet ialt 12 sammenligninger af planteafgange, registreret 1—6 år efter plantning, der viser, at jordbearbejdning har nedsat planteafgangen med mellem 3 og 39 %-enheder i forhold til plantninger uden jordbearbejdning. Resultaterne er opnået med rødgran, skovfyr, *Pinus banksiana* og *P. resinosa* dyrket op til 1 år (rødgran dog 2 år) i *Paperpot*, *Ontario tube* eller *Kopparfors krukset* (gruppe A—C, tabel 1).

Kun for 1+1 skovfyr, dyrket i væksthuse og omskolet i store plastpotter, er der fundet et eksempel på, at jordbearbejdning (manuel „fläckhackning“) ikke har øget overlevelsen hos dækrodsplanter (*Callin* 1972).

En gennemgang af nogle hundrede praktiske plantninger i Sverige med skovfyr og rødgran, dyrket i *Paperpot* eller *Kopparfors krukset*, viste yderligere (*Hultén* 1974, *Hultén & Jansson* 1974), at planteafgangen faldt med stigende bearbejdningsintensitet („fläckhackning“ contra „hyggesplogning“ og manuel contra maskinel „fläckupptagning“), og med stigende „fläck“-størrelse (fra 0 til 0,9 m² pr. „fläck“), hvilket sidste af *Hultén* (l.c.) blandt andet formodedes at afspejle faldende snudebille-aktivitet med stigende „fläck“-størrelse.

Hvor stor betydning, der tillægges jordbearbejdningen, fremgår af følgende passus hos *Hultén* (l.c.): „If we cannot improve our soil preparation procedures, we must produce larger plants.“

Data hos *Callin* (1971), *Hultén & Jansson* (1975a) og *Sandvik* (1973) viser endelig, at der for de samme træarter og plantetyper som ovenfor, også er en positiv, omend beskedent, indflydelse på højdevæksten, som følge af jordbearbejdningen. Kun for de tidligere omtalte 1+1 omskoledede skovfyr i store plastpotter (*Callin* 1972) har en pladsbearbejdning („fläckhack-

ning“) ikke givet større højdevækst end ingen jordbearbejdning, bedømt godt 3 år efter plantning.

Insektangreb.

Blandt de skadevoldende insekter synes erfaringerne på vore breddegrader især at koncentrere sig om den store brune snudebille (*Hylobius abietis* L.).

Opgørelser på 270 iagttagelsesflader, 1—1½ år efter plantning af rødgran og maksimalt 1 år gamle skovfyr, dyrket i *Paperpot* eller *Kopparfors krukset*, viser (*Hultén & Jansson 1974*), at planteafgangen for skovfyr gennemgående er stigende fra nord mod syd i Sverige:

forårsplantninger: ca. 5 % → 23 %
 efterårs — : - 12 - → 33 - .

Årsagen til denne stigning finder *Hultén (1974)* dels i en fra nord mod syd tiltagende andel af planter sat uden for de felter, hvor mineraljorden er blottet ved jordbearbejdningen, dels i den klimatisk betingede variation i den store brune snudebilles udbredelse. *Hultén (l.c.)* viser endvidere, at snudebille-skader blandt dækrodsplanter tiltager med faldende areal af blotlagt mineraljord, et forhold, der er velkendt også for barrodsplanter.

Også *Delfin (1974)* angiver snudebiller som væsentlige skadevoldere blandt skovfyr dyrket i *Paperpot*.

Det synes endnu ikke tilfredsstillende klarlagt, hvorvidt snudebillerne specielt foretrækker de væksthudyrkede dækrodsplanter, men problemet er måske også nok så meget de få gnav, der skal til, før de relativ små planter skades (ringes) alvorligt.

Vildtskader:

Skader forvoldt af fugle, gnavere og hjortevildt nævnes af flere, som årsag til dårlige plantningsresultater, især blandt de maksimalt 1-årige dækrodsplantetyper.

Således mener *Low (1975)*, at en af de største hindringer for anvendelsen af små dækrodsplanter er vildtet, ikke mindst i skov, hvor der er eksempler på, at hele forsøg har måttet nedlægges på grund af vildtskader. Også *Delfin (1974)* og *Gutzwiler & Winjum (1974)* anfører vildtskader, som væsentlige årsager til dårlige plantningsresultater.

Igen er det nok planternes ringe størrelse, mere end produktionsformen, der er den væsentlige årsag til skadernes omfang, idet et enkelt „nap“ vil eliminere en væsentlig part af plantens overjordiske dele, hvis planten da ikke ligefrem trækkes op (*Low 1975*).

Vegetationskonkurrence.

Betydningen af konkurrence fra anden vegetation synes ikke at være undersøgt i egentlige forsøg, men omtales som regel i mere generelle vendinger.

Således nævner *Gutzwiler & Winjum* (1974), at kraftig vegetationskonkurrence giver dårlige resultater for dækrodsplanter, medens *Low* (1975) fraråder brug af små dækrodsplanter på lokaliteter i England:

- 1) hvor græsvækst vil blive kraftig,
- 2) hvor der er blevet gødet før plantning,
- 3) hvor der er gået mere end et halvt år efter jordarbejdets udførelse, samt
- 4) i dybe furer eller huller.

Særlig alvorlig bliver situationen, hvor græs og vildt „arbejder sammen“.

Roddeformationer.

I arbejder fra 1973 og 1977 refererer henholdsvis *Bergman & Häggström* og *Grene* en række iagttagelser af dårlig stabilitet (skråstilling, væltning, ringe modstand mod træk-påvirkninger) i yngre og ældre kulturer, anlagt med såvel barrods- som dækrodsplanter. Ved undersøgelser af de væltede eller hældende planters rodsystemer fandtes disse mere eller mindre deformerede (bøjede og/eller spiralsnoede) og/eller svagt udviklede.

Deformationerne, der antoges at være en væsentlig årsag til den svage udvikling af rodsystemerne, kunne føres tilbage til den anvendte omskolings- eller udplantningsteknik, eller til dyrkning i containere med hårde, glatte vægge og bund af plast eller ler. I begge arbejder refereres endvidere iagttagelser, der viser, at selv *Paperpot*, under omstændigheder der hæmmer den mikrobiologiske nedbrydning af papiret (lave temperaturer, tørke, papirkvaliteten), kan hindre eller forsinke røddernes udbredelse i jorden i de første år, og dermed skabe grundlag for roddeformationer og deraf følgende dårlig planteudvikling i kulturerne.

De sandsynliggjorte sammenhænge mellem roddeformationer, svagt udviklede rodsystemer og nedsat stabilitet hos flere træarter, her iblandt rødgran og skovfyr, har skabt en del usikkerhed omkring anvendelsen af containertyper, som erfaringsmæssigt giver anledning til spiral- eller ringformet rodvækst. Det vil især sige containere med bund og glatte sider af plast, pap eller ler (gruppe A og B, tabel 1). Hvilket omfang problemet i praksis vil få for de mange millioner allerede udplantede dækrodsplanter af disse typer, er det endnu for tidligt at vurdere, da stabilitetsproblemerne formentlig først vil slå klart igennem 10—15 år eller mere efter udplantningen, når planterne har nået en vis højde.

Skulle uheldet imidlertid være ude, kan der dog anvises flere veje til at undgå eller mindske problemet med roddeformationer af spiralvækst-typen i den fremtidige dækrodsproduktion.

Nærliggende, men dyrt, vil det for eksempel være at afpasse containerstørrelsen efter den nødvendige dyrkningstid, således at rødderne ikke i væsentlig udstrækning kommer i kontakt med vægge og bund inden den endelige udplantning. Lige så effektivt vil det være, hvis man helt undgår de egentlige containere, og istedet dyrker planterne i substratblokke (gruppe D, tabel 1, se f. eks. *Hiatt & Tinus* 1974). Dyrkning af planter i pletter af presset tørv synes ifølge *Jansson* (1971) heller ikke at give anledning til spiralvækst i rodsystemet.

Er man uvillig til at give afkald på de bekvemme håndteringsenheder, baseret på formstøbte plast-containere, som i for eksempel *Styroblock*-, *Kopparfors*-, *GL-Topf*- eller *Book Planter*-systemerne, så synes forsøg at vise (*Hiatt & Tinus* 1974, *Lindström* 1979, *Sjöberg* 1974), at rodudviklingen til en vis grad kan styres ved at forsyne containeren og dens inderside med skarpe hjørner og lodrette ribber. Endelig kan den uheldige indflydelse fra container-bunden fjernes ved dyrkning i rørformede containere, hvor røddernes nedadgående vækst standses af et kobberholdigt underlag, eller af luft (air-pruning).

III. DANSKE FORSØG MED DÆKRODSPLANTER

I 1972 blev det besluttet at foretage en orienterende forsøgsmæssig afprøvning af dansk producerede, 4—5 måneder gamle, væksthudyrkede dækrodsplanter, den plantestørrelse, som udviklingsarbejdet i udlandet indtil da hovedsagelig havde koncentreret sig om.

Som forsøgstræart valgtes rødgran, dels fordi den er en af vore væsentligste kulturtræarter, dels fordi den i nogen grad er underrepræsenteret i det udenlandske erfaringsmateriale.

Dækrods materialet indkøbtes i to planteskoler, som havde op til 6 års erfaring i væksthudyrkning af blandt andet rødgran. Da såvel dyrknings-tæthed som containervæg ifølge de udenlandske erfaringer kunne have væsentlig betydning for plantningsresultatet, bestiltes planter dyrket dels i *Paperpot* med henholdsvis 1066 (Fh 408) og 274 (Fh 808) planter pr. m², dels i *Kopparfors krukset* (ca. 870 pl./m²), hvorfra planterne fjernes ved udplantningen (plug-planter).

Til sammenligningsmateriale valgtes først og fremmest de i Danmark almindeligt anvendte 3½—4 år gamle, omskoledede og frilandsdyrkede barrodsplanter. For at knytte forbindelsen til mange udenlandske forsøg, indgår dog også 1½ år gamle, frilandsdyrkede og barrodede frøbedsplanter i forsøgene, omend tidligere forsøgsresultater (*Bornebusch* 1941, *Nielsen*

1957) ikke tillader større forhåbninger til denne plantetype. Barrodsplanterne indkøbtes, for begge typers vedkommende, i en almindelig salgspanteskole.

Ialt er 3 forsøg blevet anlagt. Disse kan sammenlignes parvis, idet 2 er anlagt på samme lokalitet, men i hver sit år (1973 og 1974), og 2 er anlagt i samme år (1974), men på hver sin lokalitet. Et af forsøgene omfatter plantning på såvel bearbejdet (enkelt-fure) som ubearbejdet bund (kvasplantning). I de to øvrige forsøg er plantningen udelukkende sket i en enkelt-fure.

Forsøgene er anlagt i 2 jyske hedeplantager på henholdsvis en mindre renafdrift og i en nordrandsforryngelse. På begge lokaliteter kunne der forventes en ret langsom og lav florausvikling, med ringe chance for hurtig overvoksning af de små dækrodsplanter. For yderligere at mindske risikoen for større afgang, som følge af rent fysisk overlast, beskyttedes kulturerne i de første 3—4 år mod snudebiller og vildtbid. Afprøvningen er således sket under forhold, som på væsentlige punkter må anses for gunstige, ikke mindst for små planter.

Foruden disse forsøg vil der indledningsvis blive redegjort for et forsøg fra 1963, i hvilket 2+1 sitka, omplantet som 2+0 i *Jiffypot*, er sammenlignet med traditionelle 2+1 og 2+2 barrodsplanter.

(H):C-forsøg nr. 24.

Foråret 1962 omplantedes i Hedeselskabets Centralplanteskole ca. 1150 2-årige, frilandsdyrkede frøbedsplanter af sitka i *Jiffypot* fyldt med plante-skolejord (sandmuld) tilsat lidt tørvestrøelse.

1.—3. maj 1963, efter 1 års vækst på friland, udplantedes disse dækrodsplanter som 2+1 i gravede huller sammen med traditionelle, frilandsdyrkede 2+1 og 2+2 barrodsplanter af samme proveniens (Bella Coola, B.C.). Som hjælpetræ plantedes bjergfyr på hver tredje planteplads. Gennemsnitlig række- og planteafstand var henholdsvis 145 og 130 cm, svarende til ca. 5300 planter pr. ha.

Forsøget er anlagt som et randomiseret blokforsøg med 3 gentagelser (350—400 planter pr. parcel), og ligger, omgivet af åbent klitterrain, på en flad klithede tilhørende ejendommen Langagergaard ved Hulsig, ca. 10 km SV for Skagen.

En jordbundsprofil viste ca. 7 cm lyngmor over ensartet flyvesand. På plantningstidspunktet registreredes et grundvandsspejl i 40—50 cm's dybde.

Vegetationen på arealet domineredes af lyng og revling over et bunddække af mos og lav, kun brudt af et smalt bælte af græs tværs over en del af arealet. Forud for tilplantningen er fjernet nogle få selvsåede bjergfyr. Bortset fra opstamning af den indplantede bjergfyr omkring 1975, er der intet foretaget på arealet efter plantningen.

Registrering af planteafgang og plantehøjder er udført både 5 og 13¼ år efter plantningen, og således, at planter inden for den omtalte, markante græsstribe er holdt udenfor. Registreringerne omfatter ved begge opgørelser 26—33 plantepladser pr. parcel.

Ved opgørelsen 5 år efter plantning fandtes ingen betydende forskelle i planteafgang og plantehøjde, idet disse lå mellem henholdsvis 0 og 1 %, og 33 og 37 cm. Dækrodsplanterne har på dette tidspunkt altså ikke vist sig sikrere eller hurtigere startende end barrodsplanterne.

En optælling pr. 19/7 1968 af svage planter, det vil sige planter med nåle alene på de ny 1968-skud, antydede dog, at begge barrodsplantetyper måske på længere sigt ville vise sig at have visse svagheder, sammenlignet med *Jiffypot*-planterne (tabel 5).

Tabel 5. Procent af de levende planter, der kun har nåle på 1968-skuddene, opgjort 19. juli 1968. Sitka plantet 1.—3. maj 1963. (H):C-forsøg nr. 24, Langagergaard.

Table 5. Percentage of the living plants bearing needles only on the 1968-shoots, assessed on July 19, 1968. Sitka spruce planted May 1—3, 1963. (H):C experiment no. 24, Langagergaard. (Barrod = bare-rooted stock).

Plantetype	Blok			Middel
	I	II	III	
	Block			
Type of planting stock	I	II	III	Mean
2+1 barrod	30.8	9.4	3.2	14.5
2+1 Jiffypot	0.0	0.0	3.2	1.1
2+2 barrod	15.4	0.0	19.4	11.6

August 1976, godt 13 år efter plantning ses det imidlertid (tabel 6), at afgangen blandt 2+2 barrodsplanterne kun er øget ubetydeligt, og at de i praksis stadig må anses for lige så sikre som dækrodsplanterne.

Tabel 6. Planteafgang (%) for sitka plantet 1.—3. maj 1963, opgjort august 1976. (H):C-forsøg nr. 24, Langagergaard.

Table 6. Mortality (%) of Sitka spruce planted May 1—3, 1963, assessed August 1976. (H):C experiment no. 24, Langagergaard. (Barrod = bare-rooted stock).

Plantetype	Blok			Middel
	I	II	III	
	Block			
Type of planting stock	I	II	III	Mean
2+1 barrod	26.9	3.1	12.9	14.3
2+1 Jiffypot	0.0	3.1	3.2	2.1
2+2 barrod	3.8	3.0	6.5	4.4

Derimod har en betydelig afgang blandt 2+1 barrodsplanterne i perioden 1968—76 bestyrket mistanken om visse svagheder i dette plante-materiale, men det skal dog fremhæves, at den ret betydelige variation i afgangen i de tre blokke medfører, at der ikke kan påvises statistisk sikre forskelle mellem nogen af de tre plantetyper.

Tabel 7. Samlet højdetilvækst (cm) for 9 vækstsæsoner (1968—1976), samt sluthøjden august 1976 efter 14 vækstsæsoner (cm), for sitka plantet 1.—3. maj 1963. (H):C-forsøg nr. 24, Langagergaard.

Table 7. Total height increment (cm) for 9 growing seasons (1968—76), together with final height August 1976 after 14 growing seasons (cm), of Sitka spruce planted May 1—3, 1963. (H):C experiment no. 24, Langagergaard. (Barrod = bare-rooted stock).

Plantetype	Højdetilvækst 1968—1976				Middelhøjde august 1976	
	Blok			Middel		
Type of planting stock	I	II	III	Mean	Mean height August 1976	
	Height increment 1968—1976					
	Block					Mean
	I	II	III			
2+1 barrod	33.8	96.5	99.6	76.6	109.5	
2+1 Jiffypot	29.5	75.2	71.9	58.9	95.9	
2+2 barrod	43.8	153.0	64.6	87.1	122.5	

Hvad angår højdeudviklingen, der generelt har været dårlig, er der intet der taler for (tabel 7), at dækrodsplanterne på dette punkt skulle være de to barrodsplantetyper overlegne, snarere tværtimod. Dog har der heller ikke her kunnet påvises statistisk sikre forskelle mellem de tre plantetyper, hverken for højdetilvækstens eller sluthøjdens vedkommende.

Plantningsmåneden maj 1963 blev ret nedbørsrig, 57 mm mod normalt 33 målt ved Skagen, medens resten af vækstsæsonen (juni—september) kun takket være en særdeles regnrig august lige nåede op over normalen (260 mm mod 249).

Frost tidligt i vækstperioden er forekommet, men skaderne har indskrænket sig til uvæsentlig svidning af knopper og skudspidser uden egentlig tilbagefrysning til følge.

Der er ikke observeret angreb af snudebiller o.l. i forsøgsperioden, ligesom vegetationen på intet tidspunkt synes at have truet kulturen.

Forsøg nr. 1203.

Efter fyldning med findelt tørv, tilsædes 18. april 1973 følgende containertyper med rødgran, proveniens Nødebo DK-F 71:

Containertype	Diam. cm	Længde cm	Antal „potter“ pr. m ²
Paperpot Fh 408	3.8	7.5	1066
— Fh 808	7.5	7.5	274
Kopparfors krukset	3.3	8.2	870

De tilsæede containere anbragtes i et plastdækket væksthuse, hvis dække fjernedes i slutningen af juli.

Efter sortering fra toppen, hvorved 5 cm blev laveste plantehøjde, udplantedes de tre dækrodsplantepartier den 13.—14. september samme år, sammen med traditionelle, frilandsdyrkede $1\frac{1}{2}+0$ og $1\frac{1}{2}+2$ barrodsplanter af samme proveniens. Dækrodsplantepartiernes middelhøjder inden udplantningen i skoven fremgår af tabel 8.

T a b e l 8. Middelhøjder (cm) for rødgran på udplantningstidspunktet september 1973. Forsøg nr. 1203, Grindsted plantage afd. 6.

T a b l e 8. Average heights (cm) of Norway spruce at the time of planting September 1973. Experiment no. 1203, Grindsted plantation, Compt. 6.
(Barrod = bare-rooted stock).

Plantetype	Højde			
	før udplantning*)		efter udplantning	
Type of planting stock	middel	variation	middel	variation
	Height			
	before planting*)		after planting	
	mean	variation	mean	variation
$\frac{1}{2}+0$ Paperpot Fh 408	8.8	5—16	6.5	1—13
$\frac{1}{2}+0$ — Fh 808	9.9	5—18	6.5	1—13
$\frac{1}{2}+0$ Kopparfors krukset	9.3	5—16	7.1	2—13
$1\frac{1}{2}+0$ barrod	—	—	10.4	2—16
$1\frac{1}{2}+2$ —	—	—	44.5	30—61

*) rodhals — topknop
root collar — top bud

Forsøget, der er anlagt som et „romersk kvadrat“ med 5 gentagelser og 32—48 planter pr. parcel, placeredes i Grindsted plantage afd. 6, Hedeselskabets 6. plantagedistrikt, på en mindre renafdrift (0,4 ha) efter 78-årig rødgran. Med en middelhøjde på godt 19 m svarer dette til en West-Nielsen bonitet 5,2. Arealet ligger på hedeslette, og jordbunden består af ca. 12 cm granmor over en sandjordspodsol uden fast al.

Ved udplantningen anvendtes til *Paperpot Fh 408* planterøret „Pottiputki“ (se *Honoré 1974*), til *Kopparfors* plug-planter hulpibe (*Honoré l.c.*), og til *Paperpot Fh 808* samt barrodsplanterne grønris-plantebor (se *Heding 1968*, „Stålboret“). Plantningen udførtes iøvrigt i en ikke grubbet, skål-

formet enkeltfure, 10—15 cm dyb og 25—30 cm bred, frembragt med en SFF-tallerkenplov (se *Neckelmann* 1973) efter total kvasrydning.

Plantepartiernes middelhøjder efter udplantningen fremgår af tabel 8.

Efter plantningen sprøjtedes samtlige plantetyper med 1 % Lindan mod snudebiller, samt med Arbinol mod vildtbid, en behandling, som er gentaget årligt, henholdsvis forår og efterår, til og med 1977.

Resultaterne af de fire første års planteafgangspøgørelser, som er baseret på samtlige plantepladser i hver parcel, er vist i tabel 9.

T a b e l 9. Planteafgang (%) for rødgran plantet 13.—14. september 1973. Forsøg nr. 1203, Grindsted plantage afd. 6.

T a b l e 9. Mortality (%) of Norway spruce planted September 13—14, 1973. Experiment no. 1203, Grindsted plantation, Compf. 6. (Barrod = bare-rooted stock).

Plantetype	Registreringsdato			
	30/5-75	1/12-75	25/10-76	7/11-77
Type of planting stock	Date of registration			
	30/5-75	1/12-75	25/10-76	7/11-77
½ + 0 Paperpot Fh 408	5.0	6.2	6.9	6.9
½ + 0 — Fh 808	6.2	6.2	6.7	6.7
½ + 0 Kopparfors krukset	5.8	7.5	7.9	7.9
1½ + 0 barrod	15.8	19.6	20.8	21.2
1½ + 2 —	10.4	10.8	10.8	11.2

Som det vil ses, har planteafgangen for 4 af de 5 plantepartier været acceptabel, det vil sige under eller lige på grænsen af, hvad der normalt vil udløse en efterbedring. Kun 1½ + 0 barrodsplanterne når, med middelfafgange på ca. 16 og 20 % efter henholdsvis 1. og 2. vækstsæson, klart op over denne grænse. Det skal dog bemærkes, at variationen i planteafgang har været så stor, at der ikke kan konstateres statistisk sikre forskelle mellem nogen af plantepartierne.

En foreløbig vurdering af højdeudviklingen i forsøget har vist, at ingen af de dækrodede plantetyper endnu har formået at indhente de traditionelle 1½ + 2 barrodsplanter, og heller ikke viser tegn på at ville gøre det.

20/6 1974, ved begyndelsen af første vækstsæson efter plantningen, kunne det konstateres, at 44—65 % af planterne i de tre dækrods-partier havde tørre toppe, men satte flere friske skud fra stammerne. Af 1½ + 0 barrodsplanterne var kun ca. 8 % toptørre, medens der ikke fandtes toptørre 1½ + 2 barrodsplanter.

Klimaet var i plantningsmåneden september 1973 og den efterfølgende vinter meget nedbørsrigt, medens der var betydelige nedbørsunderskud i månederne april—maj (24 mm mod normalt 83, målt ved Grindsted) og august (31 mm mod normalt 92) 1974.

I slutningen af maj 1975 forekom flere steder i Jylland ret streng nattefrost. Forsøget blev ikke særlig hårdt ramt, og synlige skader (gule-røde nåle, slappe skud) sås kun på enkelte planter fra de tre dækrodsparter, samt $1\frac{1}{2}+0$ barrodsparter. $1\frac{1}{2}+2$ barrodsplanterne, der klart ikke var så langt fremme i udspringet, som de øvrige planteparter, især dækrodsplanterne, var gået helt fri.

Forsøgsarealet var på plantningstidspunktet vegetationsfrit, og floraudviklingen herefter meget langsom. Først i løbet af sommeren 1977, knap 4 år efter plantning, er der stedvis udviklet en ret kraftig vegetation af bølget bunke. Lyng har, som normalt for hedeplantagerne, indfundet sig i plantefurerne, men har ikke udviklet sig væsentligt uden for disse.

Forsøg nr. 1204.

Efteråret 1974 udlagdes to nye forsøg, 1204 og 1205, med de samme plantetyper og samme rødgran-proveniensen, som beskrevet under forsøg nr. 1203, blot var dækrodsplanterne dennegang fremstillet i en anden planteskole.

Såningen fandt sted den 2. april 1974, hvorefter de tilsåede containere anbragtes i et permanent væksthuse. Planterne forblev i væksthuse til den

Tabel 10. Middelhøjder (cm) for rødgran på udplantningstidspunkterne 28.—29. august (forsøg nr. 1204, Grindsted plantage afd. 6) og 3.—5. september 1974 (forsøg nr. 1205, Palsgaard skov afd. 51).

Table 10. Average heights (cm) of Norway spruce at the times of planting August 28—29 (Experiment no. 1204, Grindsted plantation, Compt. 6) and September 3—5, 1974 (Experiment no. 1205, Palsgaard forest, Compt. 51). (Barrod = bare-rooted stock).

Plantetype	Højde					
	før udplantning*)		efter udplantning			
Type of planting stock	middel	variation	Forsøg nr. 1204		Forsøg nr. 1205	
			middel variation		middel variation	
	Height					
	before planting*)		after planting			
	mean	variation	Exp. No. 1204		Exp. No. 1205	
mean			variation	mean	variation	
$\frac{1}{2}+0$ Paperpot Fh 408	11.5	7—23	9.7	3—19	10.4	5—21
$\frac{1}{2}+0$ — Fh 808	13.4	7—26	10.6	3—19	12.6	5—27
$\frac{1}{2}+0$ Kopparfors krukset	10.1	7—18	9.9	5—15	10.6	5—19
$1\frac{1}{2}+0$ barrod	—	—	12.8	8—17	11.9	5—25
$1\frac{1}{2}+2$ —	—	—	46.3	30—67	—	—
$2+2$ —	—	—	—	—	31.2	10—58**)

*) rodhals — topknop
root collar — top bud

***) $1\frac{1}{2}+2$ planterne udskiftet med $2+2$ planter 1.—2. maj 1975, se teksten.
 $1\frac{1}{2}+2$ stock replaced by $2+2$ stock May 1st—2nd 1975, see the text.

21. august, hvorefter de flyttedes udendørs indtil udplantningen, henholdsvis 28.—29. august (1204) og 3.—5. september (1205).

De tre dækrodsparter sorteredes igen fra toppen inden udplantningen, hvorved den laveste plantehøjde blev 7 cm. Plantepartiernes middelhøjder, såvel før som efter udplantningen, fremgår af tabel 10.

Forsøg nr. 1204 er anlagt som et randomiseret blokforsøg med 5 gentagelser (48 planter pr. parcel) på en 0,4 ha-udvidelse af forsøgsafdriften i Grindsted plantage afd. 6, som er beskrevet foran under forsøg nr. 1203.

Kvasrydning, jordbearbejdning, plantningsteknik samt plantebeskyttelsens art og varighed svarer ligeledes til det for 1203 oplyste.

Udfaldet af planteafgangsopgørelserne i de første 3 år efter plantning, som er baseret på samtlige plantepladser i hver parcel, er vist i tabel 11.

Tabel 11. Planteafgang (%) for rødgran plantet 28.—29. august 1974. Forsøg nr. 1204, Grindsted plantage afd. 6.

Table 11. Mortality (%) of Norway spruce planted August 28—29, 1974. Experiment no. 1204, Grindsted plantation, Compt. 6. (Barrod = bare-rooted stock).

Plantetype	Registreringsdato		
	1/12-75	25/10-76	7/11-77
	Date of registration		
Type of planting stock	1/12-75	25/10-76	7/11-77
½ + 0 Paperpot Fh 408	27.5	31.7	32.1
½ + 0 — Fh 808	11.3	13.3	13.8
½ + 0 Kopperfors krukset	9.6	24.2	25.0
1½ + 0 barrod	35.2	35.6	36.0
1½ + 2 —	4.6	4.6	4.6

Af tabellen fremgår det, at den væsentligste del af planteafgangen er opstået i løbet af det første år efter plantning, dog med nogen forøgelse for dækrodsplanternes vedkommende i 2. året, hvor man især hæfter sig ved den ekceptionelt store stigning i dødeligheden blandt *Kopperfors*-planterne.

Kun plantningsresultatet for 1½ + 2 barrodsplanterne, der har signifikant mindre planteafgang end alle de øvrige plantetyper, kan betragtes som fuldt tilfredsstillende.

Blandt dækrodsplanterne bemærkes dog den relativ beskedne afgang på knap 14 % i *Paperpot Fh 808*-partiet, hvilket er signifikant mindre end afgangen blandt *Fh 408*-planterne. Den væsentligste forskel mellem de to *Paperpot*-typer er, som tidligere nævnt, forskellen i dyrkningstæthed i væksthuset: 274 mod 1066 planter/m², og den deraf følgende kraftigere udvikling af *Fh 808*-planten (sml. tabel 10). Afgangen blandt *Fh 808*-planterne er endvidere signifikant mindre end blandt 1½ + 0 barrod.

Dødeligheden blandt plantetyperne *Paperpot Fh 408*, *Kopparfors krukset* og $1\frac{1}{2}+0$ barrod afviger ikke signifikant fra hinanden.

Heller ikke i dette forsøg tyder en foreløbig vurdering af højdeudviklingen på, at dækrodsplanterne vil være istand til at indhente de kraftige $1\frac{1}{2}+2$ barrodsplanter.

I lighed med forsøg nr. 1203, kunne der konstateres forskelle i udspringstidspunkterne mellem dækrods- og barrodsplanterne. Den 5/6 1975, ved indledningen til 1. vækstsæson, var topknoppen således brudt på de fleste dækrodsplanter, medens $1\frac{1}{2}+2$ barrodsplanterne endnu kun undtagelsesvis var brudt. $1\frac{1}{2}+0$ barrod synes i denne henseende at ligge mellem $1\frac{1}{2}+2$ barrod og dækrodsplanterne.

En mulig årsag til de observerede forskelle i udspringstider kan være forskelle i planternes N-koncentrationer, en faktor, som vides at påvirke knopbrydningen efter udplantning i skoven (*Benzian et al.* 1974, *Sandvik* 1978). Intensiv gødskning i væksthuset kan således tænkes at have givet dækrodsplanterne et højere N-niveau end de frilandsdyrkede barrodsplanter, og dermed et tidligere udspring, medens et højere N-niveau i frøbudsplanter end i omskoledede planter (*Benzian & Smith* 1973) kan tænkes at forklare udspringsforskellen mellem $1\frac{1}{2}+0$ og $1\frac{1}{2}+2$ barrod.

Den klare forskel i udspring medførte utvivlsomt, ligesom i forsøg nr. 1203, at dækrodsplanterne havde flere synlige skader efter nattefrosten i slutningen af maj 1975 end $1\frac{1}{2}+2$ barrod, der var helt symptomfrie.

Plantningen fandt sted i slutningen af august 1974, som havde været meget tør, med en nedbør på kun 31 mm, målt ved Grindsted, svarende til ca. $\frac{1}{3}$ af normalen. Allerede i dagene 5.—10. september faldt der imidlertid igen rigeligt med regn, og nedbøren for september og de følgende vintermåneder kom til at ligge væsentlig over normalen. I de to følgende år, 1975 og 1976, hæfter man sig især ved de ekstremt tørre somre, med nedbørssummer for juni—august på henholdsvis 64 og 54 mm mod normalt 219 (Grindsted).

Forsøgsarealet var på plantningstidspunktet vegetationsfrit, og først i løbet af sommeren 1977 har især bølget bunke begyndt at gøre sig gældende på mindre dele af arealet. Lyng forekommer kun spredt i plantefurerne.

Forsøg nr. 1205.

Det andet forsøg fra 1974 er anlagt i Palsgaard skov afd. 51, Palsgaard statsskovdistrikt, på overgangen mellem randmoræne og hedeslette. Jordbunden er her en typisk sandjordspodsol med 10—11 cm granmor, men uden fast al.

Forsøget er placeret i to øst-vest gående, ca. 20 m brede, renafdrevne striber i en 98-årig, godt 20 m høj rødgranbevoksning, svarende til en West-

Nielsen bonitet 6,2. Mellem de to striber står en ca. 25 m bred rand af den urørte granbevoksning.

Forsøget er anlagt som et blokforsøg (split-plot eksperiment) med 4 gentagelser (44—67 planter pr. parcel), og tager sigte på at sammenligne de 5 plantetyper plantet dels i en enkeltfure, som i de to foregående forsøg, dels i urørt kvas.

De tre dækrodsplantepartier er beskrevet under det foregående forsøg, og deres middelhøjder, både før og efter udplantningen, fremgår af tabel 10.

Også barrodsplanternes middelhøjder efter udplantningen 3.—5. september 1974 fremgår af tabel 10. De oprindeligt plantede $1\frac{1}{2}+2$ barrodsplanter blev dog alle udskiftet med $2+2$ barrodsplanter af samme proveniens den 1.—2. maj 1975. Det er derfor disse sidst satte planter, der repræsenterer den traditionelle, omskolede barrodsplante i forsøget.

Arsagen til udskiftningen var, at der, trods kraftig sortering inden den første udplantning, stadig var mange store, op til 90 cm høje, ranglede planter i $1\frac{1}{2}+2$ -parcellerne, samt at netop disse planter i marts måned 1975 næsten alle stod med tørre toppe, men iøvrigt levende. Da endvidere plantning efter hakke havde medført en helt urimelig skråstilling af især de store planter, besluttedes det at kassere dette planteparti som uegnet til at repræsentere den traditionelle rødgranbarrodsplante i forsøget.

Kvasrydning, jordbearbejdning og plantning på halvdelen af forsøgsarealet, samt plantebeskyttelsen på hele arealet, er udført som beskrevet under forsøg nr. 1203, dog er barrodsplanterne samt *Paperpot Fh 808* plantet efter Wiedehopf-plantehakke istedet for efter grønris-plantebor. På den kvasdækkede del af forsøgsarealet er plantningen udført med de samme redskaber, som på den kvasryddede og furepløjede del.

Resultaterne af de tre første års planteafgangsopgørelser, som er baseret på samtlige plantepladser i hver parcel, fremgår af tabel 12.

Tabellen viser, at hovedparten af planteafgangen er kommet i det første år efter plantningen, men dog med væsentlige bidrag også i 2.- og til dels 3.-året, især for kvasplantningens vedkommende.

Som det måtte ventes ud fra tidligere erfaringer (*Neckelmann 1976*), har kvasplantning af $2+2$ barrodsplanter givet større afgang end plantning i plantefurer, her godt 16 mod godt 7 %, opgjort 3 år efter plantning. Endnu større forøgelse af planteafgangen kan imidlertid konstateres blandt de øvrige plantetyper. Her ligger forskellene mellem kvas- og fureplantninger på ca. 23—28 %-enheder for *Paperpot Fh 408* og *808* samt $1\frac{1}{2}+0$ barrod, og op til godt 62 %-enheder for *Kopparfors krukset*.

En variansanalytisk behandling af materialet viser iøvrigt, at der, ud over statistisk sikre forskelle i planteafgang mellem såvel plantetyper som kulturmetoder (fure- og kvasplantning), også er et signifikant samspil mellem disse faktorer.

Tabel 12. Planteafgang (%) for rødgran plantet 3.—5. september 1974 (2+2 barrod dog 1.—2. maj 1975). Forsøg nr. 1205, Palsgaard skov afd. 51.

Table 12. Mortality (%) of Norway spruce planted September 3—5, 1974 (except for 2+2 bare-rooted stock, which was planted May 1—2, 1975). Experiment no. 1205, Palsgaard forest, Compt. 51. (Barrod = bare-rooted stock).

Plantetype	Registreringsdato		
	18/12-75	2/11-76	8/12-77
Type of planting stock	Date of registration		
	18/12-75	2/11-76	8/12-77
Fure-plantning			
<i>Planting in single furrow</i>			
½+0 Paperpot Fh 408	30.5	35.3	37.6
½+0 — Fh 808	13.0	19.0	20.5
½+0 Kopparfors krukset	3.7	8.8	9.2
1½+0 barrod	52.9	63.7	64.3
2+2 —	1.1	7.3	7.3
Kvas-plantning			
<i>Planting through brash</i>			
½+0 Paperpot Fh 408	47.7	62.5	65.3
½+0 — Fh 808	32.4	42.0	43.8
½+0 Kopparfors krukset	49.4	64.2	71.6
1½+0 barrod	80.7	88.1	90.3
2+2 —	2.8	13.6	16.5

I *fureplantningen* har 2+2 barrodsplanterne været signifikant sikrere end de øvrige plantetyper, med undtagelse af *Kopparfors*-planten, medens 1½+0 barrod lige så sikkert har været forsøgets dårligste plantetype. Blandt dækrodsplanterne har den lille *Paperpot*-type *Fh 408* haft signifikant højere dødelighed end både *Kopparfors*-planten og den større *Paperpot Fh 808*. Forskellen mellem de to sidstnævnte plantetyper er kun på grænsen til signifikans.

Set fra et praktisk synspunkt er der næppe grund til at diskutere forskellene mellem planteparterne i *kvasplantningen*, hvor der, bortset fra 2+2 barrodsplanterne, nærmest er tale om grader af mislykkethed. Det kan dog noteres, at bortset fra *Kopparfors*-planterne, hvis dødelighed er øget radikalt, så er rækkefølgen for de øvrige plantetyper med hensyn til planteafgang principielt den samme, som i *fureplantningen*. Alene *Kopparfors*- og *Paperpot Fh 408*-planterne afviger ikke signifikant fra hinanden i *kvasplantningen*.

Et foreløbigt skøn over højdeudviklingen i forsøget tyder ikke på, at dækrodsplanterne og 1½+0 barrodsplanterne i væsentlig grad har mindsket den efter plantningen etablerede højdeforskel i forhold til 2+2 barrodsplanterne.

Plantningen udførtes efter en særdeles tør august 1974 (24 mm regn mod normalt 89, målt ved Vester Palsgaard), men samtidig med, at en

periode med kraftig nedbør indledtes 5.—6. september. De efterfølgende vækstsæsoner i 1975 og 1976 karakteriseres især ved betydelige nedbørsunderskud i månederne juni—august, det vil sige nedbørssummer på henholdsvis 70 og 41 mm mod normalt 218.

Frostskader er ikke registreret i dette forsøg, sandsynligvis på grund af god skyggevirkning i de ca. 20 m brede, øst-vest gående striber.

Vegetationsudviklingen har i dette forsøg været lidt hurtigere end i de to foregående forsøg, idet bølget bunke stod „på spring“ under den gamle bevoksning. Allerede efter 2. vækstsæson var bunken derfor pletvis ved at slutte sig, medens den efter 3. vækstsæson (1977) dækkede store dele af især de kvasryddede blokke. Her dækkede græssets frøstande ofte de mindre planter.

Ved afslutningen af 2. vækstsæson viste biller og nålegrav på enkelte planter, at arealet havde været besøgt af Strophosomus-arter, uden at dette dog havde fået generende følger for planterne.

IV. SAMMENDRAG OG DISKUSSION

Betragtet under eet viser resultaterne fra de tre sidst refererede forsøg (tabel 13), at den i Danmark almindeligt anvendte $1\frac{1}{2}(2)+2$ rødgranbarrodsplante, sat i en plantefure på renafdrift efter ældre rødgran i hedeplantage, har givet et stabilt plantningsresultat med afgang, der ligger lige på eller under grænsen for, hvad der i normal praksis vil udløse en efterbedring.

Sammenlignet hermed har resultaterne for hver af forsøgenes tre dækerodsplantetyper været langt mere varierende, med afgang, som veksler

Tabel 13. Planteafgang (%) for rødgran, registreret 3 år efter plantning, i henholdsvis fure- og kvasplantninger. Forsøg nr. 1203-5.

Table 13. Mortality (%) of Norway spruce, registered 3 years after planting, in single furrow plantings and in plantings through brush. Experiment no. 1203-5. (Barrod = bare-rooted stock).

Plantetype	Plantning i fure				Middel	Plantning i kvas Forsøg nr. 1205
	Forsøg nr.					
	1203	1204	1205			
	Plantning i single furrow					
Type of planting stock	Exp. No.			Mean	Planting through brush Exp. No. 1205	
	1203	1204	1205			
$\frac{1}{2}+0$ Paperpot Fh 408	6.9	32.1	37.6	25.5	65.3	
$\frac{1}{2}+0$ — Fh 808	6.7	13.8	20.5	13.7	43.8	
$\frac{1}{2}+0$ Kopparfors krukset	7.9	25.0	9.2	14.0	71.6	
$1\frac{1}{2}+0$ barrod	20.8	36.0	64.3	40.4	90.3	
$1\frac{1}{2}(2)+2$ barrod	10.8	4.6	7.3	7.6	16.5	

mellem det fuldt acceptable og op til ca. 3—7 gange dødeligheden blandt de omskolede barrodsplanter. Denne svingning i plantningssikkerheden svarer ganske godt til det indtryk, man har fra litteratursammenstillingen, der viser (jvf. fig. 1), at selv om små dækrodsplanter har givet acceptable resultater; så har der dog været endnu flere tilfælde, hvor planteafgangen har været utilfredsstillende, ialtfald set med danske øjne.

At plantningssikkerheden gennemgående er større blandt de tre forsøgs dækrodsplantetyper end for $1\frac{1}{2}+0$ barrodsplanterne, samt iøvrigt øges med faldende dyrkningstæthed (*Paperpot Fh 408* contra *Fh 808*), er ligeledes i rimelig til god overensstemmelse med indtrykket fra litteratursammenstillingen (sml. s. 364 og 370—371).

Kopparfors-planten, der i forsøgene repræsenterer de dækrodsplantetyper, som udplantes efter at være fjernet fra deres dyrkningscontainere (= plug-planter), har i 2 af de tre forsøg klaret sig væsentlig bedre end den i andre henseender næsten jævnførbare *Paperpot Fh 408*, hvis container ikke fjernes ved udplantningen. Forskelle i container-materiale og dyrkningstæthed (ca. 870 mod 1066 planter/m²) tillader dog ikke, at denne forskel i plantningssikkerhed ukritisk tages til indtægt for plug-princippets overlegenhed, en udlægning der dog ville være i god overensstemmelse med resultaterne fra litteratursammenstillingen omkring dette emne (se s. 364 og 372).

Resultaterne fra forsøg nr. 1205 støtter med al ønskelig tydelighed litteratursammenstillingens konklusion med hensyn til nødvendigheden af jordbearbejdning, i forbindelse med anvendelsen af små dækrodsplanter (sml. s. 376—377). Den mest nærliggende forklaring på de nedslående resultater fra forsøgets *kvaplantninger* må være, at næsten hele den kun 7—8 cm lange rodklump placeres i den afdrevne granbevoksnings 10—12 cm tykke morlag. Dette er ikke blot udtørringstruet, men vanskeliggør, sammen med kvaset, utvivlsomt en effektiv tiltrædning omkring planterne. I modsætning hertil giver plantefurens blottede mineraljord langt større sikkerhed for en teknisk tilfredsstillende plantning, samt for en bedre kontakt til mineraljordens vandbeholdning.

Også blandt barrodsplanterne har der, som ventet, været størst afgang i kvaplantningerne. Dødeligheden blandt $2+2$ planterne har dog holdt sig på et niveau, der må betragtes som normalt under lignende plantningsbetingelser (jvf. *Neckelmann 1976*).

Angående årsagerne til de ofte betydelige afgange blandt dækrodsplanterne i forsøg nr. 1204 og 1205, selv i fureplantningerne, kan det iøvrigt fastslås, at disse *ikke* kan henføres til vegetationskonkurrence, insekt- eller vildtskader, ligesom efterårs- og forårsfrost ikke er sandsynlige årsager.

Vinterskader, som følge af dårlig skudmodning, kunne ifølge litteraturen være en mulighed, men da der i begge forsøg også ses eksempler på

relativ beskedne planteafgange blandt de tre dækrodstyper, trods ensartede dyrkningsforhold i væksthuset, så synes det ikke rimeligt at tillægge denne mulighed særlig stor vægt.

Tilbage bliver tørkepåvirkninger, som netop kunne tænkes at skade den kraftigste plantetype, *Paperpot Fh 808*, og *Kopparfors*-planten, som har den mest direkte kontakt mellem rodklump og jordbund, relativt mindst. Sådanne tørkepåvirkninger har utvivlsomt været til stede i de to første vækstsæsoner, i de ekstremt tørre somre 1975 og 1976.

Svarende til, hvad der er fundet i norske forsøg med rødgran og skovfyr (*Børresen* 1967), har omplantning af 2+0 barrodsplanter af sitka i *Jiffypot* øget plantningssikkerheden for 2+1 planter, sammenlignet med konventionelt fremstillede 2+1 barrodsplanter ((H):C-forsøg nr. 24). Derimod har der i samme forsøg ikke kunnet konstateres nogen overlegenhed for 2+1 *Jiffypot*-planten med hensyn til højdeudviklingen.

Endelig har der i det danske forsøg ikke kunnet ses sikre eller betydende forskelle mellem 2+1 *Jiffypot*-planten og den omskoledede 2+2 barrodsplante, hverken med hensyn til overlevelse eller højdevækst.

Afslutningsvis skal det påpeges, at de refererede danske forsøg alle viser, at plantningssikkerheden for den normalt anvendte, 3½—4-årige, omskoledede barrodsplante er væsentlig større end for de yngre barrodstyper 2+1 og 1½+0, hvoraf sidstnævnte har været helt uacceptabel. Også disse resultater er i god overensstemmelse med tidligere erfaringer, såvel herhjemme (*Bornebusch* 1941, *Nielsen* 1957), som i udlandet (*Haugberg* 1962).

V. KONKLUSION OG AFSLUTNING

Såvel litteratursammenstilling, som de refererede danske forsøg, synes klart at vise, at ca. ½ år gamle, væksthusedyrkede dækrodsplanter af rødgran ikke besidder tilstrækkelig sikre egenskaber i henseende til overlevelse og højdeudvikling til, at de bør indføres i plantageskovbruget. De bør hverken bruges som erstatning for, eller som supplement til, den almindeligt anvendte 3½—4-årige, omskoledede barrodsplante. På grund af blandt andet den kraftigere floraudvikling og det større vildttryk på foryngelsesarealer i landets gamle skovegne, forekommer det heller ikke rimeligt at anvende sådanne små dækrodsplantetyper her.

Heller ikke for sitka har dækrods-princippet, her i form af 2+0 barrodsplanter omskoledede 1 år i *Jiffypot*, bragt nogen forbedring i forhold til den traditionelle 2+2 barrodsplante, bedømt på grundlag af et 1. generationsforsøg på klithede.

Ved et eventuelt videre arbejde med væksthusedyrkede dækrodsplanter af rødgran, bør der på vore breddegrader utvivlsomt anvendes en dyrkningstid på mindst 2 år, hvoraf det sidste tilbringes på friland (med eller

uden forudgående omskoling i større container eller vækstsustratblok), ligesom dyrkningstætheden i planteskolen formentlig ikke bør overstige ca. 500 planter pr. m². Også effekten af kortdagsbehandling bør afprøves.

En udvikling i den skitserede retning er da også allerede igang flere steder, men meget tyder på, at der hermed bliver tale om plantetyper, som ikke længere kan konkurrere på indkøbsprisen med vort traditionelle plantealternativ: den omskolede, 3—4-årige, frilandsdyrkede barrodsplante. Eksempelvis kan nævnes, at 2-årige, uomskolede *Paperpot*-planter af rødgran (*Fh 408* og *608*), indkøbt til en ny serie af sammenlignende forsøg med dækrods- og barrodsplanter, kostede fra 500—670 kr./1000, på et tidspunkt (foråret 1977), hvor 2+2 barrodsplanter (20—40 cm) kostede 460 kr./1000. For omskolede 1+1 dækrodsplanter (*Paperpot Fh 408* i 0,41 l plastpotte) steg indkøbsprisen til 760 kr./1000.

Med hensyn til valg af container-type ville det være interessant at afprøve eksempler på plast-containerer forsynet med rodstyrende ribber, hvor planterne sættes i jorden uden dyrkningscontaineren (plug-planter). Ligeledes bør der holdes øje med udviklingen af væksthussplanter dyrket i blokke af mineraluld eller skum-plast, systemer, som rummer visse tekniske fordele, og som løser nogle problemer omkring rodudviklingen og anvendelsen af findelt tørv som vækstmedium.

Indtil andet er vist for de større plantetyper, bør der ubetinget benyttes jordbearbejdning ved anvendelse af dækrodsplanter på morklædte jorder. Effektiv beskyttelse af planterne mod snudebiller vil ligeledes være absolut nødvendig, ligesom beskyttelse mod vildtbid lokalt kan vise sig gavnlig.

Dansk skovbrug er, som nævnt i indledningen, normalt ikke trængt af plantemangel, der kan føres tilbage til en for lille, konventionel planteskolekapacitet. På denne baggrund må det derfor anses for både forsvarligt og rimeligt at afvente en relativ kortvarig forsøgsmæssig afprøvning af nye plantetyper i skoven, inden afgørende og kostbare omlægninger af produktionen inden for planteskolesektoren, eller væsentlige dele heraf, besluttet.

Forsøgsresultaterne vil da kunne indgå som baggrundsmateriale for det skøn over de samlede udgifter til planter, transport, opbevaring i skoven, kvasrydning, jordbearbejdning, plantebeskyttelse, plantning, renholdelse og efterbedring, der må være en nødvendig forudsætning for en skovbrugsrelevant vurdering af de nye plantetyper.

Forsøgsmæssig afprøvning af blandt andet 3 forskellige typer af 2-årige rødgran-dækrodsplanter er foråret 1977 iværksat af forsøgsvæsenets hede- og klitskovsafdeling på 5 forskellige lokaliteter i Jylland, dækkende foryngelser på såvel sand- som grus- og lerjorder. Relevante planteafgangsresultater vil formentlig foreligge foråret 1979 eller 1980, medens højdeudviklingen først vil blive opgjort foråret 1982.

VI. SUMMARY

So far, ball-rooted planting stock has been used only on an extremely modest scale in Denmark. However, reports from abroad of rather considerable production figures for especially ball-rooted conifer plants have during the 1970's created a certain interest in these new types of plants, yet without having caused any substantial changes of policy in the traditional plant production. In the case of conifers, the production is still quite dominantly based on 2—4-year-old bare-rooted transplants grown in outdoor nurseries.

The lack up till now of any very marked interest in the new types of ball-rooted stock, measured in production figures, is probably first of all due to the fact that Denmark has long had a relatively fine-meshed network of conventional outdoor nurseries, which are usually able to cover the demand for the commonly used tree species; indeed, their capacity even allows for exports.

Nor can the special adaptability of the standardized ball-rooted plant to automatized, mechanical planting be any important incitement in a period with prospects of protracted and comprehensive unemployment, or for a forestry characterized, among other factors, by modest-sized properties and comparatively small and widely scattered forestation areas. Under such circumstances, the suitability of the ball-rooted plant to specially designed, hand-operated planting tools, combining an improved working posture with increased output, will command a much wider interest.

Neither seems the possible applicability of the ball-rooted planting stock to planting during the growing season to be of decisive importance in a country where planting of most tree species is normally done in upwards of half of the months of the year.

For these reasons it must be considered most appropriate that the question of the introduction of the new types of plants into Denmark is decided alone on the basis of their ability to compete, biologically and financially, with the bare-rooted transplants used so far.

An estimate of this ability must be based on a knowledge of all relevant expenses, that is, expenses in connexion with purchase of plants, transport, storing in the forest, planting, necessary slash removal and soil cultivation, and, not least, on a knowledge of these plant types' power of survival and growth, which is decisive of the expenses for beating up, plant protection and weeding.

The present report brings together biological results (mortality rates, growth, etc.) obtained by using ball-rooted conifer planting stock, abroad as well as in Denmark. The survey is concerned chiefly with the not over one year old greenhouse-grown seedling, which in most production systems was up to recent years the end product aimed at. However, also other types of ball-rooted stock are mentioned, to the extent permitted by the material.

By way of introduction to a survey of literature, comprising works from the U.S.A., Canada, Norway, Sweden, Finland, U.K. and Germany mainly covering the period 1970—77, the commonly adduced arguments for the application of ball-rooted stocks in forest plantings are summed up and discussed. It is pointed out, inter alia, that the advantages claimed for the protected root system must be supposed to be largely counterbalanced by certain handicaps, first of all by the poor size of the plants (often only 5—15 cm high). Also the suitability of the ordinarily used growing media (milled peat, mineral fibres) is discussed.

Table 1 gives a survey of the growing units (containers and blocks of growing media) employed in the investigations described in the literature reviewed.

A rough idea of the level of the security in planting obtained so far by application of not over 1 year old ball-rooted seedlings may be obtained from Fig. 1, which brings together 1246 items of information about mortality rates for various tree species and systems of cultivation from the literature reviewed.

Assuming that only mortality rates not exceeding about 10 % (that is, no need for beating up) can be characterized as satisfactory, the figure shows that the results obtained so far have in much too few cases been able to conform to this standard. The figure further shows that the picture becomes considerably more aggravated the later the assessments forming the basis of it are made, a circumstance which can also be demonstrated for the individual tree species in the material (Table 2), and which is further confirmed by the results of successive assessments made in the same planting (Fig. 2). These circumstances provide reasons to warn against attaching conclusive importance to the many early assessments (often made after only one growing season) reported in the literature on ball-rooted plants.

A collocation of results from comparative field experiments with ball-rooted and bare-rooted stocks shows (Table 3 and 4 supplemented with *Huss & Siebert 1977*) —

- that less than 1 year old ball-rooted seedlings of *Pinus contorta*, white spruce and Western hemlock (especially the plug-types, cf. Table 1 Group B) have survived, on the whole, as well or better than 2-year-old bare-rooted stock, while ball-rooted stocks of Douglas Fir and Scots pine and other species have been far less safe. Compared with 3-year-old bare-rooted transplants, the ball-rooted stock has in most cases come out with the poorest results,

- that 2+0 plug-plants (Group B Table 1) have been superior to 2+0 bare-rooted stock, whereas, on an average, they have not been essentially better than 2—4-year-old bare-rooted transplants,

- that ball-rooted transplants, except, however, for Douglas fir, have in most cases been superior to the alternative bare-rooted stock.

As to plant heights and height increments, the not over one year old ball-rooted seedling only in the case of white spruce and *Pinus contorta* have exceeded the 1—3 years older bare-rooted stock.

In comparisons between 2-year-old plants, the ball-rooted stock comes out best, and also ball-rooted transplants, on the whole, have done better than bare-rooted transplants, yet with some exceptions for Douglas fir.

The remaining part of the survey of the literature comprises a review of some factors of which it has been found that they may influence the survival and growth of the ball-rooted planting stock in the forest plantings. It appears here that in several respects the ball-rooted stock does not differ fundamentally from the bare-rooted stock.

Thus, it has been found that survival as well as height development are, as a rule, influenced positively if —

- the production period and the spacing are increased in the nursery,

- the height of the plants is increased, for example by sorting before planting,

- soil cultivation is carried out before planting.

Among factors which influence the planting results negatively the following are mentioned: drought, frost (frozen shoots, frost lifting), attacks by insects,

browsing (even birds have been reported to have caused losses), and competition by weed growth, factors which all have a particularly heavy effect on especially small plants.

Characteristic of the ball-rooted stock is a negative effect of the container as such, especially if the roots of the plants have difficulty in penetrating it. The effect may materialize in increased mortality and decreased height growth if planting is done without the container being removed, or by a deformed root system (spiralling). It is feared that the latter may lay the foundation of a weak development of the root system resulting in a reduced stability of the future stand.

Finally, it has appeared that the ball-rooted plant, too, is affected by the time of planting. Thus, autumn planting (August—November) as a rule has given bad results, and the worse the later the planting was done. The best time of planting seems generally to have been May—June, as these plantings have given slightly better results than the plantings done in April and July.

In the final part of the report, an account is given of results from the following Danish field experiments with ball-rooted stocks of Norway spruce and Sitka spruce, our numerically most important conifer species in forest plantings.

Exp. no.	Species	Ball-rooted stock	Bare-rooted stock	Planting date
(H):C-24	Sitka spruce	2+1 Jiffypot	2+1 2+2	May 1963
1203	Norway spruce	$\frac{1}{2}+0$ Paperpot Fh 408 $\frac{1}{2}+0$ — Fh 808 $\frac{1}{2}+0$ Kopparfors krukset	$1\frac{1}{2}+0$ $1\frac{1}{2}+2$	Sept. 1973
1204	Norway spruce	As 1203	$1\frac{1}{2}+0$ $1\frac{1}{2}+2$	Aug. 1974
1205	Norway spruce	As 1203	$1\frac{1}{2}+0$ 2+2	Sept. 1974 May 1975

(H):C-24 is a first generation planting in dug holes in level dune terrain, whereas 1203—5 are 2nd generation plantings in single furrows or unremoved brush after Norway spruce in unfertile podsolized sand in Jutland. The plant types in Experiments 1203—5 are further characterized in Tables 8 and 10.

The experiments show the following —

2+1 Jiffypot plants and 2+2 bare-rooted stock of Sitka spruce have both had an unimportant mortality, in contrast to 2+1 bare-rooted stock, the mortality of which has been above the normal limit to beating up (10 %). Well over 13 years after planting there are no statistically certain height differences between the 3 plant types (Tables 6 and 7).

$\frac{1}{2}+0$ greenhouse-grown Paperpot and Kopparfors plants of Norway spruce have under all planting conditions had a lower mortality than $1\frac{1}{2}+0$ bare-rooted stock, which, as in earlier experiments, has proved to be a quite unfit type of Norway spruce plant.

On the other hand, when planting was done in a 25—30 cm wide single fur-

row, a considerable variation in mortality has caused the $\frac{1}{2} + 0$ ball-rooted stock, on the average, to come out inferior to the very stable $1\frac{1}{2} (2) + 2$ bare-rooted stock. This type of plant has here, as the only one, had a mortality rate which has consistently been lying just on or below the limit to beating up (Tables 9, 11, 12 and 13).

For planting through brush, the results of Experiment no. 1205 show a quite unacceptable mortality both as far as ball-rooted and $1\frac{1}{2} + 0$ bare-rooted stock are concerned. The mortality of $2 + 2$ bare-rooted stock, however, must be deemed acceptable considering the planting method (Table 12).

The survival of the Paperpot plants is everywhere improving with increasing spacing in the greenhouse (Fh 408: 1066 plants per sq.m. as against Fh 808: 274 plants per sq.m, Tables 9, 11 and 12).

On the average, the Kopparfors stock has had a lower mortality than Paperpot Fh 408, but, among other circumstances, a somewhat wider spacing in the greenhouse (870 as against 1066 plants per sq.m) prevents this fact from bringing full support to the conclusion that the paper wall has a negative influence on the survival of the Paperpot stock (Table 13).

A preliminary, subjective estimate seems not to indicate that the $\frac{1}{2} + 0$ ball-rooted stock is able to neutralize the difference in height in relation to the $1\frac{1}{2} (2) + 2$ bare-rooted stock which was established at the planting.

In all the experiments a considerable improvement of the survival of the bare-rooted stock is seen with increasing age of the plants (Tables 6 and 13).

Finally it is concluded that abt. $\frac{1}{2}$ -year-old greenhouse-grown ball-rooted seedlings of Norway spruce should not be introduced into Danish forestry, either as a substitute for or as a supplement to the normally applied $3\frac{1}{2}$ —4-year-old bare-rooted transplants.

If any further work is to be done with greenhouse-grown ball-rooted plants of Norway spruce in Denmark, a larger plant should be preferred, for instance 2 years old, cultivated at spacings in the greenhouse not exceeding 500 plants per sq.m. Experiments with such types of plants, which probably cannot compete in cost price with traditional bare-rooted planting stock, were established in the spring of 1977 under various soil conditions in Jutland.

Oxford Classific. No. 232.411.2, 232.411.5 *Picea abies*, *Picea sitchensis*.

LITTERATUR

- Anonym*, 1971: Stenuld som stikkesubstrat. Statens Forsøgsvirksomhed i Plante-kultur 73. årg., 985. Medd.
- Anonym*, 1976: Försöksverksamhet med skogsplantodling i stenull. Inst. för Skogs-förbättring, Norra Distriktet. Sävar. Stencil.
- Alm, A. A. & R. Schantz-Hansen*, 1974: Tubeling research plantings in Minnesota. In: Tinus et al. 1974: 384—387.
- Arnott, J. T.*, 1974: Performance in British Columbia. In: Tinus et al. 1974: 283—290.
- Arnott, J. T. & C. P. Brett*, 1973: Container-grown trees show response to fertili-zation at time of planting. Tree Planters' Notes 24, No. 1: 15—19.

- Aronsson, A.*, 1975: Influence of photo- and thermoperiod on the initial stages of frost hardening and dehardening of phytotron-grown seedlings of Scots Pine (*Pinus silvestris* L.) and Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.). *Studia For. Suecica* Nr. 128.
- Bamford, A. H.*, 1974: Development of the British Columbia container program. In: Tinus et al. 1974: 53—58.
- Barnett, J. P.*, 1975: Containerized pine seedlings thrive in wood-fiber blocks. *Tree Planters' Notes* 26, No. 2: 13—21.
- Benzian, B., R. M. Brown & S. C. R. Freeman*, 1974: Effect of late-season top dressing of N (and K) applied to conifer transplants in the nursery on their survival and growth on british forest sites. Symp. Stand Establ., Proceedings, Wageningen: 420—421.
- Benzian, B. & H. A. Smith*, 1973: Nutrient concentrations in healthy nursery-grown seedlings and transplants of conifers. Rep. For. Res. 1973, For. Comm. London: 143—144.
- Bergman, F. & B. Haggström*, 1973: Några faktorer av betydelse vid skogsplantering med rotade plantor. *Sv. Skogsv.förb. Tidskr.* 71: 565—578.
- Bonin, P.*, 1974: Quebec's container-grown seedling program. In: Tinus et al. 1974: 339—348.
- Bornebusch, C. H.*, 1939: Sommerplantning af Naaletræer. *Forstl. Forsøgsv. Danm.* 14: 97—132.
- 1941: Forsøg med Rødgranplantning efter forskellige Metoder. *Dansk Skovf. Tidsskr.* 26: 97—107.
- Buchanan, B. A.*, 1974: Containerized seedlings on the Lincoln National Forest. In: Tinus et al. 1974: 359—365.
- Bush, F. A. T.*, 1971: Some observations on container planting in Canada. *Tree Planters' Notes* 22, No. 3: 8—12.
- Børresen, E.*, 1967: Jiffy-pots i skogbruket. *Norsk Skogbruk* 13: 173—176.
- Callin, G.*, 1971: Manuell sättning av rotade plantor. *Sv. Skogsv.förb. Tidskr.* 69: 183—214.
- 1972: Rotade plantor — överlevnad och metodutveckling. *Sv. Skogsv.förb. Tidskr.* 70: 99—122.
- 1975: Barrots- och krukplantor av tall — överlevnad, växt och tidsåtgång. *Sv. Skogsv.förb. Tidskr.* 73: 3—30.
- 1976: Skyddsplantering. *Sv. Skogsv.förb. Tidskr.* 74: 628—631.
- Davidson, W. H. & E. A. Sowa*, 1974a: Early attempts to vegetate coal-mine spoils with container-grown seedlings. In: Tinus et al. 1974: 372—376.
- 1974b: Container-grown seedlings show potential for afforestation of Pennsylvania coal-mine spoils. *Tree Planters' Notes* 25, No. 4: 6—9.
- Delfin, G.*, 1974: Undersökning av paperpotplanteringar i sydöstra Sverige. *Sv. Skogsv.förb. Tidskr.* 72: 541—550.
- Dickerson, B. P.*, 1973: Containerized Loblolly Pines promising for erosion control planting. *Tree Planters' Notes* 24, No. 1: 35—37.
- Elam, W. W. & H. A. Koelling*, 1974: Some biological and engineering design aspects of a coated clay container. In: Tinus et al. 1974: 134—136.
- Ferdinand, S. I., W. C. Kay & A. K. Hellum*, 1974: Container program in Alberta. In: Tinus et al. 1974: 44—52.
- Frisque, G. & J. T. Arnott*, 1975: How containers affect tubed seedlings 5 years after planting. *Tree Planters' Notes* 26, No. 1: 35—37.

- Froland, A.*, 1974: Foliepotteplanter — en ny plantetype. Norsk Skogbruk 20: 8—9, 14.
- Goodwin, O. C.*, 1974: Field performance of containerized seedlings in North Carolina. In: Tinus et al. 1974: 324—328.
- Grene, S.*, 1977: Roddeformationer og stabilitet. Dansk Skovf. Tidsskr. 62: 235—290.
- Gutzwiller, J. R. & J. K. Winjum*, 1974: Performance of containerized coniferous seedlings in recent forest regeneration trials in Oregon and Washington. In: Tinus et al. 1974: 291—297.
- Hald, A.*, 1957: Statistical theory with engineering applications. New York. London.
- Haugberg, M.*, 1962: Forsøk med forskjellige plantealdre for gran og furu. Årsskr. Norske Skogpl.sk. 1961: 27—32.
- 1967: Sorteringsforsøk med 2/2 granplanter. Rapport om SSFF's Råstoffutvalgs virksomhet 1951—1965, Oslo: 60—86.
- Heding, N.*, 1968: Kvaskulturer. Dansk Skovf. Tidsskr. 53: 253—265.
- Hiatt, H. A. & R. W. Tinus*, 1974: Container shape controls root system configuration of Ponderosa pine. In: Tinus et al. 1974: 194—196.
- Hite, W. A.*, 1974: Container field performance in the Rockies and Plains. In: Tinus et al. 1974: 306—309.
- Honoré, S.*, 1974: Kulturteknik. En orientering om udviklingen indenfor den hjemlige og udenlandske kulturteknik. Skovteknisk Institut. København.
- Hultén, H.*, 1974: Containerization in Scandinavia. In: Tinus et al. 1974: 20—28.
- Hultén, H., L. Håkansson & L. Lilliehöök*, 1976: Biologisk uppföljning av rotade planter vid praktisk skogsodling planteringsår 1973. — Resultatsammanställningar av inventeringar hösten 1975. Skogshögskolan, Inst. för skogsföryngr., Rapp. och Uppsatser Nr. 70.
- Hultén, H. & K-Å. Jansson*, 1974: Biologisk uppföljning av rotade planter vid praktisk skogsodling planteringsår 1972. — Resultatsammanställningar av inventeringar hösten 1973. Ibidem, Nr. 56.
- 1975a: Biologisk uppföljning av rotade planter vid praktisk skogsodling planteringsår 1972. — Resultatsammanställningar av inventeringar hösten 1974. Ibidem, Nr. 62.
- 1975b: Biologisk uppföljning av rotade planter vid praktisk skogsodling planteringsår 1973. — Resultatsammanställningar av inventeringar hösten 1974. Ibidem, Nr. 63.
- Hultén, H. & L. Lilliehöök*, 1976a: Biologisk uppföljning av rotade planter vid praktisk skogsodling planteringsår 1974. — Resultatsammanställningar av inventeringar hösten 1975. Ibidem, Nr. 69.
- 1976b: Biologisk uppföljning av praktisk skogsodling. Planteringsår 1975. — Resultatsammanställningar av inventeringar hösten 1975. Ibidem, Nr. 71.
- 1977a: Biologisk uppföljning av rotade planter vid praktisk skogsodling planteringsår 1974. — Resultatsammanställningar av inventeringar hösten 1976. Ibidem, Nr. 88.
- 1977b: Biologisk uppföljning av praktisk skogsodling. Planteringsår 1975. — Resultatsammanställningar av inventeringar hösten 1976. Ibidem, Nr. 89.
- 1977c: Biologisk uppföljning av praktisk skogsodling. Planteringsår 1976. — Resultat och sammanställningar av inventeringar hösten 1976. Ibidem, Nr. 90.

- Hultén, H., L. Sundin & L.-Å. Vikinge, 1973:* Reseberättelse från Nordamerika 7.—22. oktober 1973. Notat. Stockholm. Stencil.
- Huss, J., 1976:* Containerpflanzten: Eine wichtige Neuentwicklung für die Forstwirtschaft? 1. und 2. Teil. Forstarchiv 47: 62—64, 106—108.
- Huss, J. & H. Siebert, 1977:* Erste Anwuchsergebnisse von Douglasien-Containerpflanzen auf Versuchsflächen in Bayern und Hessen. Forsttechn. Inform. 29, Nr. 1: 1—5.
- Jansson, K.-Å., 1971:* En orienterande studie av rotade tallplantor avseende rotdeformation. Skogshögskolan, Inst. för skogsförnygr., Rapp. och Uppsatser Nr. 31.
- Johnson, H. J., 1974:* Canadian Forestry Service container planting trials in Alberta, Saskatchewan, and Manitoba. In: Tinus et al. 1974: 298—305.
- Kaveldiget, O., 1978:* Nordisk Skogbruks Frø- og Planteråds virksomhet fra 1975 til i dag. Årsskr. Nord. Skogpl.sk. 1977: 7—8.
- Kinghorn, J. M., 1970:* The status of container planting in western Canada. The Forestry Chron. 46: 466—469.
- Lindström, A., 1979:* Resultat från första årets odlingsförsök med en ny typ av blockplantbehållare. Sv. Lantbruksuniv., Inst. för skogsprodukt., Garpenberg. Stencil Nr. 1, 1979.
- Low, A. J., 1975:* Production and use of tubed seedlings. Bull. No. 53, For. Comm. London.
- Low, A. J. & R. M. Brown, 1972:* Production and use of ball-rooted planting stock in Sweden and Finland. Res. Dev. Pap. No. 87, For. Comm. London.
- Miller, E. L. & J. D. Budy, 1974:* Field survival of container-grown Jeffrey pine seedlings outplanted on adverse sites. In: Tinus et al. 1974: 377—383.
- Mork, E., 1954:* Om sambandet mellom omplantningsavstand, planteutvikling, kulturresultater og kulturutgifter for 2/2 gran. Medd. norske Skogforsøksv. 13: 45—88.
- Møller, P., 1960:* Sortering af rødgranplanter. Dansk Skovf. Tidsskr. 45: 225—234.
- Neckelmann, J., 1973:* Pløjningsproblemer i hedeplantagerne — og en løsning. Skoven 5: 226—227.
- 1976: Jordbearbejdning og kulturudvikling i det jyske sandjordsområde. Dansk Skovf. Tidsskr. 61: 4—34.
- Neugebauer, W. O., 1974:* Douglasien aus dem Container — ein Kulturverfahren der Zukunft. All. Forst Zeitschr. 29: 209—210.
- Nielsen, C. N., 1957:* Revision af forsøg med rødgranplantning efter forskellige metoder. Dansk Skovf. Tidsskr. 42: 257—280.
- Niiranen, J., 1973:* Användning av torrvullar vid produktion av skogsplantor. Årsskr. Norske Skogpl.sk. 1972: 58—65.
- Parviainen, J., 1976:* Initial development of root systems of various types of nursery stock for Scots pine. Folia Forestalia 268.
- Phipps, H. M., 1974:* Influence of growing media on growth and survival of container-grown seedlings. In: Tinus et al. 1974: 398—400.
- Rosvall-Åhnebrink, G., 1977:* Artificiell invintring av skogsplantor i plastväxthus. Sv. Lantbruksuniv., Inst. för skogsförnygr., Garpenberg. Int. rapp. 1978 — 14.
- Ruden, T., 1973:* Av et forsøk med individuelt utvalg av 2/2 granplanter. Årsskr. Norske Skogpl.sk. 1972: 74—76.

- Sandvik, M.*, 1973: Kopparforsmetodens, paperpotmetodens og torvbandmetodens anvendelighet under forskjellige forhold. Årsskr. Norske Skogpl.sk. 1972: 49—58.
- 1978: Gjødslingens innflytelse på plantenes etablering etter utplantning. Årsskr. Nord. Skogpl.sk. 1977: 41—56.
- Scarratt, J. B.*, 1974: Performance of tubed seedlings in Ontario. In: Tinus et al. 1974: 310—320.
- Schlaeger, G. D.*, 1969: Improved plastic tubes for seedlings. Tree Planters' Notes 19, No. 4: 11—12.
- Schneider, G., D. P. White & R. Heiligmann*, 1970: Growing coniferous seedlings in soilless containers for field planting. Tree Planters' Notes 21, No. 3: 3—7.
- Sjoberg, N. E.*, 1974: The styroblock container system. In: Tinus et al. 1974: 217—228.
- Skoupy, J. & E. L. Hughes*, 1971: Reforestation using „Jiffy 7“ peat pellets. Tree Planters' Notes 22, No. 1: 10, 19.
- Strömberg, S.*, 1976: Skogsplantor i stenull. Inst. för Skogsförb., Information 1975/76, Skogsträdsförädling, Nr. 9.
- Tanaka, Y. & R. Timmis*, 1974: Effects of container density on growth and cold hardiness of Douglas-fir seedlings. In: Tinus et al. 1974: 181—186.
- Tinus, R. W., W. I. Stein & W. E. Balmer* (editors), 1974: Proceedings of the North American Containerized Forest Tree Seedling Symposium. Denver, Colorado, August 26—29, 1974. Great Plains Agr. Council. Publ. No. 68.
- Toman, J. & D. Hocking*, 1973: A brief history and some perspectives of ball planting. Skogshögskolan, Inst. för skogsförnygr., Rapp. och Uppsatser Nr. 44.
- Wahlqvist, Å.*, 1971a: Kopparfors-systemet för plantframställning och manuell plantering. Forskningsstiftelsen Skogsarbeten, Teknik Nr. 7.
- 1971b: Paper-pot-systemet för plantframställning och manuell plantering. Forskningsstiftelsen Skogsarbeten, Teknik Nr. 8.
- Walters, J.*, 1963: An improved planting gun and bullet: A new tree-planting technique. Tree Planters' Notes No. 57: 1—3.
- 1969: Synthetic ball planting on the University of British Columbia Research Forest, Haney, B.C. Tree Planters' Notes 20, No. 1: 10—13.
- White, D. P. & G. Schneider*, 1972: Soilless container system developed for growing conifer seedlings. Tree Planters' Notes 23, No. 1: 1—4.
- Willumsen, J.*, 1972: Vandretension, vandbevægelse og ilt diffusion i inaktive rod-medier. Tidsskr. Planteavl 76: 570—580.