

Plantetidsforsøg med friskoptagne og kølelagrede barrodsplanter af rødgran og grandis

Jørgen Neckelmann

Skovbrugsserien
Nr. 25 • 1999



Rapportens titel

Plantetidsforsøg med friskoptagne og kølelagrede barrodsplanter af rødgran og grandis.

Forfatter

Jørgen Neckelmann

Udgiver

Forskningscentret for Skov & Landskab

Serietitel, nr.

Skovbrugsserien nr. 25-1999

Ansvarshavende redaktør

Niels Elers Koch

Layout

Nelli Leth

Bedes citeret

Jørgen Neckelmann (1999): Plantetidsforsøg med friskoptagne og kølelagrede barrodsplanter af rødgran og grandis. Skovbrugsserien nr. 25, Forskningscentret for Skov & Landskab, Hørsholm, 1999. 77s.

ISBN

87-7903-052-1

ISSN

0907-0346

Tryk

Kandrups Bogtrykkeri, 2100 København Ø

Oplag

600 eks.

Pris

125 kr.

Forsidefotos

Jørgen Neckelmann

Gengivelse er tilladt med tydelig kildeangivelse

I salgs- eller reklameøjemed er eftertryk og citering af rapporten samt anvendelse af Forskningscentrets navn kun tilladt efter skriftlig tilladelse.

Rapporten kan købes ved henvendelse til

Forskningscentret for	eller	Miljøbutikken
Skov & Landskab		Læderstræde 1
Hørsholm Kongevej 11		DK-1201 København K
DK-2970 Hørsholm		Tlf. 3395 4000
Tlf. 4576 3200		Fax 3392 7690
Fax 4576 3233		E-mail: butik@mem.dk
E-mail fsl@fsl.dk		

Forord

Nærværende rapport beskriver udviklingen over 10 år i to plantetidsforsøg med henholdsvis friskoptaget og kølelagret plantemateriale af rødgran og grandis.

Forsøgene er anlagt i 1982/83 med værdifuld bistand fra Hedeselskabets Planteskole Brøndlundgaard, Viborg Amtskommunes plantage ved Møns-
ted og P. Schjøtts Planteskole, der alle takkes for deres indsats og interesse. Ligeledes takkes Statsskovenes Planteavlstation for økonomisk bistand ved udarbejdelse af rapporten.

Indhold

Indhold	5
1. Indledning og baggrund	7
2. Forsøgsformål	11
3. Forsøgsdesign og behandlinger	12
4. Forsøgsanlæggene	15
4.1 Beliggenhed og bevoksningshistorie	15
4.2 Terræn og jordbund	15
4.3 Vegetation	16
4.4 Kulturforberedelse	17
4.5 Plantematerialet	17
4.5.1 Plantetype og proveniens	17
4.5.2 Tørstofindhold	18
4.6 Plantebehandling og plantning	19
4.7 Kulturpleje	20
4.8 Hugst af juletræer	20
4.9 Klimaforhold	21
4.9.1 Nedbør	21
4.9.2 Temperaturer	21
4.10 Sammenfattende vurdering af forsøgsgrundlaget	22
5. Registreringer og målinger	25
5.1 Plantebeskrivelser	25
5.2 Planteafgang	25
5.3 Højdeudvikling	25
6. Databehandling	27
6.1 Statistik	27
6.2 Præsentation	28
7. Forsøgsresultater	29
7.1 Plantebeskrivelse inden udplantning	29
7.1.1 Rødgran	29
7.1.2 Grandis	30
7.2 Planteafgang for rødgran og grandis	32
7.2.1 Generelt	32
7.2.2 Friskoptagne planter	33
7.2.3 Friskoptagne og kølelagrede planter	34
7.3 Højdeudvikling for rødgran	39
7.3.1 Generelt	39
7.3.2 Friskoptagne planter	39
7.3.3 Friskoptagne og kølelagrede planter	40
8. Diskussion	42
8.1 Friskoptagne planter	42

8.1.1 Etableringssikkerhed	42
8.1.2 Højdevækst	44
8.2 Kølelagrede planter	46
8.2.1 Lagringskader	46
8.2.2 Tørstofprocent og visuelle lagringskader	52
8.2.3 Etableringssikkerhed	53
8.2.4 Højdevækst	56
9. Konklusioner	58
9.1 Friskoptagne planter	58
9.2 Kølelagrede planter	59
10. Anbefalinger	62
11. Litteratur	64
Bilag 1-11	67

1. Indledning og baggrund

Afgørende for enhver plantnings succes er planternes mulighed for gennem rodvækst at etablere en effektiv kontakt til det nye vækstmedium, inden reduktion af planternes medbragte reserver af især vand og energi i væsentlig grad begrænser deres evne til fortsat eller fornyet vækst. Denne mulighed vil foruden af lokale forhold med hensyn til jordbund, arealforberedelse og plantningsteknik være afhængig af et samspil mellem blandt andet

- planternes fysiologiske tilstand,
- planternes "indre", genetisk bundne tilbøjelighed til rodvækst og
- de ydre betingelser for rodvækst, især temperatur og fugtighed,

faktorer der alle vil variere med årstiden og dermed optagnings- og udplantningstidspunktet.

Planternes fysiologiske tilstand er foruden af produktionsforholdene i planteskolen påvirket af såvel graden af som følsomheden for stresspåvirkninger, begge vekslende med årstiden. Angående følsomheden er især planternes status med hensyn til vækst og hvile erfaringsmæssigt afgørende for deres reaktion på såvel fysiske (overrivning af rødder, tryk) som klimatiske betingede (udtørring) stresspåvirkninger i forbindelse med optagning, sortering, lagring og transport.

Indikationer på årstidsbestemte "indre" rodvækstpotentialer er fundet for flere træarter ved plantninger over året, eller dele af dette, under ensartede, gunstige vækstforhold i laboratoriet (Mattsson 1986, Ritchie & Tanaka 1990, McKay & Mason 1991, Mattsson & Lassheikki 1995, Nielsen & McKay in prep.). Fælles for en række nåltræarter fra den nordlige tempererede klimazone (sitka, douglas, nobilis, skovfyr m.fl.) er et rodvækstpotentiale, der aftager gradvist fra et maksimum omkring de grønne plantedeles vækstafslutning sidst på sommeren til et minimum sidst på efteråret/først på vinteren, sandsynligvis sammenfaldende med planternes indtræden i den dybeste del af vinterhvilen. Formentlig i forbindelse med at denne efter en passende temperatur- og måske lyspåvirkning atter hæves, stiger rodvækstpotentialet igen, topper omkring midvinter for derefter at falde til sit andet minimum i det tidlige forår kort før knopbrydningen. Ifølge en enkelt undersøgelse (Mattsson 1986) falder dog skovfyr i nogen grad udenfor dette mønster, idet dennes andet maksimum og minimum falder noget senere i henholdsvis april og den meget aktive skudstrækningsperiode i juni. Præcist hvornår de enkelte maksima og minima indtræffer, på hvilke indbyrdes niveauer de indstiller sig, og hvor længe de varer, afhænger foruden af træarten formentlig også af proveniensen og måske plantetypen, målemetoden m.m.

Som omtalt er de beskrevne rodvækstmønstre påvist under ideelle vækstbetingelser med hensyn til blandt andet temperatur og fugtighed. Ved praktiske udplantninger over året vil sådanne betingelser langt fra altid, måske

endog sjældent, være tilstede. Det "indre" vækstpotesiales variation over året kan derfor meget vel vise sig at være en kun delvist betydende faktor i det samspil med variable og mere eller mindre forudsigelige ydre betingelser for rodvækst, som er bestemmende for udfaldet af praktiske plantninger af *friskoptaget* materiale på forskellige tidspunkter af året.

Den teoretiske viden om dette komplicerede samspil og dets effekter over året er endnu så beskeden, at praktiske anvisninger med hensyn til acceptable plantningstidspunkter indtil videre hovedsagelig må baseres på sammenstillinger af erfaringer fra praksis og praksisnære plantningsforsøg. Resultater fra sådanne vil yderligere have den fordel, at de også inkluderer effekterne af de årstidsbetingede forhold, der efter plantningen kan påvirke plantedelene over jorden eller hele planten for eksempel i form af udtørnings- og frostrelaterede skader på skud og nåle, opfrysning m.m..

Øget fleksibilitet i valget af optagningstidspunkt, udjævning af arbejdsindsatsen i forbindelse med klargøring og udlevering af plantematerialet samt forventninger om sikrere overvintring og opbevaring iøvrigt har medført, at *kølelagret* plantemateriale gennem en årrække har udgjort en støt stigende andel af planteskolernes udbud af planter. Skovbrugets interesse i kølelagringsteknikken ligger hovedsagelig i mulighederne for fleksibel levering af sikkert opbevarede planter i takt med kulturarealernes klargøring og klimats egnethed for plantning. En vis udvidelse af den traditionelle forårsplantningssæson gennem forlængelse af planternes hvileperiode anses dog også for en af kølelagringens muligheder.

Praktiske erfaringer og forskning har vist, at planters tolerance overfor kølelagring, for eksempel udtrykt ved den tid planterne kan lagres uden målbare skader, gradvist øges i løbet af efteråret for at nå et maximum omkring midvinter. Sidst på vinteren og frem til foråret reduceres tolerancen igen gradvist. Manglende detailkendskab til dette formentlig både træarts- og proveniensafhængige toleranceforløb har utvivlsomt været en meget væsentlig årsag til de negative erfaringer, der i tidens løb har skabt den usikkerhed og skepsis omkring anvendelsen af kølelagret plantemateriale, som stadig træffes i skovbruget.

Gennem de senere år har der været gjort en betydelig indsats for at finde målbare indikatorer, der uafhængig af vekslende produktionsforhold kan vise, i hvilken fase af toleranceforløbet et bestemt planteparti befinder sig på et givet tidspunkt efter afslutningen af sidste vækstsæson i planteskolen. Kunne der påvises rimeligt tætte forbindelser mellem sådanne udtryk for planternes afmodning eller hærkning og forskellige mål for deres evne til at klare kortere eller længere tids lagring på køl, ville man være kommet opstillingen af praktisk anvendelige kriterier for planters lagerbarhed et betydeligt skridt nærmere.

Af undersøgte indikatorer kan blandt andet nævnes andelen af celler i deling i skud- eller rodspidser (McKay & Mason 1991) og det relative tørstofindhold i planternes skudspidser (Jensen et al. 1993, Keller & Matthesen 1998 m.fl.). Af mere indirekte karakter er bestemmelse af skadevirk-

ningerne som følge af stresspåvirkninger på forskellige tidspunkter. Ved de såkaldte frysetests, benyttes således kontrolleret nedfrysning til et eller flere niveauer som stressfaktor. Skadernes omfang kan bestemmes ved elektrisk måling af jonudslippet (som følge af ødelagte cellemembraner) i et vandigt ekstrakt af skud- eller rodvæv (McKay & Mason 1991, McKay 1994, Lindström & Nyström 1994 m.fl.), eller ved måling af reduktionen af nogle af planternes livsfunktioner, for eksempel enzymaktiviteten (Lindström & Nyström 1987, Lindström & Mattsson 1989, Hansen & Eriksen 1994) eller evnen til roddannelse under gunstige betingelser (se side 7). I alle tilfælde sættes målingerne i relation til resultaterne af tilsvarende målinger udført på som regel 100% dræbt materiale fra samme planteparti. Jo lavere den relative skadegrad er, des højere anses toleranceniveauet at være.

Interessen for disse indikatorer forekommer berettiget, da deres variation over tiden synes at afspejle væsentlige træk i lagringstolerancens udvikling uden for vækstsæsonen (Hultén 1980, McKay & Mason 1991, Jensen et al. 1993, McKay 1994, Lindström 1996, Keller & Matthesen 1998 m.fl.) om end med forskelle i følsomhed og i prognoseværdi for især senvinteren og det tidlige forår. Undersøgelser af relationerne mellem relativt tørstofindhold i skudspidser og udtryk for frosthårdførhed hos granplanter tyder således på (Rosvall-Åhnebrink 1977, Hansen & Eriksen 1994), at det relative tørstof i sammenligning med frosthårdførheden kan være en for lidt følsom testparameter i for eksempel september/oktober måned. Her er ændringerne i frosthårdførheden og dermed sandsynligvis også i planternes lagerbarhed som regel store, medens det relative tørstofindhold kun ændrer sig forholdsvis lidt også set i forhold til måleusikkerheden. Fra midvinter og frem til april vil tørstofprocenten endvidere ofte ligge på et ensartet højt niveau (Keller & Matthesen 1998), mens frosthårdførheden allerede fra februar kan være for kraftig nedadgående (McKay 1994 m.fl.).

Blandt andet eksempler på uforklarede svigt ved praktisk anvendelse af tørstofindholdet som indikator for lagerbarhed (Lindström 1996) viser, at der endnu er et stykke vej at gå, inden den teoretiske eller empiriske forskning har skabt den fornødne forståelse af dyrkningsteknikkens og de øvrige produktionsforholds indflydelse på planternes fysiologiske tilstand set i relation til deres lagerbarhed. En eller flere indikatorer for maksimal lagerbarhed er dog måske allerede indenfor rækkevidde. Af hensyn til planteskolernes muligheder for at udnytte teknisk gunstige optagningsbetingelser, der måtte opstå både før og efter et optimalt optagningstidspunkt, bør indikatorerne imidlertid også kunne afstikke grænserne for eventuelle sikre lagringstider ved optagning på sådanne tidspunkter.

Indtil videngrundlaget for således dækkende indikatorer er skabt, vil resultater fra praksisnære og systematiske plantningsforsøg være af stor betydning. Dels som grundlag for afprøvning af foreslåede indikatorer, dels som bidrag til den sum af empirisk erfaring, som indtil da må tjene som grundlag for praksis' valg mellem kølelaget eller friskoptaget plantemateriale på forskellige plantningstidspunkter.

De forsøgmæssigt underbyggede erfaringer med plantningstidspunktets indflydelse på kulturetablering og -udvikling under danske forhold har indtil begyndelsen af 1980'erne været ret beskedne, og har indtil da kun omfattet plantning af friskoptagne planter. Bornebusch (1937) har således undersøgt spørgsmålet for syv nåletræarter (rødgran, sitka, douglas, alm. ædelgran, grandis, cypres og thuja) i to plantningsserier på såvel leret som sandet planteskolejord. Forsøgene omfatter dog kun fire plantningstidspunkter (august, oktober/november, marts og maj) og følges kun i én og to vækstsæsoner. Mere detaljerede er Kochs (1978) undersøgelser af plantningstidspunktets betydning for nobilis. Dette forsøg, der er anlagt på sandet agerjord, bygger på udplantninger med 2 og 4 ugers intervaller og følges i 4 - 5 vækstsæsoner .

På sandjord og renafdrift efter rødgran er i 1982/83 under projektet "Skovplanten og dens behandling" (Neckelmann 1984) anlagt to sammenlignende plantetidsforsøg med såvel friskoptaget som kølelagret plantemateriale af rødgran og grandis. Omkring midten af alle årets måneder (eksklusive januar og februar) plantedes samtidigt med det friskoptagne materiale plantepartier, der havde været lagret på køl i fra 1 og op til 6 måneder. Resultater fra disse forsøgs første ti år præsenteres i nærværende rapport. I 1992/93 suppleredes disse forsøg med tilsvarende forsøg med sitka og nobilis, etableret på renafdrift efter rødgran på sandjord, samt med bøg og eg plantet på leret landbrugsjord (Keller & Matthesen 1998). Endvidere har Jensen et al. (1993) undersøgt tørstofindholdet i skudspidser og rod før og efter lagring på køl i fra 4 og op til 8 måneder, samt overlevelsen for det lagrede materiale 3 og 1 måned efter udplantning i henholdsvis april og maj/juni. Forsøgsmaterialet er blandt andet Nordmannsgran, nobilis, rødgran, skovfyr, bøg og eg optaget og indlagret på køl i perioden oktober til december. Endelig har Hansen & Eriksen (1994) sammenlignet udviklingen i tørstofindhold og frosthårdførehed i skudspidser hos 1- 4 og 1- 2 årige planter af henholdsvis rødgran og bøg i perioden fra september til december i tre/to på hinanden følgende år.

2. Forsøgsformål

Fra august 1982 til juli 1983 blev anlagt to plantningsforsøg: forsøg 1287 og 1288 med henholdsvis rødgran og grandis.

Hovedformålet med forsøgene er gennem udplantning på forskellige tidspunkter af året

- at belyse og sammenligne etableringssikkerheden og højdeudviklingen for friskoptaget plantemateriale og for planter optaget og indlagret på køl ved 0⁰ til -1⁰ C på forskellige tidspunkter af året.

Gennem beskrivelse af de kølelagrede plantepartier før og efter lagring er det endvidere hensigten at belyse

- optagningstidspunktets og lagringstidens indflydelse på forekomsten af umiddelbart synlige symptomer på lagringsskader, samt
- mulighederne for at anvende det relative tørstofindhold i toppens skudspidser som indikator for planters evne til at tåle kortere eller længere tids lagring ved optagning på forskellige tidspunkter af året.

Rødgran og grandis anvendes i forsøgene som repræsentanter for henholdsvis en robust og en vanskelig kulturtræart.

3. Forsøgsdesign og behandlinger

Forsøgene er anlagt som randomiserede blokforsøg hver med fire gentagelser og i alt 160 parceller. Forsøgsarealernes inddeling i blokke og parceller fremgår af kortet figur 1.

Som det fremgår af oversigten i tabel 1, omfatter forsøgene henholdsvis 40 (rødgran) og 41 (grandis) forskellige kombinationer af udplantnings- og planteoptagningstidspunkter fordelt til 10 (rødgran) eller 11 (grandis) af årets måneder. Plantepartier, som repræsenterer friskoptaget plantemateriale, udplantedes senest 2 (julioptaget rødgran dog 3) døgn efter optagning, medens partier til lagring blev lagt på køl ved 0 til -1° C samme dag, de blev taget op i planteskolen.

Tabel 1. Oversigt over forsøgenes kombinationer af tidspunkter for planteoptagning og efterfølgende plantning. Forsøg 1287 og 1288.

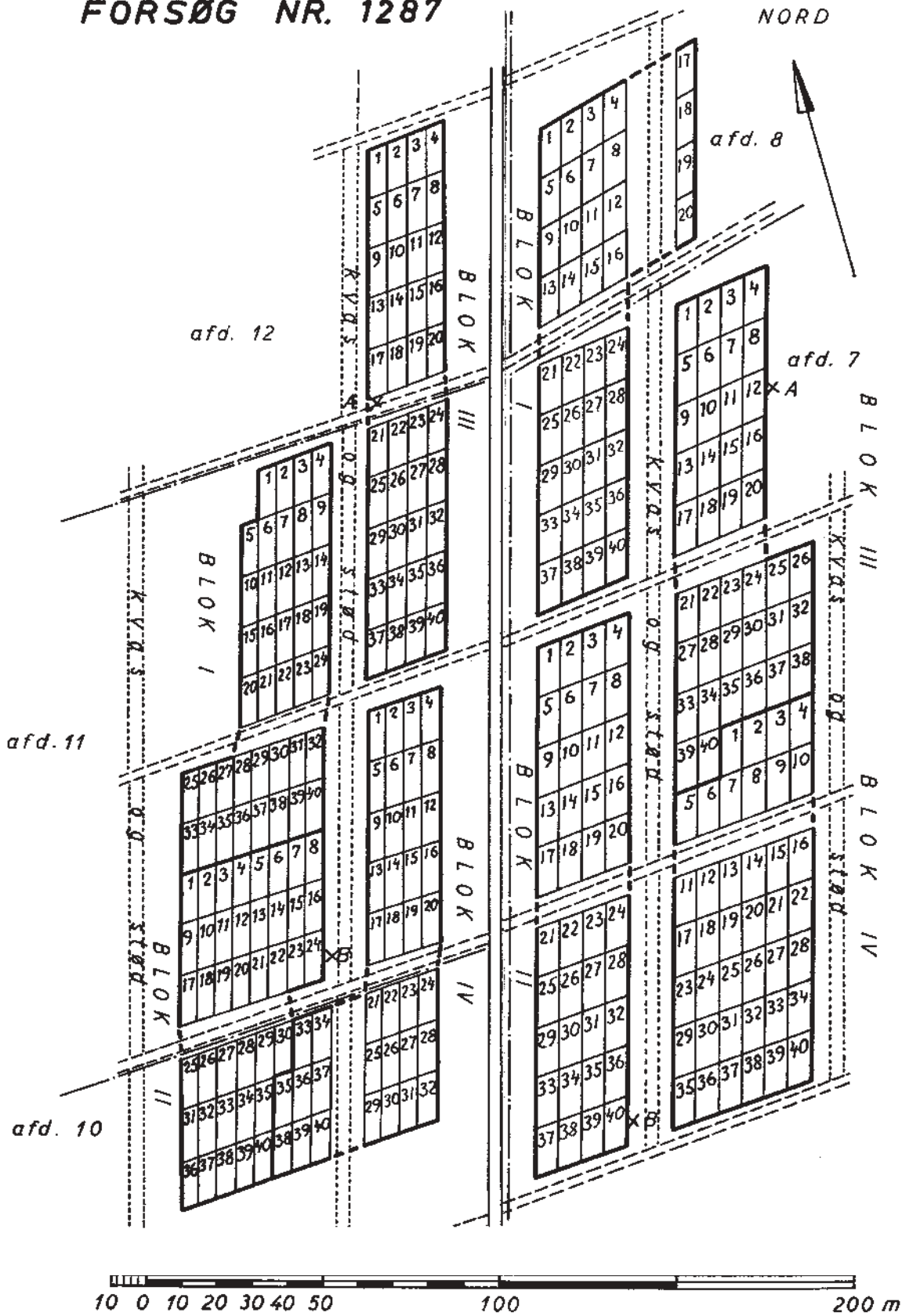
Planteoptagning		Plantningsår og -dato										
år	dato	1982					1983					
		20.08	17.09	14.10	18.11	16.12 17.12	14.01 *)	17.03	14.04	19.05	16.06	21.07 22.07
1982	18.08	x	x	x	x	x						
	15.09		x	x	x	x		x				
	12.10			x	x	x		x	x			
	16.11				x	x		x	x	x		
	17.12					x		x	x	x		
1983	12.01*)						x					
	15.03							x	x	x	x	x
	13.04								x	x	x	x
	16.05									x	x	x
	14.06										x	x
	19.07											x

*) Kun grandisforsøget 1288

Blandt andet på grund af pladsforholdene på den givne lokalitet valgtes det at indskrænke lagringstiden for optagningerne fra august til december til maksimalt seks måneder. Af samme grund blev også kombinationer med plantninger og optagninger i januar og februar udeladt i forsøgsplanerne, så meget mere som frost ofte kan være en hindring for såvel optagning som udplantning i disse vintermåneder. En undtagelse blev dog plantningen af friskoptaget grandis i januar. Denne blev mulig, fordi der i grandisforsøget blev parceller ledige som følge af, at nogle af de tidlige efterårsoptagninger var døde allerede ved udtagningen fra kølelaget. Frost i februar forhindrede en ellers mulig supplerings af grandisforsøget med friskoptagne planter fra denne måned.

FORSØG NR. 1288

FORSØG NR. 1287



Figur 1. Blok- og parcelinddeling i forsøg 1287 og 1288, Mønsted plantage afdeling 7, 8, 10, 11 og 12.

De forskellige behandlingskombinationers fordeling til forsøgsparcerne fremgår af oversigtsskitserne i bilag 1 og 2.

I det følgende vil behandlingskombinationerne blive betegnet ved firecifrede talkombinationer, for eksempel 05/12, hvor de to første cifre angiver plantnings- og de to sidste optagningsmåneden. Cifrene angiver dermed også indirekte lagringstidens længde for det kølelagrede plantemateriale. For bekvemmelighedens skyld vil vækstsæsonen 1983 uanset anlægsperioden fra august 1982 til juli 1983 blive betragtet som forsøgets første vækstsæson, og de efterfølgende sæsoner nummereret i overensstemmelse hermed.

4. Forsøgsanlæggene

4.1 Beliggenhed og bevoksningshistorie

Begge forsøg er anlagt på renafdrift efter stormfald i Mønsted plantage ca. 11 km vest for Viborg. Arealet er stillet til rådighed af Viborg Amtskommune for en periode på 10 år med mulighed for forlængelse.

Som det fremgår af kortet figur 1, er forsøgene placeret i afdeling 10, 11 og 12 (forsøg 1287, rødgran) samt afdeling 7 og 8 (forsøg 1288, grandis) kun adskilt af en nord-syd gående vej med tilstødende nyanlagte løvtræbælter.

Indtil december 1980 stod i afdeling 10-12 en 60-årig 1. generations bevoksning af rødgran, West-Nielsen bonitet ca. 3,6, svarende til PK ca. 10. I decemberstormen 1980 faldt den vestligste del af afdeling 11 og 12, stort set svarende til blok I og II i forsøg 1287, medens resten af afdelingerne faldt i novemberstormen 1981 sammen med afdelingerne 7, 8 og 12. I afdeling 7 og 8 stod på dette tidspunkt to 1. generations rødgranbevoksninger på henholdsvis 60 og 55 år med West-Nielsen boniteter på 3,6-3,8.

Foruden af rodfordærver (*Heterobasidion annosum*) må bevoksningerne i afd. 10, 11 og 12 også have været angrebet af honningsvamp (*Armillaria* spp.). Sidstnævnte forhold afsløredes i forbindelse med registreringerne af planteafgangen fra og med foråret 1986. Her blev svampenes karakteristiske mycelium fundet på en del af rødgranforsøgets planter, der efter nogle år med god vækst pludselig stod døde eller døende med gulgrønne eller brune nåle. Fordelingen af angrebne planter viste, at angrebet i den gamle bevoksning især må have været koncentreret til den sydlige halvdel af forsøgsarealet. I bilag 3 er vist i hvilke af hver behandlingskombinations fire parceller, der er konstateret døde eller døende planter med honningsvampmycel i rødgranforsøget ved de to sidste registreringer i henholdsvis 1988 og 1991.

Som følge af både tidlig og omfattende planteafgang var det ved en tilsvarende gennemgang af grandisforsøgets nyligt døde eller døende planter ikke muligt at få et dækkende billede af honningsvampens udbredelse i afdeling 7 og 8.

4.2 Terræn og jordbund

Plantagen ligger på israndslinien i bakket terræn, som mod syd og vest falder 15-25 m ned mod henholdsvis landevejen Viborg-Holstebro og Mønsted Å.

Terrænet i forsøg 1288 er let bølget med et generelt, svagt fald mod vest og i forsøgets sydlige halvdel tillige mod syd. Disse fald fortsætter i forsøg 1287, hvor faldet mod vest dog afløses af en stigning i de vestligste parcelrækker.

Blandt andet herved opstår to markante lavninger, hvor planterne, som senere iagttagelser viser, er særlig udsatte for skader som følge af forårsnattefrost.

Med støtte i markante spring i højdevæksten på tværs af parcelgrænser blev den nøjere afgrænsning af de to store plus to mindre lavninger fastlagt ved en blindgennemgang af rødgranforsøget i 1993. I bilag 3 er vist hvilke af behandlingskombinationernes fire parceller, der helt eller delvist er placeret i de således definerede frostlavninger.

På grund af grandis'ens generelt dårlige udvikling var det ikke muligt på tilsvarende vis at definere og afgrænse eventuelle markante frostlavninger i grandisforsøget. For en umiddelbar betragtning synes terrænet imidlertid at rumme en væsentlig mindre risiko for betydelige variationer i kulturudviklingen som følge af nattefrostskader, end terrænet i rødgranforsøget.

Fire profiler, to i hvert forsøg, viste, at jordbunden på begge forsøgsarealer består af ret finkornet sand med vekslende indhold af små sten, blandt andet flint. Under et 4-8 cm tykt morlag fulgte et gråligt, 11-28 cm tykt lag af humusholdigt mineraljord, formentlig et gammelt pløjelag. Herunder igen fulgte et 43-64 cm tykt, mere eller mindre marmoreret sandlag med en grundfarve, der vekslede fra det mørkere brune øverst til det lysere brune eller gullige nedefter. I 75-95 cm's dybde blev sandet lyst gulligt, eventuelt med mørkere pletter. I en af profilerne sås en 1 cm tyk, orangerød stribe på overgangen til det ovenfor liggende lag. Ved høje stenindhold kunne lagene under pløjelaget være ret hårde at gennemgrave.

I tre af de fire jordbundsprofiler lå den nedre grænse for hovedmassen af den tidligere bevoksnings finrødder i ca. 50-95 cm's dybde, mens den i den fjerde profil på et relativ højtliggende parti lå noget højere i kun godt 30 cm's dybde.

4.3 Vegetation

Trods forskellen i afdriftstidspunkt på ca. et år var vegetationen ved de første udplantninger sommeren 1982 ret ensartet i forsøg 1287's fire blokke: hovedsagelig skovbrandbæger med nogen bølget bunke. Formentlig har en Velpar-sprøjtning efteråret 1981 elimineret de forskelle i specielt græssets udvikling, der ellers måtte forventes som følge af forskellen i afdriftsalder.

I forsøg 1288 var det meste af arealet vegetationsfrit sommeren 1982 formentlig som følge af ret sen kvasrydning samme års forår og sommer. Kun op til tidligere spor sås en sparsom vegetation af bølget bunke.

Ved afslutningen af plantningerne juli 1983 havde der på begge arealer udviklet sig en mere eller mindre tæt græsvegetation, hovedsagelig bølget bunke, i 1288 iblandet gederams og tidsler.

4.4 Kulturforberedelse

Kulturforberedelsen indledtes på begge forsøgsarealer med en intensiv rydning af kvas og oprevne stød: forsøg 1287 sommeren 1981 (blok I og II) og foråret 1982 (blok III og IV), forsøg 1288 forår og sommer 1982. Kvas og stød skubbedes sammen i de kvas- og stødrækker, som er vist på oversigtskortet figur 1.

September 1981 sprøjtedes stormfaldsafdriften fra december 1980 i forsøg 1287 (blok I og II) med Velpar.

18.-19. august 1982 pløjedes i begge forsøg dobbelte og grubbede planterfurer i den gamle bevoksnings rækkellemrum med Hedeselskabets plantningssystem. Furekvaliteten på den intensivt kvasryddede bund må betegnes som god.

4.5 Plantematerialet

4.5.1 Plantetype og proveniens

Til forsøg 1287 er benyttet omskoledede barrodsplanter af rødgran, proveniens F 386a Stilde. Planterne er sået maj 1979 og priklet august 1981. Ved plantningerne fra august 1982 til juli 1983 har plantealderen således gradvist ændret sig fra $3\frac{1}{2}$ ($2\frac{1}{2} / 1$) til $4\frac{1}{2}$ ($2/2\frac{1}{2}$) år.

De omskoledede barrodsplanter af grandis til forsøg 1288 har proveniensbetegnelsen Louella, Sequim Wash. Z 221 B 609 (150-300 m.o.h), og er sået juni 1979 og priklet april 1981. Ved anlægsplantningerne i 1982-83 har plantealderen således gradvist ændret sig fra $3\frac{1}{2}$ ($2/1\frac{1}{2}$) til $4\frac{1}{2}$ ($2/2\frac{1}{2}$) år.

For begge træarters vedkommende stammer planterne fra samme frøparti, og placeringen i prikledet af partierne til hvert af de planlagte optagningstidspunkter er foretaget ved lodtrækning.

Ved optagning af rødgranplanterne kunne der konstateres et tæt og velforgrenet rodnet med relativ mange finrødder. Det tætte rodnet har været medvirkende til, at der især ved optagning på tidspunkter med ret fugtig jord (december, marts, april) er fulgt temmelig megen jord med rødderne over i plantesækkene. Ved udtagningen fra kølelageret var sådanne partiers rødder ofte endnu ikke fuldt optøet efter to døgns akklimatisering i pakkedelen. Tilsvarende forhold sås ikke hos grandis, hvis rodsystem var væsentlig grovere og mindre forgrenet end rødgranens. Der kunne almindeligvis erkendes en ofte blyantstykk hovedrod, som var tydeligt deformeret (L/J-formet) som følge af prikprocessen.

Rodlængden på de optagne planter kunne variere en del fra gang til gang. Ved optagning under meget fugtige jordbundsforhold for eksempel i marts og april blev rødderne således noteret som relativt lange. Forholdet var særlig udtalt for grandis, hvis relativt grove og svagt forgrenede rødder under disse omstændigheder formentlig ikke har været fæstet godt nok i jorden til at yde

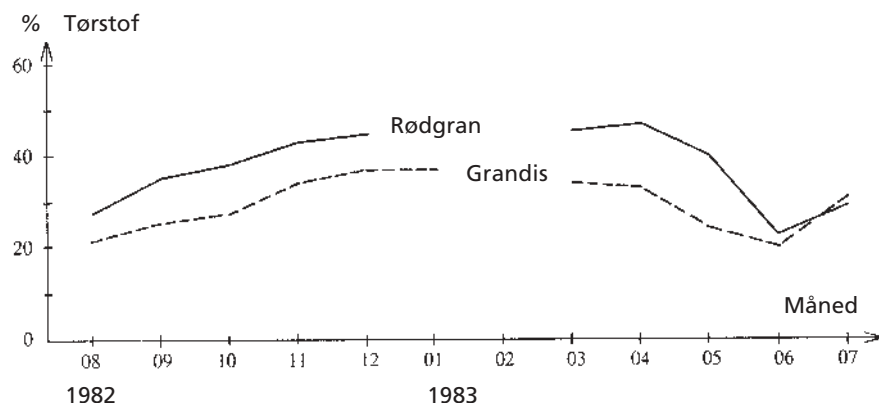
den modstand mod planteløfterens skær, der er nødvendig for at sikre en effektiv overskæring i den ønskede dybde.

Efter ca. 1½ måned med meget lav nedbør var jorden ved julioptagningen så tør og hård i grandisbedene, at plantepartiet måtte graves op med spade. Rødderne blev herved relativt korte, fordi mange af de nu meget hårdt fæstede rødder blev skåret over ret højt oppe ved denne proces.

4.5.2 Tørstofindhold

Det er ved tidligere undersøgelser vist, at der kan være en sammenhæng mellem det over året vekslende tørstofindhold i planters skudspidser og planternes evne til at tåle lave temperaturer for eksempel i forbindelse med lagring (Rosvall-Åhnebrink 1977).

For at undersøge om lignende sammenhænge kunne påvises for plantematerialet til nærværende forsøg, blev på hvert optagningstidspunkt udtaget 2-3 cm lange skudspidsprøver fra toppen af 20 tilfældigt udvalgte planter pr. træart. Tørstofindholdet i prøverne blev bestemt ved vejning efter tørring i 1 døgn ved 70° C og udtrykt i procent af vægten i frisk tilstand. Figur 2 viser de således bestemte tørstofindholds variation med optagningstidspunktet for de to forsøgstræarter.



Figur 2. Tørstofindhold i procent af friskvægten i friskoptagne rødgran- (fuldt optrukket kurve) og grandisplanters (stiplet kurve) skudspidser fra medio august 1982 til medio juli 1983. Forsøg 1287 og 1288.

4.6 Plantebehandling og plantning

Ved manuel optagning efter planteløfter sorteredes og bundtedes planterne på bedet. Herefter kørtes planterne til planteskolens pakkede, hvor hvert bundt blev mærket med den aktuelle optagningsdato og en udplantningsdato.

Efter mærkningen anbragtes 200 planter (= 8 bundter) af hver optagnings/udplantningskombination i hver sin 3-lags papirsæk mærket med behandlingskombinationen. Efter sækning anbragtes partier, som var bestemt for lagring i kortere eller længere tid, i planteskolens kappekøl, hvor de var på plads samme dag, de var taget op. Temperaturen i kølelageret har ligget mellem 0 og -1° C.

Ligeledes på optagningsdagen transporterendes partier af friskoptagne planter til forsøgsarealet sammen med de partier af lagrede planter, som var bestemt til udplantning på det pågældende tidspunkt. Inden transporten var samtlige planter blevet dyppet i en 1% vandig DDT-opløsning, en foranstaltning som afværgede enhver skade som følge af snudebilleangreb i forsøgene. Lagrede planter var iøvrigt udtaget fra lageret et døgn før transporten med henblik på optøning eller akklimatisering i planteskolens pakkede.

Efter ankomsten til forsøgsarealet hensattes plantesækkene uåbnede i en lille bøgebevoksning nord for forsøgsarealet, hvor de stod til plantningsdagen knapt to døgn senere.

Plantningen udførtes af et 2-mands hold med samme spadefører i hele anlægsfasen. Planterne blev båret ud i spande og plantet ved skripning efter spade. I hver parcel plantedes 48 planter fordelt til 4 nord-syd gående rækker á 12 planter. Følgende række- og planteafstande blev benyttet:

Forsøg	Rækkeafstand cm	Planteafstand cm
1287	130	130
1288	160	130

svarende til henholdsvis ca. 5900 og 4800 planter pr. ha.

For senere at kunne lokalisere de enkelte plantepladser plantedes der efter opmærkede plantesnore udspændt mellem parcelgrænserne i de enkelte plantefurer.

Af hensyn til den efterfølgende kontrol af udplantningerne anbragtes plantebundternes mærkeseddel på den først plantede plante af bundtet, således at der i hver parcel efter plantningen fandtes to planter mærket med parcelens behandlingskombination.

4.7 Kulturpleje

Maj 1984 er begge forsøg efterbedret med de respektive træarter, men da disse planter ikke følges, skal der ikke redegøres nærmere herfor.

Udover efterbedring er der ikke udført anden form for kulturpleje i forsøgenes løbetid.

4.8 Hugst af juletræer

Ved tilsyn af forsøgene blev der i årene 1990-92 konstateret hugst af juletræer i rødgranforsøget i strid med indgåede aftaler. Hugsterne berørte 65 af de i alt 135 parceller, der kunne højdemåles foråret 1993 ca. ti år efter plantningen.

Hugsten har især været rettet mod de bedst udviklede parceller, det vil sige parceller hvis middelhøjde foråret 1993 oversteg 190 cm. Udtaget var stigende med 1993- middelhøjden fra 0% ved 190 cm til gennemsnitlig 16-17 % for en behandlingskombination med højden 3 m.

Ser man på plantehøjderne ved de enkelte behandlingskombinationer ca. 5 år efter plantning (foråret 1988), fremgår det af materialet, at middelhøjden for de planter, der senere er fældet som juletræer, er den samme for alle kombinationer: gennemsnitlig 107 cm. Dette uanset en variation i kombinationernes middelhøjde på fra 58 til 97 cm for de planter, der stadig er intakte ca. 10 år efter plantning (foråret 1993).

Da der i sidstnævnte plantegruppe er en ganske tæt behandlingsuafhængig sammenhæng mellem middelhøjderne 5 og 10 år efter plantning, kan det på basis heraf beregnes, at de huggede juletræer ville have haft en ligeledes behandlingsuafhængig middelhøjde på 323 cm ti år efter plantning, hvis de var blev stående.

Sammenholdes denne højde med de foran omtalte højdefælgende hugst-udtag, fås følgende eksempler på beregnede tiårs-middelhøjder, som de vil have været, hvis juletræerne ikke var blevet hugget:

h_{10} excl. juletræer cm	Juletræudbytte %	h_{10} for juletræer cm	h_{10} incl. juletræer cm
200	1,5	323	202
250	7,0	323	255
300	16,5	323	304

Som det ses af eksemplerne, er forskellene mellem tiårs-højder henholdsvis med og uden korrektion for huggede træer meget små. Der begås derfor næppe nogen væsentlig fejl ved at se bort fra effekterne af juletræshugsten ved vurderingen af de målte højderelationer 10 år efter plantning.

4.9 Klimaforhold

4.9.1 Nedbør

I bilag 4 vises *nedbørssummer* for nogle perioder omkring forsøgenes plantningsdatoer i 1982-83. Tabellen er baseret på oplysninger om den daglige nedbør ved DMI-station 21330 Resen ca. 11 km sydvest for forsøgene. Da stationen ligger på Karup-hedefloden ca. 20 m lavere end forsøgsarealerne på israndslinien, kan det ikke afvises, at tabellens tal i et vist omfang undervurderer nedbørsniveauet på de højere liggende forsøgsarealer.

Som det fremgår af tabellen i bilag 4 har nedbøren været god til rigelig forud for de fleste af plantningsdagene. Dette stemmer godt med, at jordbunden som regel beskrives som fugtig på disse dage. En undtagelse er plantningsdagene i juni og juli 1983, hvor nedbøren i de to uger op til plantningen har været særdeles beskedne. Ved plantningen i juli beskrives jordbunden da også som tør.

Også i perioden efter plantningerne har nedbøren været god til rigelig, dog igen med juni- og juliplantningerne som undtagelser.

Ser man på den samlede nedbør omkring plantningsdagene forstærkes billedet af de gunstige nedbørsforhold i anlægsperioden, idet nedbørssummerne ligger omkring eller langt over normalerne for de pågældende måneder, igen med juni og juli som undtagelser.

Den beskedne nedbørsmængde i juni og juli, samt i den efterfølgende august måned i 1983, fremgår også af bilag 5, der viser nedbørsforholdene i halvåret fra april til september i forsøgskulturernes første fem leveår. Som det ses, har kulturerne foruden i anlægsåret 1983 også oplevet længere perioder med lav nedbør i både 1984 (april-maj og juli-august), 1986 (juni-juli) og tildels 1988 (april-maj).

4.9.2 Temperaturer

Gentagne skader i form af rødfarvede nåle og slappe skud viser, at *forårsnattefrost* er forekommet flere gange på forsøglokaliteten og i særlig grad i rødgranforsøgets markante lavninger. Observationen i planteskole og forsøgskulturer sandsynliggør dog, at forårsnattefrost i betydende omfang næppe er forekommet i anlægsåret 1983. På grund af grandis'ens generelt dårlige tilstand har omfanget og fordelingen af forårsfrostskafer i dette forsøg været vanskelig at bedømme.

Når bortses fra forårsnattefrosten, har temperaturforholdene i forsøgsperioden næppe haft væsentlig betydning for den robuste rødgrans overlevelse og vækst. Ganske anderledes stiller sagen sig for grandis'en, der kan tænkes til lige at have haft problemer med både efterårsnattefrost, vinterfrost og frostdtørring i sen vinteren (jf. Larsen 1983 samt Larsen & Ruetz 1980).

Skader som følge af *efterårsnattefrost*, der især vil være en risiko for den ofte sent afmodnende grandis i september og oktober, er ikke bemærket. Medvirkende hertil kan dog være grandisplanternes generelt dårlige tilstand samt

vanskeligheden ved at skelne sådanne skader fra senere vinterskader ved forsøgsregistreringerne. De relativ høje *minimum* - og *middeltemperaturer* efteråret 1982 (se bilag 6 og 7) tyder dog ikke på, at efterårsfrost af betydning er forekommet i anlægsfasen.

*Vinterfrostska-*der på grandis kan blandt andet opstå ved særlig stærk frost i november og december måned. Som det fremgår af bilag 6, synes de temperaturmæssige forudsætninger for sådanne skader i særlig grad at have været tilstede i 1983, 1985 og tildels 1988, hvor de månedlige minima for november og december har ligget et godt stykke under normalerne for området, ja i et par tilfælde endog har slået den tidligere rekord for november stort. Fra januar til marts - april har middeltemperaturerne i anlægsvinteren 1982/83 ligget fra ca. en til fem grader over normalen (bilag 7). Da den internt (hormonalt) styrede del af vinterhvilen i samme periode er under gradvis afvikling, kan også milde perioder efterfulgt af selv moderate frostgrader (bilag 6) have givet grandis'en frostska-

*Frostudtørringsska-*der opstår som følge af fordampning fra nålene i perioder med frost, klart vejr og ofte blæst, hvor rødderne ikke kan fungere på grund af en frossen jordbund. Sådanne situationer opstår typisk i sen vinteren (februar, marts), og som det fremgår af bilag 6, synes de temperaturmæssige forudsætninger for udtørringsska-

4.10 Sammenfattende vurdering af forsøgsgrundlaget

I hvert af de to forsøg stammer plantematerialet fra samme frøparti og samme prikled i planteskolen. Også procedurerne omkring optagning, sortering, emballering, lagring, transport og udplantning har været holdt så ensartet som praktisk muligt. Påvirkninger af forsøgsresultaterne som følge af variationer i *plantematerialets oprindelse* eller *håndtering* kan således i store træk udelukkes.

Ses der på udviklingsbetingelserne for kulturerne efter plantning, er forsøgsgrundlaget derimod mindre tilfredsstillende. Dette skyldes væsentlige variationer indenfor forsøgsarealerne med hensyn til

- frostlavninger
- honningsvampangreb
- afdriftsalder
- herbicidbehandling
- udtag af juletræer.

Frostlavningerne og *honningsvampangrebene* er således meget ujævnt fordelt på forsøgsarealerne. Trods fire tilfældigt fordelte gentagelser er der derfor en betydelig risiko for, at forsøgsbehandlingerne kan være uens belastet af de to faktoreres forventet negative indflydelse på såvel højdeudvikling som overlevelse. I bilag 3 er for rødgranforsøget vist hvilke parceller, der helt eller

delvist er placeret i frostlavninger samt i hvilke, der er konstateret honning-svampangreb. Som følge af kulturens generelt meget dårlige tilstand i grandisforsøget har det her ikke været muligt at foretage tilsvarende vurderinger på tilfredsstillende vis. Arealvariationen som følge af ujævnt fordelte frostlavninger skønnes dog at være væsentlig mindre udtalt end i rødgranforsøget.

Forskellen på knapt et år mellem *stormfældning* og *kvass-* og *stødrydning* indenfor rødgranforsøget vil næppe få væsentlig betydning for tolkningen af forsøgsresultaterne. Eventuelle påvirkninger med baggrund i denne forskel og den deraf følgende forskel i *herbicidbehandling* vil for en stor del kunne udskilles som blokvariation ved en variansanalytisk behandling af forsøgsdata.

De utilsigtede *udtag af juletræer* i rødgranforsøget i årene 1990-92 berører i varierende grad 28 af de 34 behandlingskombinationer, der kunne højdemåles foråret 1993 ca. 10 år efter plantning. Som vist i afsnit 4.8, har juletræshugsten imidlertid næppe haft nævneværdig indflydelse på behandlingernes middelhøjder på dette tidspunkt. Hugsternes varierende indflydelse på plantetallet får heller ikke betydning for planteafgangsresultaterne, idet planteafgangen registreres sidste gang foråret 1991, hvor de første huggede træer fra november-december året før uden betænkning kan medregnes som levende.

Med henvisning til forsøgslokaliteterne har forsøgsresultaterne først og fremmest gyldighed for *grovsandede jorder*. På lerede morænejorder kunne eksempelvis plantninger i vinterhalvåret godt tænkes at få en dårligere placering end i de aktuelle forsøg på grund af risikoen for opfrysning.

Klimatisk har forsøgene i de første 6-7 år gennemlevet de for dansk vejr så karakteristiske svingninger i blandt andet *nedbørsforholdene*. Længere perioder med væsentlige nedbørsunderskud i vækstsæsonen er således forekommet i flere af årene blandt andet i den sidste del af anlægsfasen i juni-juli 1983. Nedbørsforholdene i den øvrige del af anlægsperioden må derimod betegnes som gunstige.

Med hensyn til temperaturer er forsøgene som normalt under midtjyske forhold blevet ramt af *forårsnattefrost* flere gange, dog ikke i anlægsåret 1983. Forsøgsperioden har endvidere været præget af hyppige forekomster af mere end normalt *lave frostgrader* i perioden september til marts, hvilket utvivlsomt har bidraget kraftigt til grandis'ens åbenlyse vanskeligheder på den ubeskyttede renafdrift. Lave frostgrader i februar 1983 samt selv moderate frostgrader i november og december 1982 i en iøvrigt mild periode fra august 1982 til januar 1983 kan have givet grandis problemer allerede i anlægsfasen.

Det anvendte rødgranmateriale er afkom af en ældre ikke længere eksisterende kåret bevoksning i Stille plantage afd. 38+39a (= F386a). Proveniensten har gennem mange år været anvendt i hedeplantagerne og repræsenterer vækstmæssigt et gennemsnit af dansk rødgran (jf. Madsen 1989, tabel 4).

Grandismaterialet er frembragt af frø importeret fra Louella i den nordvestlige del af staten Washington, USA. Lokalteteten ligger tæt på Sequim, der er hjemstedet for afkom, der i forsøg fra 1952 vækstmæssigt har hørt til de bedste provenienser blandt andet på hedelokaliteter og specielt i de første 7-14 år efter plantningen (jf. Madsen & Jørgensen 1986, tabel 7).

Som følge af forsøgenes opbygning vil plantningsresultaterne først og fremmest være egnede til en simpel, udifferentieret belysning og sammenligning af friskoptagne og tidsmæssigt forskelligt kølelagrede planters egnethed til udplantning på forskellige tidspunkter af året. Da variationer i optagnings-tidspunkt og lagringstidens længde i forsøgene er koblet til en variation i udplantningstidspunkt og dermed plantningsvilkår, er materialet derimod ikke umiddelbart egnet til at afdække førstnævnte faktorerens egenindflydelse på plantekvaliteten. En vurdering heraf må baseres på resultater opnået ved udplantningen under helt ensartede betingelser for eksempel i et klimakammer. Nærværende undersøgelses visuelle beskrivelser af planternes tilstand såvel før som efter kølelagringen vil dog kunne give et groft indtryk af lagringstidens indflydelse på plantekvaliteten for de forskellige optagninger.

5. Registreringer og målinger

5.1 Plantebeskrivelser

Den første registrering af behandlingskombinationernes indflydelse på forsøgsplanterne udførtes i planteskolen i forbindelse med optagningen af friske planter og den samtidige udtagning af tidligere indlagrede planter til hver af de 10-11 udplantninger pr. forsøg. Registreringen omfattede en generel beskrivelse og vurdering af de enkelte plantepartier baseret på visuelle karakterer som knopbrydning, skudstrækning, rodvækst og nålefarve. Også eventuelle skader på nåle, bark, kambium, skud og rødder i form af udtørring, råd- og mugangreb m.m. blev beskrevet.

Foråret 1983 blev endvidere tilstanden i de plantepartier, der udplantedes fra august til december 1982, kort beskrevet og vurderet.

5.2 Planteafgang

Første registrering af planteafgangen udførtes foråret 1983, og omfattede som følge heraf kun plantepartier, der var udplantet fra august til december i 1982. Herefter udførtes i årene 1984-88 årlige registreringer af afgang på alle plantepladser, det vil sige 48 pr. parcel, for samtlige behandlingskombinationer i de to forsøg.

Foråret 1988 ca. fem år efter plantning var afgang i store dele af grandisforsøget så høj - 80 til 100 %, at det blev opgivet at føre dette forsøg videre. I rødgranforsøget betød den utilsigtede juletræhugst, at en planlagt tiårsregistrering blev rykket frem til foråret 1991 ca. 8 år efter plantning. Herefter udførtes heller ikke flere registreringer af planteafgang i dette forsøg.

5.3 Højdeudvikling

Som følge af den voldsomme planteafgang i grandisforsøget blev det opgivet at registrere højdeudviklingen i dette forsøg. I rødgranforsøget derimod blev der som planlagt gennemført målinger af højderne foråret 1988 og 1993 ca. fem og ti år efter plantning. Ved begge målinger tilstræbtes det at måle 20 originalplanter pr. parcel.

Allerede ved *femårsmålingen* var planteafgangen for seks af behandlingskombinationerne (09/08, 10/08, 11/08, 12/08, 03/09 og 07/05) så høj, gennemsnitlig 97-100 %, at højdemåling måtte opgives. For andre fem kombinationer (12/09, 06/05, 07/03, 07/04 og 07/06) med gennemsnitlige planteafgange på 56-82 % kunne der højdemåles fra 4 til 20 planter pr. parcel dog med undtagelse af en enkelt parcel, hvor alle planter var døde. For de resterende 29 behandlingskombinationer kunne der som tilstræbt måles 20 originalplanter pr. parcel.

Ved *tiårsmålingen* målttes principielt på de samme plantepladser som ved femårsmålingen. Hvor en plante i mellemtiden var død, erstattedes denne, hvor det var muligt, af en ny ikke tidligere målt originalplante. De manglende højder for planter, der siden femårsmålingen var blevet fjernet som juletræer, var oprindeligt tænkt erstattet af beregnede højder baseret på behandlingsvise (h_5/h_{10}) -regressioner. Disse planter blev derfor ikke erstattet af nye originalplanter.

6. Databehandling

6.1 Statistik

Resultaterne fra samtlige planteafgangsopgørelser og højdemålinger i hvert af de to forsøg er vurderet statistisk ved variansanalyser. Til analyserne er anvendt GLM-proceduren i den statistiske programpakke SAS og et signifikansniveau på 95%. Ved analyserne af data fra rødgranforsøget 1287 indgår parcelvise oplysninger om placering i markante frostlavninger og om registrerede honningsvampangreb som klassevariable.

Af hensyn til kravet om normalfordelte data er planteafgangsprocenterne arcsin-transformerede. I tilfælde af signifikante effekter i hovedanalysen er parvise t-tests efterfølgende udført på de transformerede behandlingsmidler.

Hvor klassevariablene “frostlavning” og “honningsvamp” har vist signifikant indflydelse på planteafgang eller højdevækst i rødgranforsøget er benyttet SAS-programmets muligheder for at korrigere behandlingsmidlerne for ubalancerede påvirkninger som følge af de to faktoreres skæve fordeling til behandlingerne (jf. bilag 3). Der er ligeledes benyttet programmets korrektion for variationen i antallet af målte planter i parcellerne ved de to højdemålinger af rødgran i 1988 og 1993 efter henholdsvis 5 og 10 vækstsæsoner.

Som nedenstående oversigt over variansanalysernes R^2 -værdier viser, forklares en stadig mindre del af variationen i planteafgangs- og højdedata af analysemodellen efterhånden som tiden går.

Registreringsår	R^2 -værdi		
	Planteafgang	Rødgran Højde	Grandis Planteafgang
1984	0,964		0,965
1985	0,957		0,947
1986	0,949		0,885
1987	0,948		0,794
1988	0,946	0,315	0,771
1991	0,944		
1993		0,240	

Som det ses, er forholdet særlig udtalt for planteafgangen i grandisforsøget, hvor flere og flere behandlinger med tiden nærmer sig eller støder mod “loftet” på 100% afgang.

6.2 Præsentation

Behandlingsmidler for samtlige planteafgangsopgørelser og højdemålinger er vist i bilag 8 (forsøg 1287, rødgran) og 9 (forsøg 1288, grandis). Kolonner med betegnelsen LSMEAN viser SAS-beregnedede midler, hvor virkningen af skævheder i påvirkningerne fra honningsvampangreb (planteafgang) eller frostlavninger (plantehøjde) i rødgranforsøget er søgt elimineret. For højdemidlerne fra samme forsøg er tillige taget hensyn til variationer i antallet af måleplanter pr. parcel.

Resultaterne af de statistiske analyser er kun vist i begrænset omfang. For planteafgangens vedkommende er det valgt at præsentere resultaterne af signifikansvurderingen for 1985-registreringen efter 2. vækstsæson, og for rødgranhøjdens vedkommende for 1993-målingen efter 10. vækstsæson. Bilag 10 viser resultater af disse vurderinger for gruppen af friskoptagne plantepartier, medens bilag 11 viser resultaterne for grupper af såvel friskoptagne som kølelagrede plantepartier med fælles udplantningsmåned.

Når den forholdsvis tidlige planteafgangsopgørelse for 1985 er udvalgt til at repræsentere de statistiske vurderinger, skyldes det blandt andet det foran nævnte fald i de statistiske analysemodellers forklarings effekt (R^2 -værdier). En anden, mere praksisrelateret årsag er, at planteafgangen efter 1-2 vækstsæsoner normalt danner basis for vurdering af behovet for en ofte omkostningstung efterbedring. Endelig er planteafgangen for rødgran på dette tidspunkt endnu ikke påvirket af honningsvampangrebet.

Ved gennemgangen af forsøgsresultaterne med hensyn til planteafgang og højdeudvikling opdeles materialet i to grupper:

- plantepartier der udplantes friskoptaget
- grupper af friskoptagne og lagrede plantepartier med samme udplantningsdato.

For hver af disse grupper præsenteres udvalgte resultater grafisk i form af søjlediagrammer (figur 3-7).

For planteafgangens vedkommende vises således afgangens ved opgørelsen efter 2 vækstsæsoner, det vil sige det materiale, der er udvalgt til præsentation af de statistiske testresultater, samt afgangens ved sidste registrering efter henholdsvis 5 (grandis) og 8 (rødgran) vækstsæsoner. For grandis, hvor der i et enkelt tilfælde sker en betydende ændring af relationerne mellem handlingerne i 3. vækstsæson, vises tillige afgangens efter denne.

For rødgrans vedkommende vises resultaterne af begge højdemålinger efter henholdsvis 5 og 10 vækstsæsoner i søjlediagrammerne.

Vækstsæsonen 1983 betragtes som forsøgets første vækstsæson uanset, at vækstsæsonen 1982 ikke kan anses for helt afsluttet ved plantningerne i august og måske september 1982, ligesom plantningerne i maj, juni og juli 1983 er sket et stykke inde i vækstsæsonen 1983.

7. Forsøgsresultater

7.1 Plantebeskrivelse inden udplantning

7.1.1 Rødgran

Friskoptagne planter

De *efterårs-* og *tidligt vinteroptagne* (august til december) plantepartier havde alle en frisk mørkegrøn nålemasse. Lysegrønne skudspidser viste dog, at august- og september-planterne endnu var i vækst. På august-, september- og oktober-planterne sås endvidere hvide rodspidser.

Af de *forårs-* og *sommeroptagne* (marts til juli) partier, havde marts- og april-planterne en mindre frisk lys grøn til gulgrøn nålefarve, medens farven for maj-juli planterne igen var mørkere grøn. Maj-planterne var i begyndende knopbrydning og skudstrækning (2-3 cm), og både knopper og skud knækkede let af ved håndteringen af planterne. Hvide rodspidser noteredes kun for maj-planterne. Dette er i god overensstemmelse med både den lave juni-juli nedbør og med den midlertidige reduktion af rodvæksten i den mest aktive del af skudstrækningsperioden, der er konstateret for unge planter af flere træarter (Mattsson 1986, Nyström 1992 m.fl.). Som det eneste af alle plantepartier blev juli-planternes rødder beskrevet som tørre.

Kølelagrede planter

Når bortses fra et let mugangreb på de apriloptagne planter efter tre måneders lagring, så gav op til 6 måneders lagring ikke anledning til væsentlige synlige ændringer af eller klare skader på plantepartier optaget i *oktober*, *november*, *december*, *marts* og *april*. Efter 1-2 måneders lagring kunne der dog måske ses en tendens til bedring af de marts- og apriloptagne planters oprindeligt mindre friskgrønne nålefarve.

Efter 1 og 2 måneders lagring var de lyst grønne skudspidser på henholdsvis *august-* og *septemberoptagne* planter blevet gule, og efter yderligere 2-3 måneder havde august-planterne tillige fået en generel grålig farvetoning. Efter 4 måneders lagring observeredes de første mugangreb, kraftigst på augustoptagningen og især ved plantebundternes sammenbindingssted. Samtidig bemærkedes det, at barken på august-planternes rodhals og rødder sad løs, adskilt fra veddet af et opløst, slimet vækstlag. Hovedparten af disse planter har derfor formentlig i realiteten allerede været døde.

Kuldeskader er sandsynligvis årsag til, at *maj-* og *juni*optagningernes nye skud allerede efter en måneds lagring var tørre eller gule. Efter henholdsvis 2 og 1 måneds lagring forekom barken omkring rodhalsen tillige mere eller mindre løs, især på maj-planterne. Vækstlaget var dog stadig grønt og tilsyneladende intakt. Relativt svage mugangreb især ved bundternes sammenbinding kunne iagttages på begge optagningers planter efter henholdsvis 2 og 1 måneds lagring.

7.1.2 Grandis

Friskoptagne planter

De *efterårs-* og *tidligt vinteroptagne* (august-december) planter havde som for rødgran en frisk grøn nålemasse. Sommer/høstskuddene, som på august-planterne endnu var lidt bløde, havde i september nået fuld stivhed.

For de *vinter-, forårs- og sommeroptagne* (januar og marts til juli) planter var nålemassen for januar-, marts- og aprilplanterne mere tør og mindre frisk grøn end ved både de forudgående og de efterfølgende optagninger. Marts- og aprilplanterne havde endvidere en del rødbrune skuddele, sandsynligvis frysnings- og/eller frostudtørringsskader fra de foregående vintermåneder (jf. side 22).

På de *majoptagne* planter var knopperne i hovedsagen brudt og en stor del af planterne havde 2-3 cm lange skud, der var meget udsatte for at falde af under håndteringen af planterne.

Ved *juni*optagningen var de ny 1983-skud urteagtig bløde, medens de en måned senere ved *julio*optagningen var blevet noget stivere.

Kølelagrede planter

Set i forhold til rødgranen viste grandis en væsentlig ringere tålsomhed overfor kølelagring, idet intet planteparti havde klaret mere end to måneders lagring uden synlig ændringer eller klare skader.

Hverken *august-* eller *majoptagningerne* klarede en måneds lagring anmærkningsfrit. Allerede efter en måneds lagring prægedes augustoptagningens planter af en mindre frisk nålefarve, løstsiddende nåle og slappe skud. Efter yderligere lagring, prægedes planterne i stigende grad af nåletab, mør til løs bark og et vækstlag i opløsning ved rodhalsen. Efter 4 måneders lagring var august-planterne både mugne og slimede. De to augustpartier, som blev taget ud af kølelageret i november og december efter 3 og 4 måneders lagring, ansås begge for døde og blev ikke udplantet.

Efter en måneds lagring havde *majoptagningens* planter tabt ca. halvdelen af nålene, og de gamle nåle og de nye spæde skud var ofte visne eller slappe.

*September-, april- og juni*optagningerne klarede en måneds lagring uden anmærkninger, hvis der ses bort fra, at juni-planternes bløde urteagtige skud måske virkede lidt mere slappe efter den ene måneds lagring.

Efter to måneders lagring havde *septemberoptagningen* tabt en del nåle, og kun halvdelen af planterne blev vurderet som friske. Efter tre måneder var bark og vækstlag ved rodhalsen løse og i begyndende opløsning, og efter fire måneders lagring var plantebundterne mugne og slimede. Sidstnævnte parti ansås for dødt og udplantedes derfor ikke. En lignende vurdering kunne formentlig godt være anlagt for partiet, som havde været lagret i tre måneder, men tvivlen kom her den "anklagede" til gode.

Efter to måneders lagring havde apriloptagningen mistet ca. 75 % af nålene, og efter yderligere en måned lugtede partiet tillige muggent. Junioptagningen lagredes ifølge forsøgsplanen ikke ud over een måned.

To måneders anmærkningsfri lagring blev registreret for *oktober- og marts-optagningerne*. Som følge af forsøgsplanen blev oktoberoptagningen ikke vurderet efter tre og fire måneders lagring. Efter fem og seks måneders lagring havde oktober-planterne bark i opløsning og dødt vækstlag ved rodhalsen, og var dertil muggent og slimet. Begge disse partier ansås for døde og blev ikke udplantet. Efter tre og fire måneders lagring havde marts-planterne tabt en væsentlig del af nålene.

November- og decemberoptagningernes evne til at klare kølelagringen har været vanskeligere at vurdere dels på grund af "huller" i forsøgsplanen (ingen udplantninger/beskrivelser i januar og februar efter 2 og 3 henholdsvis 1 og 2 måneders lagring), dels på grund af usikkerhed ved tolkningen af plantebeskrivelserne.

Novemberoptagningen har klaret ialtfald een måneds lagring symptomfrit, men ved næste beskrivelse efter fire måneders lagring er planternes tilstand ret dårlig: løse gråbrune nåle og lette mugangreb ved bundternes sammenbinding. Efter fem måneders lagring beskrives kambiet som kun delvist grønt, medens nålefarven nu igen er overvejende frisk grøn. Efter seks måneders lagring har november-planterne tabt halvdelen af nålene.

For decemberoptagningen er der registreret ret løse nåle efter tre og lidt mug ved sammenbindingerne efter fire måneders lagring. Disse symptomer genfindes imidlertid ikke på de planter, der udtages efter yderligere en måneds lagring, og efter fem måneders lagring beskrives planterne som pæne og frisk grønne. Efter seks måneders lagring har december-planterne tabt halvdelen af nålene, men de resterende er som ved alle tidligere registreringer frisk grønne.

Som det må være naturligt, og som plantebeskrivelserne for rødgran og de øvrige grandisoptagninger da også antyder, vil lagringsskader normalt forværres i takt med, at lagringstiden øges. Tilsyneladende afvigelser fra denne regel, som de i større eller mindre grad ses ved november- og decemberoptagningerne, må derfor antages at skyldes lagringsomstændigheder, der ikke har påvirket alle dele - her sække - af et givet planteparti samtidigt eller lige kraftigt.

Som eksempel på sådanne forhold kan nævnes forskelle i nedkølingshastighed affødt af de enkelte sækkes forskellige placering i lageret, samt mere eller mindre tilfældigt opståede svampeangreb i enkelte sække. Begge tilfælde er eksempler på forhold, som erfaringsmæssigt kan skabe variation i lagringsresultatet i ellers velfungerende kølelagre.

I tabel 2 vises en oversigt over de lagringstider, som forsøgenes planter har klaret uden umiddelbart synlige symptomer på skader.

Tabel 2. Antal måneders lagring på køl uden umiddelbart synlige symptomer på skader for månedlige optagninger af rødgran og grandis. Forsøg 1287 og 1288.

Optagning medio	Måneders symptomfri lagring	
	Rødgran	Grandis
August	<1	<1
September	1	1
Oktober	mindst 6	mindst 2 højest 4
November	mindst 6	mindst 1 højest 3
December	mindst 6	5
Marts	mindst 4	2
April	2	1
Maj	<1	<1
Juni	<1	<1

Det skal fremhæves, at vurderingen af de kølelagrede planters tilstand efter kortere eller længere tids lagring i helt overvejende grad er baseret på beskrivelser af planternes top (til og med rodhalsen).

7.2 Planteafgang for rødgran og grandis

7.2.1 Generelt

Den variansanalytiske behandling af data fra de to forsøg viser for både rødgran og grandis samt for alle registreringstidspunkter, at såvel

- udplantningstidspunktet som
- tidspunktet for optagning af planter i planteskolen til kortere eller længere tids lagring på køl/frys eller til direkte udplantning, samt
- samspillet mellem disse faktorer

har haft højsignifikant ($p = 0,0001$) indflydelse på planteafgangen.

I rødgranforsøget har *honningsvampangrebet* i den udstrækning, det er erkendt, haft en statistisk stadig mere sikker negativ indflydelse på planteafgangen fra 3. vækstsæson og fremefter. Foråret 1991 efter otte vækstsæsoner viser en sammenligning af afgang i parceller med og uden registreret honningssvamp, at angrebet indtil da har øget planteafgangen med gennemsnitlig 9 (-21 til + 40) %-enheder, alt andet lige.

Parcellernes helt eller delvise placering i rødgranforsøgets markante *frostlavninger* har kun i meget begrænset og ikke statistisk sikkert omfang haft negativ indflydelse på rødgranens overlevelse. Foråret 1991 ca. otte år efter plantning ses en gennemsnitlig forøgelse af planteafgangen i frostlavninger på kun ca. 3 (-29 til +27) %-enheder, alt andet lige.

Resultaterne af samtlige opgørelser af forsøgsbehandlingernes indflydelse på den akkumulerede planteafgang er vist i bilag 8 (rødgran) og 9 (grandis). For rødgran er behandlingsmidlerne fra og med foråret 1986, det vil sige

efter tre vækstsæsoner, søgt korrigeret for virkningerne af et behandlingsmæssigt skævt fordelt honningsvampangreb (jf. side 15).

I bilag 10 vises de ukorrigerede planteafgangsresultater efter to vækstsæsoner for udplantningerne af *friskoptagne* plantepartier af rødgran og grandis, samt resultaterne af en statistisk vurdering af behandlingsforskellene. Tilsvarende resultater for grupper af *såvel friskoptagne som kølelagrede* plantepartier med fælles udplantningstidspunkt er vist i bilag 11.

7.2.2 Friskoptagne planter

Rødgran

Planteafgangsresultater efter 2 og 8 vækstsæsoner for udplantning af friskoptagne rødgranpartier er vist grafisk på figur 3 øverst.

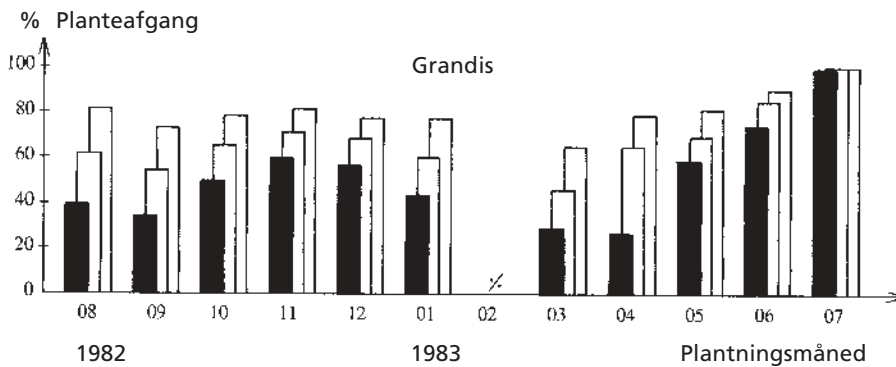
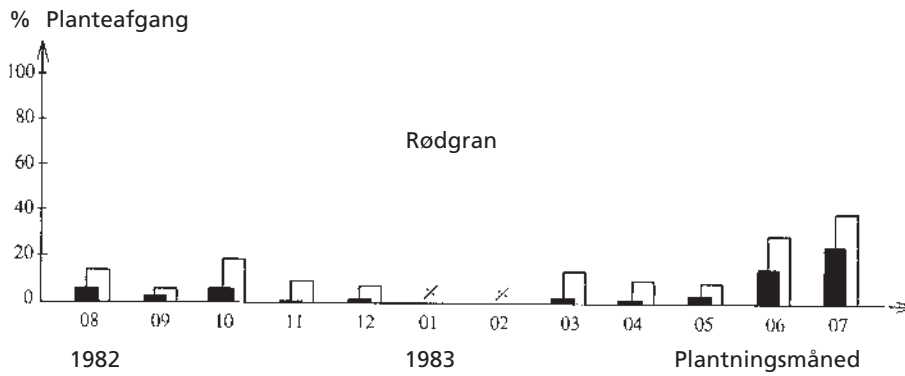
Som det ses af figuren og bilag 10, er planteafgangen efter to vækstsæsoner lav (1-5 %) for udplantningerne fra medio august til medio maj næste år og iøvrigt uden statistisk sikre forskelle. Ved plantning i juni og juli øges afgang markant og statistisk sikkert til henholdsvis 15 og 25 %. Forskellen mellem de to middelaftange er ikke signifikant.

Seks år senere efter otte vækstsæsoner er afgang steget med 4-15 %-enheder uden at opdelingen i to klare hovedgrupper: august til maj og juni/juli plantningerne ændres.

Grandis

Planteafgangsresultater efter 2, 3 og 5 vækstsæsoner for udplantning af friskoptaget plantemateriale er vist grafisk på figur 3 nederst. Som det fremgår af figuren har såvel afgangsniveaet som variationen i den akkumulerede planteafgang været betydeligt større for den erfaringsmæssigt vanskelige grandis end for den robuste rødgran.

Opgjort efter to vækstsæsoner er de bedste resultater opnået ved plantningerne medio april og medio marts (27 og 29 % afgang). Ifølge bilag 10 adskiller disse sig dog ikke statistisk sikkert fra de næstbedste plantninger i september og august (35-40 % afgang). Tredjebedste gruppe på dette tidspunkt er plantningerne fra januar og oktober (44-50 % afgang), hvoraf dog kun januarplantningen adskiller sig statistisk sikkert fra den næstdårligste gruppe: plantningerne fra december, maj og november (57-60 %). Som for rødgran er de dårligste resultater nået ved juni- og juliplantningerne (74-99 % afgang), hvoraf sidstnævnte statistisk sikkert har højere planteafgang end alle de øvrige udplantninger af friskoptaget plantemateriale.



Figur 3. Akkumuleret planteafgang (%) for månedlige udplantninger af friskoptagne plantepartier af rødgran og grandis. Forsøg 1287 og 1288.

Sorte søjler rødgran: efter 2 vækstsæsoner

grandis: efter 2 vækstsæsoner

Hvide søjler rødgran: efter 8 vækstsæsoner

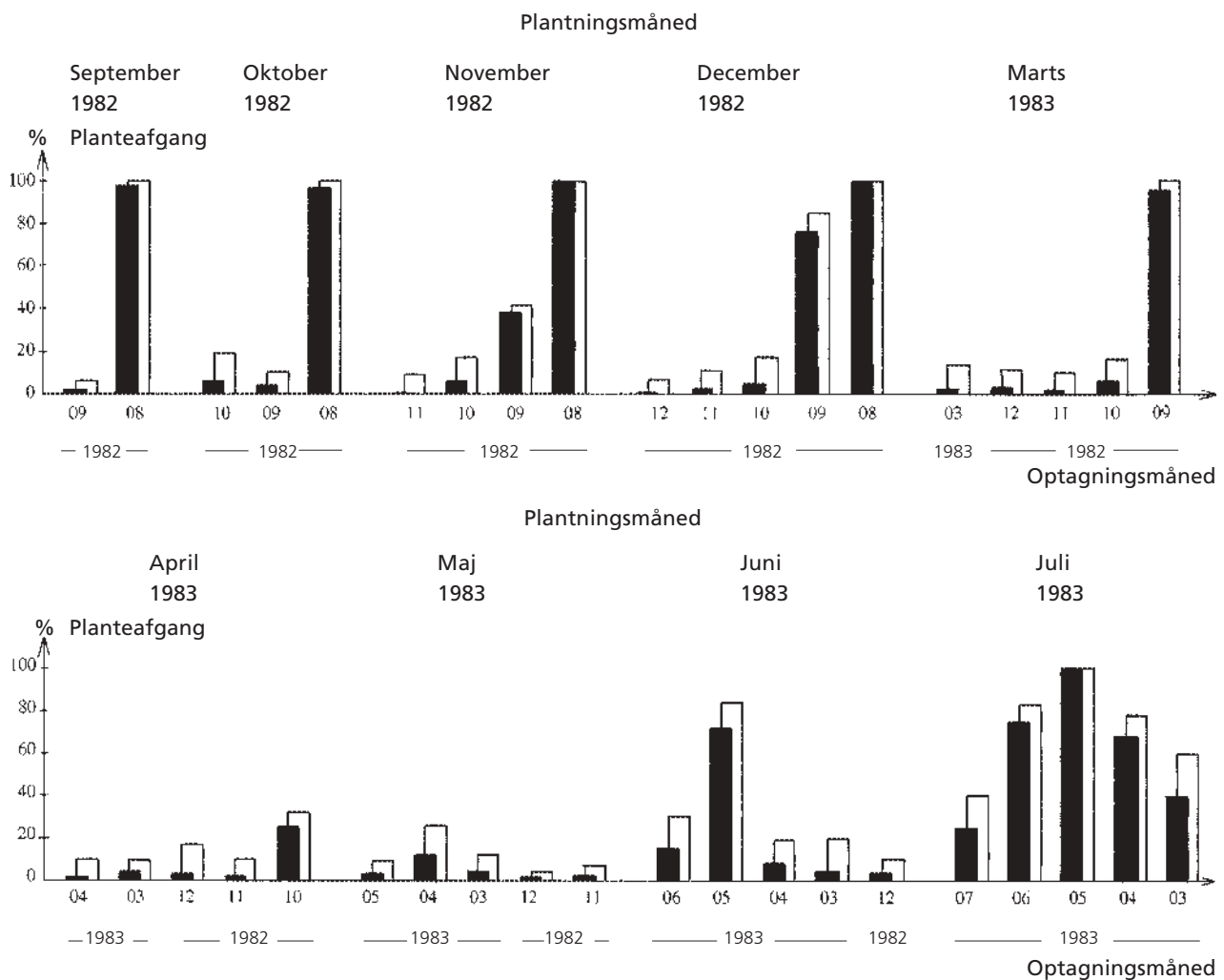
grandis: efter 3 og 5 vækstsæsoner

Ved planteafgangsopførelsen året efter (foråret 1986) er afgangens i de fleste tilfælde øget på en sådan måde, at relationerne mellem de forskellige plantningsmåneder i store træk er bibeholdt. Eneste markante ændring vedrører aprilplantningen, hvor en særlig høj tilvækst i afgangens har medført, at denne plantning nu er signifikant dårligere (18 %-enheder) end martsplantningen. Da den ekstraordinære stigning gør sig gældende i tre af fire gentagelser, forekommer det sandsynligt, at der er tale om en forsinket behandlingseffekt, som må tillægges betydning ved vurderingen af aprilplantningen.

7.2.3 Friskoptagne og kølelagrede planter

Rødgran

Planteafgangsresultater efter 2 og 8 vækstsæsoner for grupper af såvel friskoptagne som kølelagrede planter med fælles udplantningstidspunkt er vist grafisk på figur 4.



Figur 4. Akkumuleret planteafgang (%) for månedlige optagninger af dels friskudplantede (første søjlesæt tv. i hver plantningsgruppe) dels kølelagrede plantepartier af rødgran grupperet efter plantningsmåned. Forsøg 1287. Sorte og hvide søjler: se figur 3, rødgran.

Af figuren og bilag 11 fremgår det, at afgangen for planter, der er taget op og lagt på køl medio *august* og derefter udplantet i perioden september-december, har været uacceptabel høj (97-100%). Afgangen for friskoptaget plantemateriale udplantet i samme periode har til sammenligning ligget mellem kun 0,5 og 5%.

Ved udplantningen i oktober har afgangen for kølelagrede planter optaget medio *september* og lagret én måned ligget på niveau med afgangen for friskoptaget plantemateriale (ca. 5%). Ved de følgende udplantninger i november, december og marts øges afgangen for det kølelagrede septembermateriale imidlertid til 38, 77 og 96%, medens de tilsvarende afgange for friskoptagne planter stadig ligger meget lavt (0,5 - 3%).

For *oktoberoptagningen* har planteafgangen for de kølelagrede plantepartier gennemgående være højere end for samtidig udplantet friskoptaget materiale. Forskellen mellem de to plantematerialer er betydelig (26 mod 2%) og statistisk sikker ved plantningen i april, mens der ved november- og decem-

berplantningerne er tale om væsentlig mindre (6 og 4 mod 0,5%) og knapt signifikante ($p = 0,0648$ og $0,0738$) forskelle. Ved plantningen i marts er forskellen (6 mod 3%) ikke statistisk sikker.

November- og november/decemberoptagningerne har ikke været repræsenteret ved plantningerne i henholdsvis juni og juli. Ved de forudgående plantninger har afgang for de to optagninger imidlertid enten været på samme lave niveau (1 - 3%) som eller signifikant lavere (decemberoptagne planter udplantet i juni: 3 mod 15%) end afgang for friskudplantet materiale. Man kan derfor ikke udelukke, at de to optagninger ville have vist sig konkurrencedygtige også ved juni- og juliplantningerne, hvis disse kombinationer havde været repræsenteret i forsøgene.

For kølelagret materiale optaget i *marts* måned har planteafgangen efter to vækstsæsoner enten kun været uvæsentlig højere (4 og 5 mod 2 og 3%) eller endog signifikant lavere (4 mod 15%) end for friskoptaget materiale ved plantningerne i henholdsvis april/maj og juni. Først ved plantningen i juli efter 4 måneders lagring er der en stærk tendens ($p = 0,0603$) til merafgang (40 mod 25%) for den kølelagrede martsoptagning.

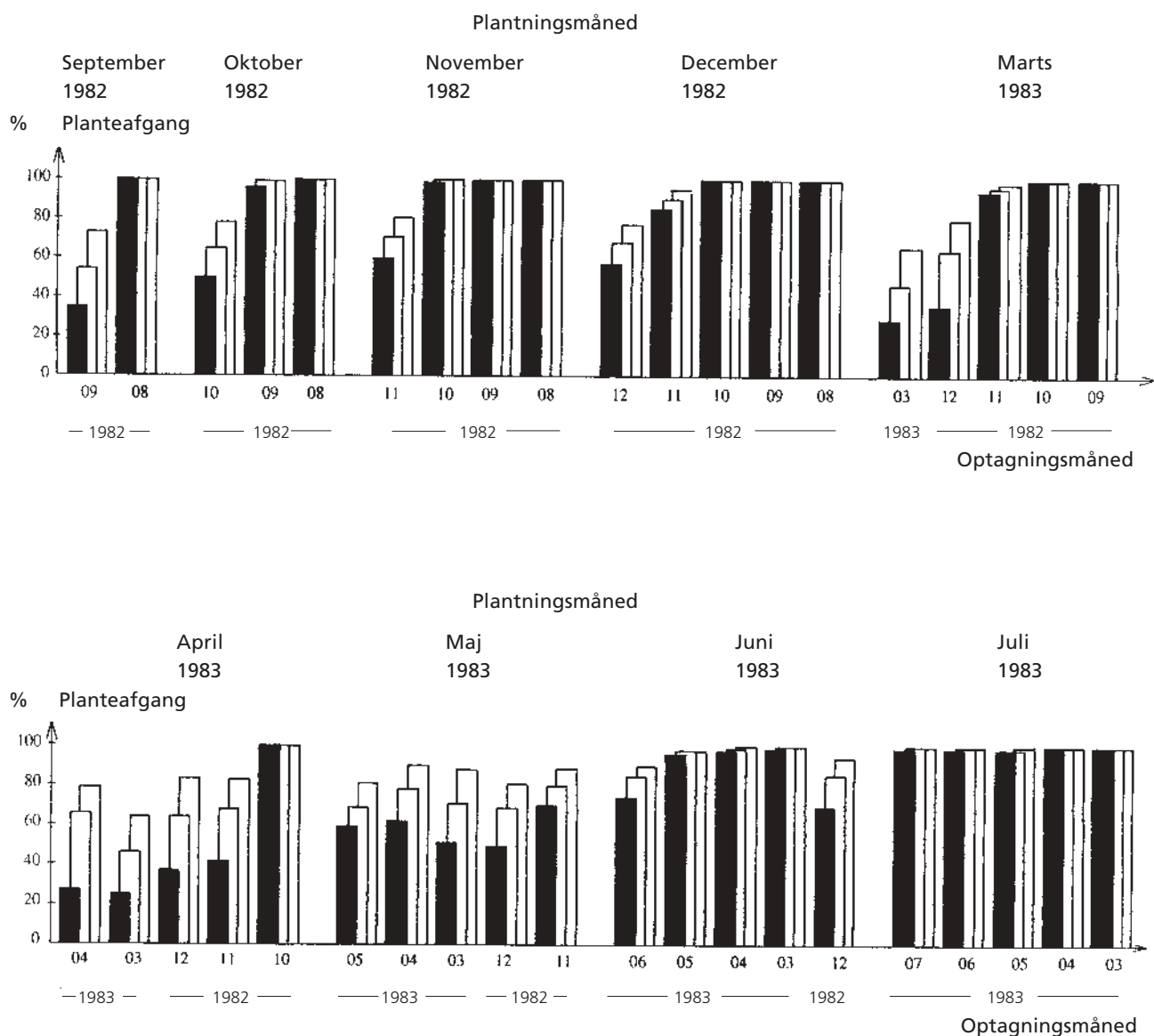
Ved udplantningerne i maj og juli er planteafgangen for kølelagret materiale optaget medio *april* (12 og 68%) signifikant højere end for friskoptaget materiale (3 og 25%). Ved udplantningen i juni er det bedste resultat derimod opnået med det kølelagrede materiale (8 mod 15%), et resultat der dog ikke er statistisk sikkert. Da det friskudplantede materiale til juniplantningen er taget op på et meget følsomt stadium (begyndelsen af skudstrækningsperioden), behøver der ikke at være noget ulogisk i, at kølelagret april-materiale har været konkurrencedygtigt ved plantning i juni men ikke i maj.

Ser man til slut på planteafgangen for det kølelagrede materiale fra *maj- og juni-optagningerne*, viser figur 4 og bilag 11 med stor tydelighed disse partiers uegnethed til udplantning både i sig selv (72 - 100% afgang) og set i forhold til friskoptaget materiale (15 - 25% afgang).

Vurderet seks år senere efter otte vækstsæsoner er der kun sket få ændringer i relationerne mellem behandlingerne indenfor de enkelte grupper. Ved decemberplantningen er de oktoberindlagrede planter nu blevet signifikant dårligere end det friskoptagne parti, og ved juniplantningen er decemberoptagningen nu det eneste kølelagrede parti, der er signifikant bedre end det friskoptagne plantemateriale. Endelig har stigningen i planteafgangen for martsoptagningen medført, at alle kølelagrede plantepartier nu med statistisk sikkerhed har givet dårligere resultater end friskoptaget materiale ved plantningen i juli.

Grandis

Planteafgangsresultater efter 2, 3 og 5 vækstsæsoner for udplantning af såvel friskoptagne som kølelagrede planter er for grupper af behandlinger med fælles udplantningstidspunkt vist grafisk på figur 5.



Figur 5. Akkumuleret planteafgang (%) for månedlige optagninger af dels friskudplantede (første søjlesæt tv. i hver plantningsgruppe) dels kølelagrede plantepartier af grandis grupperet efter plantningsmåned. Forsøg 1288. Sorte og hvide søjler: se figur 3, grandis.

Af figuren og bilag 11 fremgår det, at kølelagret plantemateriale fra optagningerne medio *august*, *september* og *oktober* med planteafgange på mellem 98 og 100% efter de to første vækstsæsoner har været helt uegnet til udplantning. Til sammenligning har afgangene for samtidige udplantninger af friskoptaget materiale ligget mellem 27 og 60%,

Med planteafgange på 41 - 94% ved plantningerne i december, marts, april og maj er det gået noget bedre for kølelagret materiale fra optagningen medio *november*, men afgangene (85, 94, 41 og 70%) er dog stadig højere end for samtidigt udplantet friskoptaget materiale (57, 29, 27 og 59%). For de tre første udplantninger er forskellene signifikante eller meget nær signifikante (april: $p = 0,0623$), mens forskellen ved plantningen i maj ikke er det.

Med afgang på 37 - 69% for planter optaget og indlagret medio *december* er plantningsresultaterne for kølelagret materiale yderligere forbedret. Ved plantningerne i marts og april har det kølelagrede materiale dog stadig den højeste afgang (37 mod 29 og 27%), mens afgangen ved plantningerne i maj og juni (49 og 69%) til gengæld er lavere end for friskoptaget plantemateriale (59 og 74%). I ingen af tilfældene er der dog tale om statistisk sikre forskelle.

Med en planteafgang på 24,5% efter de to første vækstsæsoner er det bedste resultat for kølelagret grandis nået ved udplantning af *marts*optaget materiale i april efter kun én måneds lagring. Afgangen er her en anelse mindre end afgang for friskoptaget materiale (27%). Trods en betragtelig forøgelse ved plantningen i maj, er afgang for det kølelagrede marts-materiale (51%) også her lidt lavere end for de friskoptagne planter (59%). I ingen af tilfældene er der dog tale om statistisk sikre forskelle. Ved plantningerne i juni og juli øges det kølelagrede marts-materiales afgang til 99 - 100%, og er dermed signifikant højere end afgang for friskoptaget materiale (74%) ved udplantningen i juni.

Af det kølelagrede materiale fra optagningerne i *april, maj og juni* er det kun de én måned lagrede planter fra april, der har opnået en planteafgang (62%), der er lavere end 970-100%. Dette resultat er kun lidt og ikke signifikant dårligere, end hvad der er opnået ved den samtidige udplantning af friskoptagne planter medio maj (59%).

Ved opgørelsen det følgende år efter tre vækstsæsoner er rangfølgen indenfor grupperne stort set uændret, dog med en markant undtagelse for udplantningerne medio april. Her har en særlig kraftig stigning i planteafgangen for det friskoptagne materiale medført, at afgang for dette ifølge bilag 9 nu er blevet væsentlig højere (65%) end for det kølelagrede marts-materiale (46%). Forskellen mellem de to plantepartier er endvidere nu blevet statistisk sikker. Samtidig er forskellene mellem afgangene for det friskoptagne materiale og de kølelagrede partier fra november og december stort set blevet elimineret: 65 mod 68 og 64%. Afgangen for det friskoptagne materiale er dog stadig signifikant lavere end for de kølelagrede planter fra oktoberoptagningen (100%). Som omtalt side 34, er det sandsynligt, at den ekstraordinære del af stigningen for det friskoptagne april-materiale må ses som en forsinket behandlingseffekt.

Ved den sidste opgørelse af planteafgangen for grandis efter fem vækstsæsoner er relationerne mellem behandlingerne stort set opretholdt, når der tages hensyn til, at flere af plantepartierne allerede tidligere er kommet nær på "loftet" 100 % afgang.

7.3 Højdeudvikling for rødgran

7.3.1 Generelt

Ekstremt høj dødelighed samt generel utrivelighed hos flertallet af de overlevende planter har medført, at fortsatte registreringer i grandisforsøget er opgivet efter femte vækstsæson uden forudgående højdemåling.

Variansanalyser af data fra rødgranforsøgets to højdemålinger efter henholdsvis 5 og 10 vækstsæsoner viser begge, at både udplantningstidspunktet, optagningstidspunktet og samspillet mellem disse har haft højsignifikant ($p = 0,0001$) indflydelse på rødgranens højdeudvikling.

Parcellernes beliggenhed i forhold til *frostlavninger* har ved begge målinger ligeledes haft højsignifikant indflydelse (negativ) på rødgranens højdeudvikling. Foråret 1993 efter 10 vækstsæsoner er højden for parceller, der er helt eller delvist beliggende i en frostlavning, således gennemsnitlig 85 cm (10-242 cm) lavere end højden for parceller udenfor lavningerne, alt andet lige.

Nogen væsentlig endsige sikker effekt af *honningsvampangrebet* på de overlevende rødgraners højde er ikke påvist, hverken efter 5 eller 10 vækstsæsoner.

Bilag 8 viser resultaterne af de to højdemålinger korrigeret for forskelle i såvel antallet af måleplanter pr. parcel som i parcellernes beliggenhed i forhold til forsøgets markante frostlavninger.

I bilag 10 vises resultaterne af en statistisk vurdering af behandlingsforskellene 10 år efter plantning for udplantningerne af *friskoptagne* plantepartier. I bilag 11 er vist resultaterne af en tilsvarende analyse af *det samlede materiale* opdelt i grupper efter udplantningstidspunkt.

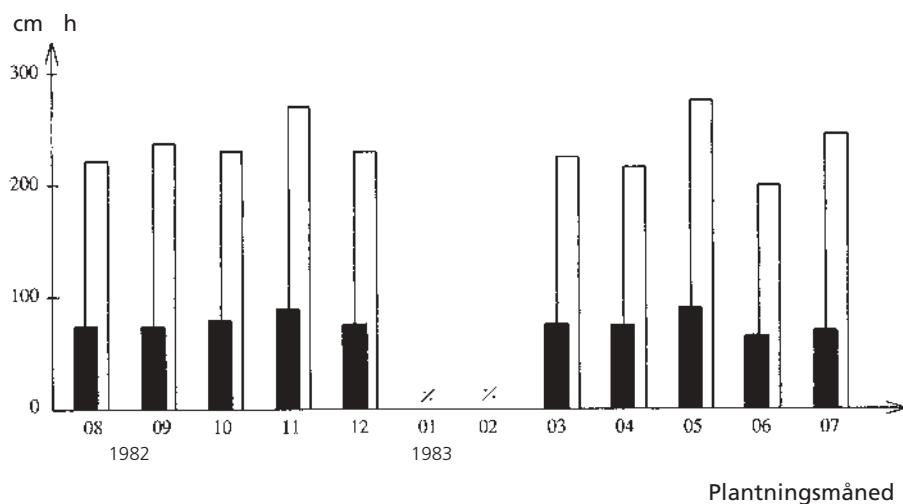
7.3.2 Friskoptagne planter

Korrigerede middelhøjder 5 og 10 vækstsæsoner efter udplantning af friskoptagne rødgranpartier er vist grafisk på figur 6.

Som det ses af figuren, er højdeforskellene efter 5 vækstsæsoner beskedne (max. 25 cm). Højest er maj- og novemberplantningerne (90 og 88 cm), lavest juni- og juliplantningerne (65 og 69 cm). Mellem disse yderpunkter ligger de øvrige udplantninger med højder på gennemsnitlig 76 cm (74-79 cm).

Efter 10 vækstsæsoner er behandlingsforskellene øget noget, både indenfor og imellem de tre grupper. Maj- (275 cm) og novemberplantningerne (270 cm) er stadig de højeste og adskiller sig med højdeforskel på 32-60 cm statistisk sikkert fra alle midtergruppens seks plantninger (bilag 10). Med et gennemsnit på 227 cm varierer disses højder nu mellem 215 og 238 cm.

Med en middelhøjde på 198 cm har juniplantningen ligeledes beholdt sin position som forsøgets laveste. Med højdeforskel på 17-40 cm er den dog



Figur 6. Middelhøjder (cm) efter 5 (sorte søjler) og 10 (hvide søjler) vækstsæsoner for månedlige udplantninger af friskoptagne plantepartier af rødgran. Forsøg 1287.

nu kun signifikant ringere end halvdelen af midtergruppens seks plantninger. Juliplantningen har derimod forbedret sin position, og er med en højde på 244 cm rykket op mellem midtergruppen og maj/novemberplantningerne uden at adskille sig statistisk sikkert fra nogen af dem.

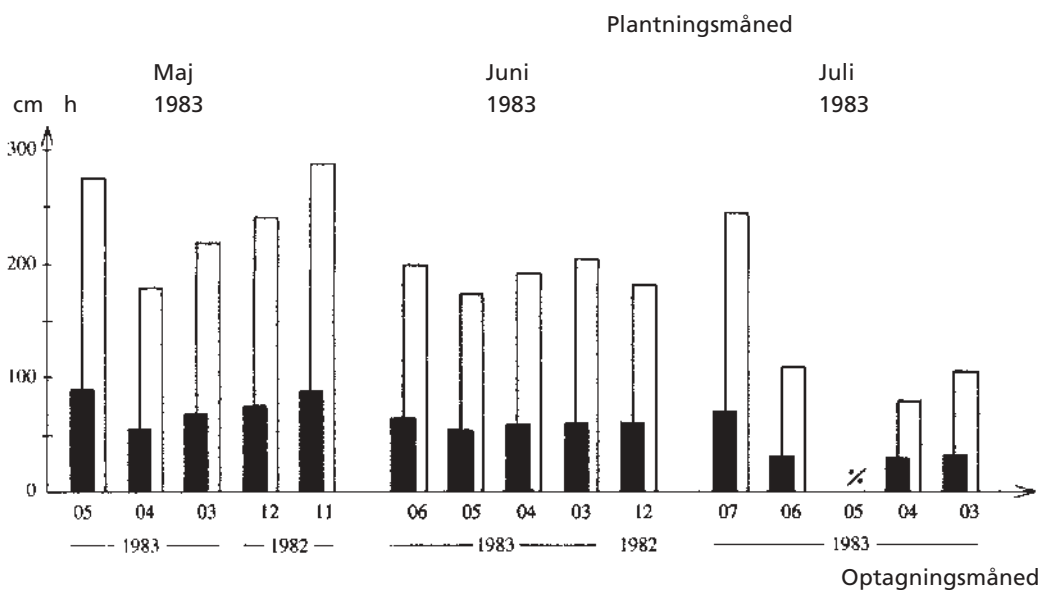
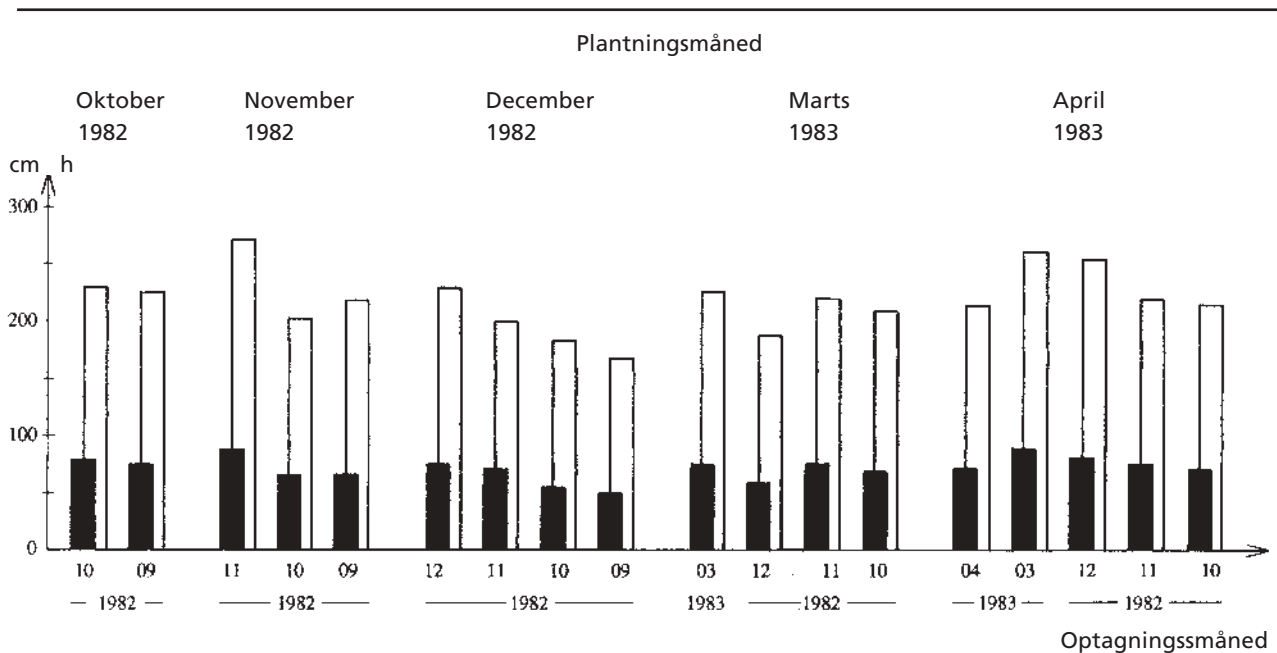
7.3.3 Friskoptagne og kølelagrede planter

Korrigerede middelhøjder 5 og 10 vækstsæsoner efter udplantning af såvel friskoptagne som kølelagrede plantepartier er vist grafisk på figur 7 for grupper af plantninger med fælles plantningstidspunkt. En række plantninger af kølelagret plantemateriale optaget i august, september og maj indgår ikke i figuren, da de på grund af ekstrem høj planteafgang (96 - 100%) ikke har kunnet højdemåles (sml. bilag 11). Grupper af udplantninger, hvor kun friskoptaget materiale har kunnet højdemåles (august, september) er heller ikke vist.

Som det ses af figur 7 på næste side, er der i de fleste grupper tydelige højdeforskelle mellem behandlingerne efter fem vækstsæsoner. Efter yderligere fem sæsoner er rangfølgen indenfor grupperne stort set uændret, men forskellene er uddybet, således som det også ses for de friskudplantede partier isoleret betragtet (jf. figur 6). Forholdet afspejler næppe en egentlig længerevarende behandlingseffekt, men er snarere udtryk for den almene erfaring, at en tidligt opnået vækstfordel som regel medfører, at kulturen hurtigere slipper fri af negative påvirkninger fra for eksempel frost og øget vegetationskonkurrence, som kan holde langsommere startende kulturer tilbage i en længere årrække.

Det bedste resultat for kølelagret materiale er opnået ved udplantningen i maj, hvor tiårshøjden for planter optaget i november er lidt men ikke signifikant højere (287 cm) end for friskoptaget materiale (275 cm). Næsten ligeså gode resultater er opnået ved plantningen i april, hvor marts- og decemberoptaget materiale er signifikant højere (262 og 254 cm) end friskoptagne

planter (215 cm). De ringeste resultater for kølelagret materiale ses ved plantningen i juli, hvor optagningerne fra marts til juni er mindre end halvt så høje (78 - 108 cm) som det friskoptagne materiale (244 cm). Vurderet efter højdeudviklingen har anvendelsen af kølelagrede planter som alternativ til friskoptaget materiale generelt vist sig sikkert ved plantningerne i oktober, april og juni, hvor der indenfor materialets grænser er opnået lige så gode eller bedre resultater for kølelagret som for friskoptaget plantemateriale. Modsnævningsvis har kølelagret materiale generelt været et dårligt valg ved plantning i november, december og juli. Også ved plantningerne i marts og især maj har risikoen for ringere resultater ved anvendelsen af kølelagret plantemateriale dog været betydelig.



Figur 7. Middelhøjder (cm) efter 5 (sorte søjler) og 10 (hvide søjler) vækstsæsoner for månedlige optagninger af dels friskudplantede (første søjlesæt tv. i hver plantningsgruppe) dels kølelagrede plantepartier af rødgran grupperet efter plantningsmåned. Forsøg 1287.

8. Diskussion

8.1 Friskoptagne planter

For forsøgenes friskudplantede plantepartier vil resultaterne være bestemt af et samspil mellem en række faktorer, hvis påvirkning af planterne i større eller mindre grad er afhængig af årstiden og plantningstidspunktet:

- ventetiden på planteskolebedet inden optagningen,
- sorteringen
- diverse stresspåvirkninger i forbindelse med optagning, sortering, opbevaring og transport, samt
- overvejende klimatisk betingede påvirkninger under og efter udplantningen.

I et praksisnært udplantningsforsøg som det foreliggende vil de enkelte faktorerets deeffekter ikke kunne udskilles med sikkerhed.

8.1.1 Etableringssikkerhed

Rødgran

Vurderet efter to mere eller mindre fuldstændige vækstsæsoner viser resultaterne fra rødgranforsøget, at planteafgangen for de månedlige udplantninger fra perioden medio august til medio maj (dog excl. januar og februar) har været beskeden (1-5 %) og uden væsentlig eller sikker indflydelse fra plantningstidspunktet. Ved udplantningerne i juni og juli øges planteafgangen markant og sikkert til henholdsvis 15 og 25 %, sandsynligvis som en følge af en kombination af følsomt optagningstidspunkt (skudstrækningsperioden), øget evapotranspiration og markante nedbørsunderskud i tiden efter udplantningen (juni, juli, august). Ved opgørelsen efter yderligere seks vækstsæsoner er der ingen væsentlige kvalitative ændringer i dette mønster.

Planteafgangsresultaterne for perioden august til maj er i god overensstemmelse med resultaterne fra et ældre dansk forsøg med udplantning af blandt andet rødgran i august, oktober/november, marts og maj på både leret og sandet planteskolejord i to på hinanden følgende år (Bornebusch 1937). Også erfaringer fra planteskolen (Groven 1968) samt praktiske plantninger viser, at den robuste rødgran kan plantes med rimelig sikkerhed det meste af året med undtagelse af den mest aktive del af skudstrækningsperioden i juni og juli måned. Jo tættere på vækstsæsonen der plantes (maj og august), jo mere er rimelige fugtighedsforhold på plantningstidspunktet dog en forudsætning for et godt plantningsresultat. Især på lerede jorde må der endvidere tages forbehold for risikoen for opfrysning ved sen efterårs- og vinterplantning.

Grandis

Når bortses fra et markant højere afgangsniveau, adskiller planteafgangen for friskudplantet grandis sig kvalitativt fra den robuste rødgrans (jf. figur 3 side 34) ved:

- en forhøjet afgang for oktober-, november- og decemberplantningerne set i forhold til plantningerne i det tidlige efterår og forår, samt
- en tidligere begyndende stigning i afgangsen ved forårs- og sommerplantningerne.

Forhøjet afgang ved plantning af grandis i oktober, november og december er også bemærket i planteskolebranchen (Schjött 1998, person. comm.), uden at årsagen dog er klarlagt. En mulig forklaring kunne være, at grandis i modsætning til rødgranen er udsat for en kombination af frost- og fordampningssvækkelser som følge af de svingninger mellem milde og kolde perioder, der så ofte optræder i det danske vinterklima. Månederne november, december og januar var netop i 1982/83 karakteriseret ved perioder med frost vekslende med for årstiden relativ høje temperaturer.

I modsætning til de sene efterårs- og tidlige vinterplantninger kan august- og septemberplantningerne have nået at få en så god rod/jordkontakt, at rodaktiviteten i de milde perioder kan have været tilstrækkelig til at afbøde i hvert fald en del af fordampningstabene i disse perioder. Om planterne herved er blevet styrket i deres beredskab mod frostpåvirkninger, er måske også en mulighed.

Blandt andet gradvist stigende jordbundstemperatur og voksende rodvækstpotentiale (jf. side 7), frasortering af planter skadet i planteskolen, samt måske færre og mindre udtalte temperaturekstremere efter udplantning kan endelig være mulige årsager til, at den tidlige planteafgang igen falder for plantningerne efter december.

Tages der hensyn til, at planteafgangen efter 2. vækstsæson sandsynligvis er for lav til at være repræsentativ for udplantningen i april (jf. side 34), når planteafgangen for grandis sit laveste niveau medio marts, et niveau der dog ikke afviger sikkert fra august- og septemberplantningernes lidt højere afgange. Under samme forudsætning stiger planteafgangen herfra igen og når et maksimum for juliplantningen. Forløbet kunne tyde på, at grandis betydelig tidligere end rødgranen bliver følsom for de stresspåvirkninger, som planterne om foråret og sommeren i stigende grad udsættes for i forbindelse med optagning, sortering, transport og udplantning. Årsagen til den tidligere følsomhed hos grandis kunne være tidligere begyndende livsaktiviteter, som forstyrres ved optagningen og den videre håndtering af planterne.

Tilbagevendende problemer med vinter- og forårsfrost på den store og ubeskyttede renafdrift er formentlig grunden til, at afgangsen for grandis generelt har nået et så højt niveau i forsøget, som tilfældet er. Efter fem vækstsæsoner har planteafgangen for flertallet af plantningerne med friskt plantemateriale således nået et niveau tæt på 80%. Markant bedre end dette "midelniveau" ligger kun martsplantningen (65%) og tildels septemberplant-

ningen (73%), medens juni- og juliplantningerne ligger noget over niveauet (90 og 100% afgang).

I plantningsforsøg fra 1934/35 og 1935/36 på såvel sandet som leret planteskolejord (Bornebusch 1937) finder man på begge jordtyper, at afgangen for grandis efter 1. vækstsæson er klart lavere for martsplantningen (gennemsnitlig 0,5%) end for plantningerne fra oktober/november og maj, hvis gennemsnitlige afgange er af samme størrelsesorden (8 og 10%). Kvalitativt svarer dette godt til resultaterne fra nærværende forsøg.

I modsætning til nærværende forsøg har afgangen for augustplantningerne i de fire ældre forsøgsplantninger (gennemsnitlig 26%) derimod med en enkelt mindre undtagelse (majplantningen i 1934/35-forsøget på sandjord) været markant højere end afgangen for oktober/november- og majplantningerne. En mulig årsag til forskellen mellem de ældre og nyere forsøgsresultater på dette punkt kan være nedbørsforskelle. I 1934/35 og 1935/36 forsøgene lå augustnedbøren således på henholdsvis 80 og 45 mm (20% over og 33% under landsnormalen for 1961-90), medens den i 1982 var godt 120 mm (ca. 80% over normalen). Er forklaringen rigtig, tyder det på, at rigelig nedbør - betydelig over normalen - er nødvendig for at sikre den sommerskudsdannende grandis en blot nogenlunde acceptabel overlevelse ved sen sommer/tidlig efterårsplantning.

8.1.2 Højdevækst

Rødgran

Juli- og juniplantningen er udført i tilknytning til en tre måneder lang periode med betydelige nedbørsunderskud og med planter, der er taget op midt i eller ved afslutningen af den meget følsomme skudstrækningsperiode. De to plantningers højdemæssige bundplacering 5 år efter plantning - og for juniplantningens vedkommende endnu mere udpræget også 10 år efter plantning - er derfor formentlig udtryk for, at de årstidsbetingede forhold med tilknytning til optagnings- og udplantningstidspunktet har påvirket ikke alene planteafgangen men også de overlevende planters højdevækst negativt.

November- og majplantningernes sikre højdeoverlegenhed både efter 5. og 10. vækstsæson er noget vanskeligere at tolke, idet planteafgangen, der for alle plantningerne i perioden august til maj er ensartet lav, ikke tyder på, at specielt positive etableringsvilkår kan være årsagen. Tilfældige, uregistrerede variationer i etableringsvilkårene (sml. side 57) eller et for unuanceret grundlag for den korrektion, der skulle have rensset højdemidlerne for virkningerne af behandlingernes forskellige belastninger med hensyn til risiko for frostska-der (jf. bilag 3), er andre forklaringsmuligheder.

Undersøges variationen i højdetilvæksten fra 5 til 10 år efter plantning, finder man for det samlede materiale en stærk ($r = 0,9340$) positiv korrelation mellem højden 5 år efter plantning og tilvæksten i den efterfølgende femårsperiode ($I_{h5-10} = 9,74 + 1,9412 \cdot h_5$). Forholdet er i god overensstemmelse med den praktiske erfaring, at en plantning eller plante, der af den ene eller anden grund har fået en hurtig vækststart, som regel i en kortere eller læn-

gere årrække herefter vil øge sit forspring i forhold til en langsommere startende. Årsagen kan være hurtigere frigørelse fra negative påvirkninger (frostskafer, reduceret forsyning med vand, næring og eventuelt lys) som følge af en øgende vegetationskonkurrence, der kan holde den langsommere startende plantning tilbage i en længere årrække. Korrelationen mellem femårshøjde og tilvækst i den efterfølgende femårsperiode er så stærk (93% af variationen forklaret), at det må antages, at etableringsbetingelserne og dermed plantningstidspunktet næppe har haft væsentlig om overhovedet nogen direkte indflydelse på rødgranens højdevækst i perioden fra 5 til 10 år efter plantning. Foruden en enkelt anden plantning er det kun juliplantningen af friskoptaget plantemateriale, der ud af i alt 34 plantninger afviger markant fra den højsignifikante h_5/I_{h5-10} - regression. Da der ikke ses nogen logisk, plantetidsbegrundet årsag til denne afvigelse, må forbedringen af juliplantningens højdemæssige placering fra 5 til 10 år efter plantning (jf. side 40) sandsynligvis bero på i denne sammenhæng tilfældigheder.

I de tidligere citerede danske plantetidsforsøg finder Bornebusch (1937) i 1934/35 - forsøgene den bedste højdevækst for rødgran i augustplantningerne og den dårligste i majplantningerne. Derimellem ligger oktober - og martsplantningerne, der ikke adskiller sig væsentligt fra hinanden. I 1935/36- forsøgene er august- og novemberplantningernes højdetilvækst af nogenlunde samme størrelseorden og bedre end marts- og majplantningernes, dog ikke på sandjorden, hvor majplantningen har forsøgets største tilvækst.

I forsøg med månedelige priklinger af 1½ - 2 år gamle frøbedsplanter af rødgran finder Groven (1968) efter én vækstsæson jævnt aftagende plantevægt og -højde jo senere priklingen er udført i perioden fra august til maj det følgende år. Efter yderligere én vækstsæson på priklebedet er denne trend dog snarere udjævnet end uddybet.

Betragtes resultaterne fra både gamle og nye forsøg under et, ses der ikke at være gennemgående træk, der sandsynliggør, at optagningstidspunktet har en generel kvalitativ indflydelse på højdevæksten for friskoptaget rødgran udplantet i perioden fra august til maj det følgende år. Skulle en sådan alligevel findes, viser forskellene mellem forsøgene med hensyn til plantningstidspunkternes vækstmæssige rangordning imidlertid, at virkningen af tilfældige variationer i for eksempel plantebehandlingen, jordbundsforholdene og de enkelte plantningsmåneders klima helt kan overskygge en sådan sammenhæng (jf. side 50 og 57).

Indtil yderligere erfaringsindsamling eventuelt måtte ændre opfattelsen, giver højdeudviklingen i de hidtidige danske plantetidsforsøg således ikke anledning til at ændre nærværende forsøgs planteafgangsaserede konklusion: at friskoptaget rødgran kan udplantes på veldrænet jord med stort set samme sikkerhed i alle årets måneder med undtagelse af juni og juli.

8.2 Kølelagrede planter

8.2.1 Lagringskader

Den første betingelse for et tilfredsstillende kulturresultat ved anvendelse af kølelagret plantemateriale må være, at planterne ikke er blevet alvorligt skadet under lagringen. Såvel praktiske som forskningsbaserede erfaringer har allerede vist, at såvel optagningstidspunktet, der er bestemmende for planternes status med hensyn til afmodning og hærkning, som den tid planterne tilbringer i lageret, i denne sammenhæng er vigtige faktorer.

Visuelle symptomer

En enkel men ret grov metode til vurdering af lagringskader er registrering af umiddelbart synlige ydre tegn på ændringer i planternes tilstand under lagringen. Ved beskrivelsen af forsøgenes kølelagrede plantepartier ved udtagelsen fra lageret viste slappe skud, misfarvning af nålemassen (gul-, grå- og bruntoning), løstsiddende nåle, nåletab, løs bark ved rodhals, mug og tilslut slimede ildelugtende planter tydeligt en fremadskridende forringelse af planternes tilstand med tiltagende lagringstid. Hvor hurtigt skaderne opstod og udviklede sig afhang tydeligvis af optagningstidspunktet. Jo senere på året og jo tidligere på foråret optagningen og indlagringen havde fundet sted, jo længere varede det inden skaderne opstod.

Med mindst 6 måneders symptomfri lagring er den højeste grad af lagerfasthed for *rødgran* nået ved optagning i perioden medio oktober til medio december. Som følge af materialets afgrænsning har lagerfastheden for optagninger fra januar og februar dog ikke kunnet undersøges. Med 5 måneders symptomfri lagring nås maksimal lagerfasthed for *grandis* først og kun ved optagning i december, men heller ikke her kan optagningerne for januar og februar vurderes.

Var der blevet foretaget en indgående undersøgelse også af planternes finrødder, ville de symptomfri lagringsperioder sandsynligvis være blevet indskrænket noget, idet disse roddele erfaringsmæssigt er mere følsomme for stresspåvirkninger end de grønne plantedele (Lindström & Nyström 1994, Aldhous & Mason 1994, McKay 1994 m.fl.).

Set fra brugernes synspunkt, kunne det være nærliggende at betragte forsøgenes praktiske plantningsresultater som det afgørende udtryk for kølelagringens påvirkning af plantekvaliteten. Som følge af et nødvendigvis vekslende plantningstidspunkt, hvad enten det er ændringer i optagningstidspunktet eller lagringstiden, der betragtes, så kan det imidlertid ikke undgås, at også vekslende etableringsvilkår i større eller mindre grad har haft indflydelse på relationerne mellem lagringskombinationernes plantningsresultater. For at undersøge, i hvilket omfang optagningstidspunktets og lagringstidens indflydelse på det visuelt bestemte lagringsresultat trods alt har slået igennem på forsøgenes *praktiske plantningsresultater*, er disse sammenstillet, som vist i tabel 3, 4 og 5. Disse "tredimensionelle" tabeller viser planteafgangens og plantehøjdens variation med optagningstidspunktet (lodrette talrækker) og lagringstiden (skrå talrækker med samme index-tal) under ensartede forhold med hensyn til henholdsvis lagringstid og optagningstidspunkt. Ved at

sammenligne med afgangens og højdens variation med plantningstidspunktet for friskudplantede planter er der endvidere mulighed for at skønne over, i hvilken retning de etableringsvilkår, der har udvirket denne variation, kan tænkes måske at have påvirket resultatrelationerne i en given plantningsperiode også for kølelagrede planter.

Planteafgang

For *rødgran* viser sammenstillingen i tabel 3 en variation i det lagrede materials planteafgang, der kvalitativt har store ligheder med lagringsskadernes: Jo senere på året og jo tidligere på foråret planterne tages op og indlagres, des mindre bliver afgangen for samme lagringstid, og jo længere kan planterne lagres inden afgangen øges markant. Laveste afgangsniveau nås ved optagninger i november og december.

Tabel 3. Planteafgang (%) for friskoptagne og kølelagrede rødgranplanter efter ca. 2 vækstsæsoner ved forskellige kombinationer af plantningstidspunkt og lagringstid. Index-tal: optagningsmåned. Forsøg 1287.

Plantningsmåned	Friske planter %	Kølelagrede planter, lagringstid i måneder					
		1	2	3	4	5	6
		%	%	%	%	%	%
08	5,2 ₀₈						
09	2,1 ₀₉	98,4 ₀₈					
10	5,2 ₁₀	4,7 ₀₉	97,4 ₀₈				
11	0,5 ₁₁	6,3 ₁₀	38,0 ₀₉	100,0 ₀₈			
12	0,5 ₁₂	2,1 ₁₁	4,2 ₁₀	76,6 ₀₉	100,0 ₀₈		
01							
02							
03	2,6 ₀₃			2,6 ₁₂	1,1 ₁₁	6,3 ₁₀	96,4 ₀₉
04	1,6 ₀₄	4,2 ₀₃			3,1 ₁₂	1,6 ₁₁	26,1 ₁₀
05	3,1 ₀₅	12,0 ₀₄	4,7 ₀₃			1,6 ₁₂	2,1 ₁₁
06	15,1 ₀₆	71,9 ₀₅	8,4 ₀₄	4,2 ₀₃			3,1 ₁₂
07	25,0 ₀₇	75,0 ₀₆	100,0 ₀₅	68,2 ₀₄	40,1 ₀₃		

Sammenlignes der med variationen i de friskudplantede partiers afgang, er der intet der tyder på, at de etableringsvilkår, der har udvirket denne variation, har haft afgørende betydning for de kølelagrede efterårs- og tidligt vinteroptagne planters variation (index-tal 08 - 12), hverken med optagnings-tidspunktet eller lagringstiden. For de forårs- og sommeroptagne partier (index-tal 03 - 06) derimod, kan det ikke afvises, at de vekslende etableringsvilkår i sandsynligvis beskedent omfang har påvirket planteafgangen i samme retning som både optagningstidspunktet og lagringstiden. Der tænkes her på den lave sommernedbørs formentlig negative indflydelse på især de sene udplantningers overlevelse.

Set i forhold til vurderingen på basis af de visuelle lagringsskader (jf. oversigten tabel 2, på side 32) må den acceptable lagringstid for optagninger fra oktober, marts og april ifølge planteafgangsresultaterne afkortes med henholdsvis 1, 1 (mindst) og 2 måneder. Acceptabel lagringstid defineres her, som den tid planterne har kunnet lagres, uden at planteafgangen med statistisk sikkerhed er øget i forhold til forsøgets mindste afgang på 0,5%. Da

vekslende etableringsvilkår som anført må formodes at have haft en forholdsvist beskeden indflydelse på afgangrelationerne for de kølelagrede planter, må den overvejende del af de afgangsbaserede indskrænkninger af lagringstiderne sandsynligvis skyldes, at den visuelle skadesvurdering i disse tilfælde markant har undervurderet de reelle lagringsskader.

Ved at sammenholde afgangresultaterne for partier fra samme optagning (samme index-tal) viser tabel 3 iøvrigt, at med en enkelt uvæsentlig undtagelse er der for alle optagninger opnået et bedre - mere eller mindre - plantningsresultat ved direkte udplantning end ved senere udplantning efter kortere eller længere tids lagring af det samme materiale.

Også for *grandis* synes hovedtrækkene i det kvalitative mønster i de visuelle lagringsskaders variation at slå igennem i planteafgangens variation (tabel 4): jo senere på året og jo tidligere på foråret planterne er taget op, des mindre bliver afgangen for samme lagringstid, og jo længere kan planterne lagres, inden afgangen nærmer sig eller når det katastrofale. De laveste afgange er opnået for optagninger fra december og marts. De eneste væsentlige afvigelser fra de nævnte hovedtræk er faldet i afgangsniveauet for novemberoptagning (index-tal 11) fra 85-94% efter 1 og 4 måneders lagring til 41-70% efter 5 og 6 måneders lagring. Da al praktisk og eksperimentel erfaring taler imod en med lagringstiden forbedret plantekvalitet, kunne en mulig forklaring på afvigelsen være, at de 1 og 4 måneder lagrede planter i højere grad end de længere lagrede partier har været påvirket af negative plantningsomstændigheder eller særlige lagringsskader.

Tabel 4. Planteafgang (%) for friskoptagne og kølelagrede grandisplanter efter ca. 2 vækstsæsoner ved forskellige kombinationer af plantningstidspunkt og lagringstid. Index-tal: optagningsmåned. Forsøg 1288.

Plantnings- måned	Friske planter %	Kølelagrede planter, lagringstid i måneder					
		1	2	3	4	5	6
		%	%	%	%	%	%
08	40,1 ₀₈						
09	34,9 ₀₉	100,0 ₀₈					
10	50,0 ₁₀	98,4 ₀₉	100,0 ₀₈				
11	59,9 ₁₁	99,5 ₁₀	100,0 ₀₉	100,0 ₀₈			
12	57,3 ₁₂	84,9 ₁₁	100,0 ₁₀	100,0 ₀₉	100,0 ₀₈		
01	44,3 ₀₁						
02							
03	29,2 ₀₃			36,5 ₁₂	93,8 ₁₁	100,0 ₁₀	100,0 ₀₉
04	27,1 ₀₄	24,5 ₀₃			37,0 ₁₂	40,7 ₁₁	100,0 ₁₀
05	59,4 ₀₅	62,0 ₀₄	50,5 ₀₃			49,0 ₁₂	70,3 ₁₁
06	74,0 ₀₆	97,4 ₀₅	98,4 ₀₄	99,5 ₀₃			68,8 ₁₂
07	99,0 ₀₇	99,0 ₀₆	99,0 ₀₅	100,0 ₀₄	100,0 ₀₃		

Muligheden for særlige lagringsskader er nok mest aktuell for det 4 måneder lagrede parti, idet beskrivelserne af de fire novemberpartier ved udtagelsen fra lageret tyder på, at netop dette parti kan have været udsat for en speciel lagringsskade, som ikke har ramt de længere lagrede partier. Som diskuteret

for friskoptagne planter er det endvidere muligt, at grandis udplantet i den første del af vinterhalvåret - her december - kan have haft problemer med blandt andet vandbalancen i milde perioder som følge af svag rod/jordkontakt. I betragtning af kølelagringens kunstige forlængelse af planternes hvileperiode, kunne lignende forhold tænkes at have været et problem også i marts måned, og dermed være en mulig forklaring på den ellers vanskeligt forståelige niveauforskel mellem novemberoptagningens kortere og længere lagringstider.

Som det ses ved sammenligning med planteafgangen for friskudplantede planter, har de ændringer i etableringsvilkårene, der måtte have præget denne, i det mindste ikke haft nogen dominerende indflydelse på afgangens variation med optagningstidspunktet for kølelagrede planter optaget i efteråret og de tidlige vintermåneder (index-tal 08 - 12). For de forårs- og sommeroptagne kølelagrede planter (index-tal 03 - 06) derimod, kan en gradvis forringelse af de klimatiske betingede etableringsvilkår meget vel have trukket planteafgangsrelationerne i samme retning som både optagningstidspunktet og lagringstiden. Af de efterårsoptagne plantepartier er det kun optagningerne fra november og december (index-tal 11 og 12), der overhovedet udviser en variation med lagringstiden. Ialtfald for decemberoptagningen kan det ikke udelukkes, at de samme ændringer i etableringsvilkårene, der måtte have påvirket planteafgangen for friskudplantede planter, også kan have trukket planteafgangen for de kølelagrede planter i samme retning som forøgelsen af lagringstiden.

Benyttes de praktiske plantningsresultater som grundlag for afgrænsningen af acceptable kombinationer af optagningstidspunkt og lagringstid også for grandis, resulterer det i en kraftig reduktion af mulighederne set i forhold til resultatet af den visuelle skadesvurdering (jf. oversigten tabel 2, side 32). Defineres et acceptabelt plantningsresultat som en planteafgang, der ikke statistisk sikkert afviger fra forsøgets laveste (24,5%), bliver der kun én måned lagret apriloptagning tilbage, dog med 3 og 4 måneder lagret decemberoptagning lige på grænsen af det acceptable.

Desværre medfører forsøgets manglende udplantninger i januar og februar, at det ikke er muligt at vurdere den kombinerede effekt af plantningsbetingelser og lagringstid for kun 1 og 2 måneder lagret decembermateriale. Grandis'ens mulige problemer ved vinterplantning gør det ikke uden videre sandsynligt, at resultaterne ville være blevet bedre end for de længere lagrede decemberpartier.

Tabel 4 viser endelig, at der kun ved forårsplantning af 5, 3-5 og 1 måned lagrede planter optaget i henholdsvis november, december og marts (index-tal 11, 12 og 03) er opnået højere plantningssikkerhed for lagret materiale, end hvis planterne var blevet udplantet direkte efter optagningen.

Højdevækst

På grund af det meget høje afgangsniveau for grandis, er det kun muligt at sammenholde de visuelle lagringsskaders variation med overlevende planters højdevækst for *rødgran*.

Tabel 5. Middelhøjde (cm) for friskoptagne og kølelagrede rødgranplanter efter ca. 10 vækstsæsoner ved forskellige kombinationer af plantningstidspunkt og lagringstid. Index-tal: optagningsmåned. Forsøg 1287.

Plantnings- måned	Friske planter cm	Kølelagrede planter, lagringstid i måneder					
		1 cm	2 cm	3 cm	4 cm	5 cm	6 cm
08	223 ₀₈						
09	238 ₀₉	– ₀₈					
10	230 ₁₀	226 ₀₉	– ₀₈				
11	270 ₁₁	203 ₁₀	218 ₀₉	– ₀₈			
12	229 ₁₂	202 ₁₁	184 ₁₀	167 ₀₉	– ₀₈		
01							
02							
03	225 ₀₃			187 ₁₂	222 ₁₁	209 ₁₀	– ₀₉
04	215 ₀₄	262 ₀₃			254 ₁₂	221 ₁₁	216 ₁₀
05	275 ₀₅	180 ₀₄	219 ₀₃			241 ₁₂	287 ₁₁
06	198 ₀₆	174 ₀₅	193 ₀₄	205 ₀₃			183 ₁₂
07	244 ₀₇	108 ₀₆	– ₀₅	78 ₀₄	104 ₀₃		

Som det fremgår af sammenstillingen i tabel 5 genfindes de synlige lagrings-skader og planteafgangens kvalitative variationsmønster stort set kun for de forårs- og tidligt sommeroptagne plantepartier (index-tal 03 - 06): jo senere optagning og jo længere tids lagring des dårligere plantningsresultat. Som det var tilfældet for planteafgangen, kan forskelle i etableringsvilkår i den første tid efter udplantningerne dog også have bidraget til fremkomsten af dette variationsmønster.

For de efterårs- og tidligt vinteroptagne plantepartier (index-tal 09-12) er det tilsyneladende kun det med lagringstiden forringede plantningsresultat for planter optaget i september (index-tal 09), der afspejler den modsvarende forøgelse af de synlige lagringsskader og planteafgangen. Ellers synes andre forhold end optagningstidspunktets og lagringstidens indflydelse på lagringsresultatet at have haft en langt mere dominerende indflydelse på højdevæksten. En nærmere udredning heraf forekommer ikke mulig på det aktuelle grundlag.

Sammenfatning vedrørende lagringsskader

Sammenfattende synes de foretagne sammenligninger af variationsmønstrene for de synlige lagringsskader og de praktiske plantningsresultater at vise, at lagringsskader må have haft en betydelig indflydelse på de praktiske plantningsresultater, selvom også virkninger af forskelle i etableringsvilkår i nogle tilfælde kan have påvirket relationerne mellem de kølelagrede plantepartiernes resultater. Mest uforstyrret synes lagringsskadernes variationsmønster at være slået igennem hos den etableringsrobuste rødgran, mens tilfældige eller årstidsbestemte variationer i etableringsvilkårene i højere grad må antages at have haft medindflydelse på planteafgangens variation hos den sartere grandis. Denne har tydeligvis generelt haft store vanskeligheder ved at klare stresspåvirkningerne på den åbne og blandt andet frostudsatte renafdrift, påvirkninger der meget vel kan have medvirket til at forstærke virkningerne af forskelligheder i lagringskombinationerne (sml. Jensen et al. 1993).

Det er endelig værd at bemærke, at der ved selv de svageste tegn på lagringsskader efterfølgende altid er registreret en ofte kraftig forringelse af etableringssikkerheden for de pågældende plantepartier, når der sammenlignes med symptomfri og i kortere tid lagrede plantepartier fra samme optagning. Især for grandis er der endog registreret forhøjet eller helt uacceptabel høj planteafgang for plantepartier, der ifølge den visuelle skadesbedømmelse har kunnet lagres symptomfrit i én til flere måneder længere. Selv med det sædvanlige forbehold for mulig indflydelse fra de med lagringstiden veksellende etableringsvilkår er der næppe tvivl om, at forholdet er udtryk for, at betydende lagringsskader er opstået et godt stykke før, de har kunnet spores ved den visuelle bedømmelse af planternes ydre.

For så tidligt som muligt at finde sikrere og mere nuancerede udtryk for lagringsskader og deres udvikling, er der i længere tid blevet arbejdet på at spore og kvantificere lagringsomstændighedernes påvirkning af planternes celler og livsprocesser. Som eksempel kan nævnes de i indledningen omtalte teknikker til måling af reduktion af enzymaktiviteten og graden af en formodet beskadigelse af cellemembranerne i først og fremmest finrodsvævet. Førstnævnte kvantificeres ved måling af farveintensiteten efter indfarvning med triphenyl tetrazolinum chlorid (TTC-test) og sidstnævnte ved elektrisk måling af ion- eller elektrolytlækagen fra cellerne i et vandigt ekstrakt af rodvæv (EC-test).

Optagningstidspunktets betydning for omfanget af sådanne fysiologiske lagringsskader er eksempelvis undersøgt for flere nåletræarter ved måling af ionlækagen fra finrødder både før og efter faste lagringstider (McKay & Mason 1991, McKay 1994). For sitka optaget i oktober/november er ionlækagen således høj efter 3 og 5 måneders lagring, både absolut og i forhold til lækagen før indlagringen. Ved optagning i december når lækagen efter lagring sit laveste niveau og adskiller sig nu ikke længere fra lækagen før indlagringen. For optagningerne frem til marts måned øges lækagen efter lagring igen, både absolut og relativt, uden dog at nå samme højde som ved optagningerne fra oktober og november. I den ene undersøgelse (McKay 1994) har en kortere lagringstid på kun en måned givet en mindre eller slet ingen forhøjelse af ionlækagen, ligesom der konstateres klare proveniensforskelle med hensyn til forhøjelsen efter især tre måneders lagring. Jo nordligere proveniens des mindre forhøjelse af lækagen. For en Alaska-proveniens er der stort set ikke konstateret nogen forhøjelse af ionlækagen for optagningerne fra november til marts, hverken efter 1 eller 3 måneders lagring.

For douglas er mønstret med hensyn til optagningstidspunktets indflydelse et noget andet i de to undersøgelser. For optagningerne fra oktober/november til marts det følgende år er der således efter både 3 og 5 måneders lagring fundet en betydelig og forholdsvis ensartet eller endog stigende forøgelse af ionlækagen i forhold til lækagen inden lagringen. Støttet af en ligeledes ensartet men lav hårdførhed overfor kuldepåvirkninger i samme periode (McKay l.c.) tyder dette på, at douglas kan være væsentlig mindre tålsom overfor kølelagring end for eksempel sitka, blandt andet fordi den i modsætning til sitka tilsyneladende ikke er i stand til at forøge sin lagringstolerance i løbet af efteråret og vinteren.

Elektrolytlækagens evne til at afspejle ikke blot optagningstidspunktets og lagringstidens i praksis erfarede indflydelse på lagringsresultatet, men også træarts-, proveniens- og produktionsforskelle påvirkning af denne indflydelse, må således gøre den til en oplagt kandidat som indikator for lagringsskader. Om den så kan stå alene, eller må suppleres med andre indikatorer, er et endnu ikke afklaret spørgsmål.

8.2.2 Tørstofprocent og visuelle lagringsskader

I tabel 6 er for rødgran og grandis vist en sammenstilling af tørstofprocent i skudspidser på optagningstidspunktet og den efterfølgende lagringstid på køl uden synlige skadessymptomer på de overjordiske plantedele.

Rødgran

For rødgran ses det, at såvel tørstofprocenten som den symptomfri lagringstid stiger i de tidlige efterårsmåneder, uden at der dog er tale om et ensartet forhold mellem de to faktorer. Fra medio september til medio oktober, hvor tørstofprocenten kun stiger med godt 2%-point, øges den symptomfri lagringstid således drastisk fra 1 til mindst 6 måneder, mens en stigning på ca. 8%-point fra august til september kun modsvares af en stigning i den symptomfri lagringstid på ca. 1 måned.

Tabel 6. Optagningstidspunkt, relativt tørstofindhold i skudspidser (%) og antal måneder uden visuelle skadessymptomer på bark, skud og nåle for kølelagrede planter af rødgran og grandis. Forsøg 1287 og 1288.

Optagningsmåned	Rødgran		Grandis	
	Tørstof i skudspidser %	Symptomfri lagringstid måneder	Tørstof i skudspidser %	Symptomfri lagringstid måneder
08	27,6	<1	21,6	<1
09	35,3	1	25,6	1
10	37,7	mindst 6	27,6	mindst 2 højst 4
11	43,1	mindst 6	34,2	mindst 1 højst 3
12	44,6	mindst 6	36,7	5
01	-	-	36,7	-
03	45,0	mindst 4	33,8	2
04	46,5	2	32,7	1
05	39,6	<1	24,2	<1
06	22,7	<1	20,1	<1

De manglende optagninger fra januar og februar samt forsøgets begrænsninger med hensyn til lagringstider tillader ikke en nøjere vurdering af lagerbarhedens udvikling fra oktober til marts, men medio april er den symptomfri lagringstid faldet til 2 måneder trods en ganske vist svag men fortsat stigning i tørstofprocenten. Det må dog her indskydes, at stigningen i tørstofprocenten i vinterens løb og frem til april kan skyldes fordampning og ikke en reel opbygning af tørstof som tegn på fortsat udbygning af planternes afmodning eller hærkning. En bestemmelse af tørstofprocenten efter mætning af skudprøverne ved nedlægning i vand (sml. Nielsen & McKay 1999) kunne formentlig have givet et mere korrekt billede af den fysiologisk betingede tørstofudvikling. Medio maj har rødgranplanterne end ikke kunnet lag-

res symptomfrit i 1 måned på trods af en tørstofprocent på næsten 40, der i efteråret ville have sikret en lagringstid på mindst 6 måneder.

Som det fremgår, har tørstofprocenten alene således ikke været nogen god indikator for, hvornår og hvor længe en given optagning af rødgran har kunnet kølelagres symptomfrit. Det vil i det mindste være nødvendigt at vide, om der er tale om optagninger fra før eller efter december eller måske marts. Også den meget beskedne ændring af tørstofprocenten i den periode af efteråret, hvor der sker en meget markant forlængelse af den symptomfrie lagringstid, betyder en alvorlig indskrænkning i tørstofprocentens praktiske anvendelighed som indikator for lagerfasthed. Ikke mindst i efterårsmånederne vil der af hensyn til planteskolernes muligheder for at udnytte perioder med gunstige optagelsesbetingelser (tørvejr) være behov for at have en så præcis indikator som muligt for den tid, planter optaget på det pågældende tidspunkt kan forventes lagret uden betydende skader.

Den visuelle vurderings påvisning af ca. 38% tørstof som et mindstemål for sikker langtidslagring af efterårsoptagne rødgranplanter er i god overensstemmelse med resultatet af undersøgelser baseret på sammenhængen mellem relativt tørstofindhold og udviklingen af frosthårdførhed i skudspidsen (Rosvall-Åhnebrink 1977, Hansen & Eriksen 1994). Samme undersøgelser viser tillige, at frosthårdførheden bestemt ved frysetests kan være en betydelig mere følsom indikator end tørstofprocenten i den periode på efteråret, hvor rødgranens lagerfasthed ændrer sig meget hurtigt.

I de senere år har der da også været en stigende interesse for at undersøge mulighederne for at benytte specielt finrøddernes frosthårdførhed som indikator for planters lagerbarhed. Udover at være rettet mod finrødderne, der er væsentlig mere følsomme for blandt andet temperaturstress end de grønne skuddele (Lindström og Nyström 1994), viser dette mål for frosthårdførhed endvidere en variation over årstiden (Lindström og Nyström 1987), der langt bedre end tørstofprocenten (McKay 1994) synes at afspejle den i sen vinteren og det tidlige forår aftagende tålsomhed overfor kølelagring. Forskellige metoder til registrering af planternes reaktion på forskellige former for frysetests er beskrevet hos blandt andet Lindström og Nyström (1987), Lindström og Mattsson (1989), Lindström og Nyström (1994) og McKay (1994).

Grandis

Selv om den symptomfrie lagringstid for optagninger fra oktober og november ikke kan angives med større præcision, synes tabel 6 at antyde en noget bedre overensstemmelse mellem tørstofprocentens og lagringsresultatets variation over året for grandis end for rødgranen. Maksimal lagerfasthed visuelt vurderet er for grandis først nået medio december ved en tørstofprocent på ca. 37.

8.2.3 Etableringssikkerhed

Plantningsresultatet for et kølelagret planteparti vil dels afhænge af eventuelle skader opstået under lagringen dels af de årstidsbestemte etableringsvilkår på og efter plantningstidspunktet. Set fra en praktisk brugersynsvin-

kel, kan plantematerialets anvendelighed vurderes ud fra forudsætningen om enten et bundet eller et frit valgt plantningstidspunkt. I det første tilfælde er succeskriteriet, at plantningsresultatet ikke med statistisk sikkerhed er ringere end for samtidig udplantede friskoptagne planter, mens kravet i det andet tilfælde kan skærpes til et resultat, der ikke er sikkert ringere end forsøgenes bedste.

I tabel 7 gives en oversigt over de kølelagrede plantepartier/optagninger, der på forskellige plantningstidspunkter har opfyldt de to kriterier med hensyn til etableringssikkerheden, her udtrykt ved planteafgangen efter ca. to vækstsæsoner. Til oplysning for særlig forsigtige brugere, er optagninger, hvor planteafgangen er relativ tæt på at være signifikant højere (90 - 94,9% sandsynlighed) end de to kriteriers målkrav, sat i parentes. Som følge af begrænsningerne i forsøgs materialet har optagninger fra og udplantninger i januar og februar ikke kunnet vurderes.

Tabel 7. Acceptable optagningstidspunkter for kølelagrede rødgran- og grandisplanter, hvis afgang efter ca. 2 vækstsæsoner ikke med statistisk sikkerhed må overstige afgang for samtidig plantet friskt plantemateriale (kriterium 1) eller forsøgenes laveste afgang (kriterium 2). Forsøg 1287 og 1288.

Plantnings- tidspunkt	Acceptabelt optagningstidspunkt			
	Kriterium 1		Kriterium 2	
	rødgran måned	grandis måned	rødgran måned	grandis måned
09				
10	09		(09)	
11	(10)		(10)	
12	(10),11		(10),11	
03	10,11,12	12	11,12	(12)
04	11,12,03	(11),12,03	11,12,(03)	03
05	11,12,03	11,12,03,04	11,12,(03)	
06	12,03,04	12	12,03	
07	(03)			

(): tendens til signifikant forskel mellem kølelagrede planter og friskt plantemateriale eller forsøgenes laveste planteafgang ($p = 0,0538 - 0,0962$).

Rødgran

Hører man til de forsigtige, blandt andet med henvisning til de nedbørsmæssigt gunstige plantningsbetingelser i hovedparten af anlægsfasen, og kan kun forsøgets højeste etableringssikkerheder accepteres, så viser tabel 7 kriterium 2, at plantning af kølelagret rødgran har været acceptabel i december og i perioden marts til juni, men hovedsagelig kun med planter optaget i november og december. Da der ikke ses tendens til stigning i planteafgangen for kølelagret november- og decembermateriale lagret i op til 6 måneder (højeste lagringstid), kan det dog ikke udelukkes, at disse optagninger også kunne være blevet anvendt med tilfredsstillende resultat ved plantninger i juni og juli. I et ganske vist kortvarigt (1-3 måneder) plantningsforsøg med blandt andet kølelagret rødgran finder Jensen et al. (1993) dog, at afgang for planter optaget i november og december er lidt højere ved plantning i juni (gennemsnitlig 4 og 7%) end i april (begge 0%). Når kombinationer med samme planteafgang (11/10 og 03/10 begge 6,3% samt 04/03 og 06/

03 begge 4,2%, jf. bilag 8) kan blive vurderet lidt forskelligt, skyldes det, at vurderingen er baseret på en analyse af de arcsin-transformerede planteafgangsprocenter (jf. side 27).

Går man til den anden yderlighed, og under indtryk af de beskedne planteafgange giver afkald på forsigtigheden og iøvrigt accepterer et resultat, der er på niveau med samtidig plantet friskoptaget materiale (kriterium 1), så udvides kredsen af acceptable lagringskombinationer for rødgran betydeligt. De omfatter da også optagninger fra september og oktober lagret i henholdsvis 1 og 1-5 måneder, ligesom optagningen fra marts nu er acceptable helt frem til juli. Som følge af det høje afgangsniveau for både friskoptagne og lagrede planter (25 og 40%) er den principielle mulighed for plantning af martsoptagne planter i juli dog uden praktisk interesse. Ved plantningen i juni er afgang for friskt plantemateriale endvidere så høj (15%), at også kølelagrede planter optaget i april (8%) her bliver acceptable. Ved plantningen i juni ses iøvrigt de to eneste tilfælde, hvor kølelagret materiale har haft signifikant lavere afgang end friskudplantet, nemlig optagningerne fra december og marts

Grandis

Et markant resultat af den statistiske vurdering af planteafgangen for grandis er, at al efterårsplantning af kølelagrede planter har givet uacceptable resultater ved begge succeskriterier (tabel 7). Grandisforsøgets laveste planteafgang er nået med kølelagrede planter optaget i marts og plantet i april. Af andre kølelagrede partier er det kun optagningen fra december udplantet i marts, hvis afgang ikke med sikkerhed adskiller sig herfra. Da afgang imidlertid ligger meget tæt på signifikansgrænsen ($p = 0.0580$), og da kun et halvt %-point skiller den fra december/april-kombinationen, hvis afgang lige netop har overskredet grænsen for statistisk sikker højere afgang ($p = 0.0491$), så forekommer det mest rimeligt også at lade december/marts-kombinationen ude af betragtning, hvor kun forsøgets laveste afgangsniveau anses for acceptabelt.

Kræves kun en afgang, der ikke er sikkert ringere end for samtidig plantet friskt materiale, udvides mulighederne i princippet en del (tabel 7), men da afgangsniveauet ved plantning i maj og juni generelt er uacceptabelt højt, er det kun udvidelsen af aprilplantningen med optagninger fra december og november, der måske kan tænkes at have praktisk betydning. Anerkendes det, at planteafgangen efter 2. vækstsæson er for lav til at være fuldt repræsentativ for friskoptaget grandismateriale udplantet i april (jf. side 34), viser en sammenligning af planteafgangene efter 3. vækstsæson (jf. side 38), at kølelagrede planter optaget i marts i realiteten har været markant mere plantningssikre end friskoptagne ved plantning i april. Kun ved plantninger medio maj ses en lignende, men altså ikke tilstrækkelig overlegenhed for kølelagret materiale, her optagninger fra december og marts.

Sammenlignet med den selv under vanskelige forhold ret plantningsrobuste rødgran, kan der i højere grad rejses tvivl om grandisresultaternes almene gyldighed. Da der er erfaring for, at stresspåvirkninger efter lagring på køl kan uddybe lagringsbetingede forskelle i plantningsresultatet ikke mindst for

abiesarter (Jensen et al. 1993), er det muligt, at ikke alene hele afgangsniveauet men også forskellene mellem lagringskombinationerne ville have været mindre i et forsøg anlagt under mere beskyttede forhold. Der tænkes her på plantninger i såvel kulisser og under skærm som på bedre jorder og mindre frostudsatte lokaliteter. Kun nye forsøg eller systematisk indsamling af praktiske erfaringer vil kunne belyse mulighederne for under sådanne omstændigheder at udvide de meget snævre grænser for anvendelse af kølelagrede grandisplanter, som er sat af nærværende forsøg.

8.2.4 Højdevækst

Som tidligere nævnt, har lagringskombinationernes indflydelse på højdevæksten på grund af det høje afgangsniveau for grandis kun kunnet belyses for *rødgran*. Tabel 8 viser ved hvilke lagringskombinationer højden efter ca. 10 vækstsæsoner ikke med statistisk sikkerhed er ringere end højden for samtidig plantede friske planter (kriterium 1) eller end rødgranforsøgets største højde (kriterium 2).

Tabel 8. Acceptable optagningstidspunkter for kølelagrede rødgranplanter, hvis plantehøjden efter ca. 10 vækstsæsoner ikke med statistisk sikkerhed må være ringere end højden for samtidig plantet friskt plantemateriale (kriterium 1) eller end forsøgenes største højde (kriterium 2). Forsøg 1287.

Plantningstidspunkt Måned	Acceptabelt optagningstidspunkt	
	Kriterium 1 måned	Kriterium 2 måned
09		
10	09	
11		
12	(11)	
03	10,11	
04	10,11,12,03	03
05	11	11
06	12,03,04,05	
07		

(): tendens til signifikant forskel mellem kølelagret og friskt plantemateriale ($p = 0,0815$).

Ud fra den forudsætning, at man kan vælge sit plantningstidspunkt frit og derfor kan tillade sig kun at acceptere forsøgets største højder (kriterium 2), har kun optagninger fra november og marts lagret i henholdsvis 6 og 1 måned været acceptable. Af disse to har førstnævnte opnået forsøgets største højde (287 cm).

Accepteres højder, blot de ikke er sikkert mindre end højden for samtidigt plantede friskoptagne planter, øges antallet af acceptable lagringskombinationer kraftigt, idet passende lagrede optagninger fra september og perioden oktober til maj nu også har haft tilfredsstillende højdevækst. Den forsigtige vil dog nok fravælge optagningen fra november udplantet i december, der er ret tæt på at være signifikant lavere ($p = 0,0815$) end frisk udplantede planter, ligesom optagningerne fra oktober og maj udplantet i henholdsvis april og juni i praksis vil blive valgt fra på grund af høj planteafgang (26 og 72%).

Kun i to tilfælde: optagninger fra december og marts udplantet i april, har højden for kølelagret rødgran været signifikant højere end for samtidig udplantede friskoptagne planter.

Sammenholdes tiårshøjderne og planteafgangen efter to vækstsæsoner for materialet som helhed, findes en signifikant tendens til aftagende højde med tiltagende afgang ($h_{10} = 229,5 - 1,3473 \cdot \text{afgangsprocent}$, $r = -0,6929$). Sammenhængen kan tolkes som et udtryk for, at lagringsomstændighederne grundlæggende har samme kvalitative indflydelse på de overlevende planters højdeudvikling som på etableringssikkerheden. En meget betydelig variation omkring regressionslinien (\pm ca. 60 cm) tyder imidlertid på, at andre forhold end lagringsomstændighederne kan have så stor indflydelse på højdevæksten, at lagringens grundlæggende indflydelse let kan blive kraftigt sløret, med mindre der er tale om meget store lagringsbetingede skadesforskelle. Sammenstillinger af planteafgang og højdeudvikling baseret på materiale fra fire forsøg med henholdsvis sitka, nobilis, bøg og eg (Keller & Matthesen 1998) viser tilsvarende forhold for disse træarter både med hensyn til den grundlæggende tendens og den betydelige variation.

At højdeudviklingen for kølelagrede planter ofte vil være mere afhængig af andre forhold end lagringsomstændighederne, for eksempel de med lokaliteten, plantningstidspunktet og -året vekslende etableringsbetingelser, synes også at fremgå af andre undersøgelser. Sammenlignes således plantningsresultaterne for sitka plantet på samme tidspunkt (april) i tre forskellige plantningsforsøg (McKay & Mason 1991, Keller & Matthesen 1998, Nielsen & McKay in prep.), finder man, at mens mønstret for planteafgangens variation med optagningstidspunktet kvalitativt er det samme, så er højdens variationsmønster meget forskelligt i de tre forsøg. Sammenligninger af variationsmønstrene i to forsøg med nobilis viser tilsvarende forhold (Keller & Matthesen l.c., Nielsen & McKay l.c.).

Når bortses fra plantninger under meget ugunstige betingelser i sommerperioden, er der således i det foreliggende intet der tyder på, at højdeudviklingen generelt kan eller bør være en medbestemmende faktor ved vurderingen af forskellige lagringskombinationers anvendelighed i praksis. I nærværende forsøg vil lagringsomstændighedernes indflydelse på plantningsresultat derfor alene blive vurderet på basis af planteafgangen, der iøvrigt som indikator for et omkostningstungt efterbedringsbehov er det af de to udtryk for plantningsresultatet, der har størst økonomisk relevans.

9. Konklusioner

9.1 Friskoptagne planter

Etableringssikkerhed

For *rødgran* har afgangen for friskoptagne planter været lav og uden sikker indflydelse fra plantningstidspunktet for plantninger fra medio august til medio maj. Først optagning i en følsom fase med aktiv skudstrækning og formentlig reduceret rodvækstpotentiale, efterfulgt af udplantning i en længere periode med betydelige nedbørsunderskud, har medført en markant forøgelse af planteafgangen for juni- og juliplantningerne.

Et fra begyndelsen højt og med tiden stadig stigende planteafgangsniveau viser, at etableringsbetingelserne på den ubeskyttede, vind- og frostudsatte renafdrift generelt har været for ekstreme for den mindre robuste *grandis*. Under disse forhold har træarten haft den laveste afgang ved plantning medio marts og som *rødgran* den højeste afgang medio juni og juli. Også plantningerne fra april-maj og oktober-januar har imidlertid haft et relativt højt afgangsniveau, måske som udtryk for en betydelig følsomhed for stresspåvirkninger i form af fordampningstab i vinter- og forårsmånederne, hvor rodaktiviteten efter udplantningen er lav eller dog reduceret. Foruden at have en direkte indflydelse på plantningsresultatet er det muligt, at sådanne fordampningssvækkelser tillige har haft en negativ indflydelse på planternes evne til at klare de forskellige former for frostpåvirkninger, som tydeligvis har plaget træarten på det aktuelle forsøgsareal.

Det lidt lavere afgangsniveau for august- og septemberplantningerne har kun for sidstnævntes vedkommende været lavt nok til, at denne plantning ialtfald statistisk vurderet kan betragtes som et muligt alternativ til den optimale martsplantning af *grandis*.

Højdevækst

Som følge af ekstremt høje planteafgange i *grandis*forsøget, har plantningstidspunktets mulige indflydelse på de overlevende planters højdevækst kun kunnet undersøges for *rødgran*.

Sammenholdes planteafgangs- og højdevækstresultaterne for det samlede materiale (friskoptagne og kølelagrede plantepartier), ses der en sikker og ikke ulogisk tendens til sammenhæng: jo højere planteafgang des svagere højdevækst. Variationen omkring denne sandsynligvis grundlæggende sammenhæng er imidlertid så stor, at kun forskelle i optagnings- og etableringsvilkår, der er så markante, at de giver anledning til betydelige forskelle i planteafgangen, kan forventes at slå igennem også på højdevæksten.

Efter 5. vækstsæson har friskoptagne planter opnået de største højder ved plantning medio maj og november, mens plantning i juni og juli har givet de mindste højder. Da der kun ses en kvalitativ overensstemmelse mellem

højdeudvikling og planteafgang for juni- og juliplantningerne, anses det imidlertid for sandsynligt, at det kun er disses svage højdeudvikling, der er affødt af plantningstidspunktet.

For det samlede materiale viser en meget tæt sammenhæng mellem højderne 5 år efter plantning og tilvæksten i den efterfølgende femårsperiode, at tilvæksten her i al væsentlighed har været bestemt af den ved 5 år opnåede højde og dermed kun indirekte af plantningstidspunktet.

9.2 Kølelagrede planter

Lagringskader

Jo senere på året og jo tidligere på foråret planterne er taget op, des længere har planter af begge træarter kunnet lagres, inden der opstår umiddelbart synlige skadessymptomer på planterne fra rodhalsen og opefter. For *rødgran* er der opnået symptomfri lagring i 4 og 6 måneder for optagninger fra henholdsvis medio marts og perioden medio oktober til medio december. Som følge af materialets afgrænsninger kan længere symptomfri lagringstider for disse optagninger dog ikke udelukkes. For *grandis* er højeste symptomfri lagringstid på 5 måneder opnået ved optagning medio december.

Selvom forskelle i etableringsvilkår, især for *grandis*, kan have spillet ind, så tyder planteafgangsresultaterne fra udplantningsforsøgene imidlertid på, at betydende lagringsskader i mange tilfælde er opstået 1 - 2 måneder før det tidspunkt, hvor de første selv svage visuelle skadessymptomer har kunnet registreres.

Tørstofprocent og visuelle lagringsskader

Det relative tørstofindhold i plantetoppens skudspidser og den symptomfri lagringstid øges begge i løbet af efteråret og frem til ialtfald december. Især for *rødgran* er stigningen i tørstofindholdet i den periode, hvor den symptomfri lagringstid øges drastisk (medio september til medio oktober), imidlertid meget svag. Tørstofprocenten kan derfor ikke anses for egnet til en mere præcis angivelse af det tidspunkt på efteråret, hvor planterne er tilstrækkelig afmodnede eller hærdede til at klare en symptomfri kølelagring frem til forårs- og eventuelt sommerplantningerne. Forsøgenes højeste symptomfri lagringstider er nået ved tørstofindhold på ca. 38 - 45% for *rødgran* og ca. 37% for *grandis*. En kritisk grænse for maksimal lagerfasthed for *rødgran* på 37 - 38% ved optagning om efteråret er i overensstemmelse med resultater fra andre undersøgelser.

For forårsoptagningerne er tørstofprocenten værdiløs som indikator for lagerfasthed for *rødgran*, idet et markant fald i den symptomfri lagringstid fra medio marts til medio april er indtruffet inden tørstofprocenten overhovedet er begyndt at falde fra vinterens maksimum.

For forårsoptaget *grandis* er der en noget bedre overensstemmelse mellem tørstofprocent og lagerfasthed, der begge falder med tiden. Som for *rødgran* skal man være opmærksom på, at den symptomfri lagringsperiode ved

et givet tørstofindhold i nogle tilfælde kan være en del kortere om foråret end om efteråret.

Etableringssikkerhed

For *rødgran* følger planteafgangens variation stort set de visuelle skadessymptomers: jo senere på året og jo tidligere på foråret planterne tages op jo bedre bliver plantningsresultatet og des langsommere sker forringelsen af samme med lagringstiden. Indflydelsen fra ufavorable etableringsvilkår sidst på året antages i nogen grad at have forstyrret et formentlig ellers tilsvarende variationsmønster for *grandis*.

Ved plantning af *rødgran* i perioden medio september til medio juli det følgende år, er der ved afpasning af lagringstiden opnået planteafgangsresultater for kølelagrede planter optaget i perioden fra medio september til medio april, der ikke med sikkerhed er ringere end for samtidig plantet friskoptaget materiale. Kun ved plantning i juni af optagninger fra december og marts har planteafgangen for kølelagrede planter været sikkert lavere end for det friskoptagne materiale.

Skærpes kravene til plantningsresultatet, således at kun planteafgange, der er på niveau med forsøgets laveste, accepteres, medfører det en beskedent indskrænkning af mulighederne for kølelagret materiale fra oktober, mens optagninger fra april nu ikke længere er acceptable. Under samme forudsætning har kølelagret materiale ikke længere været en acceptabel mulighed ved plantning i juli.

Som alternativ til friskoptagne planter har kølelagret materiale af *grandis* været en mulighed ved plantninger i perioden medio marts til medio juni, men kun med passende lagrede planter optaget i perioden medio december til medio april. Kun ved plantninger i april og maj har der været mere eller mindre sikre tendenser til lavere afgang for kølelagret end for friskoptaget plantemateriale.

Accepteres kun resultater på niveau med forsøgets laveste afgang, er mulighederne for kølelagret *grandis* indskrænket til plantning i april af planter optaget i marts. Plantning af decemberoptagne planter i marts og april, ligger dog på grænsen til det acceptable, og kunne måske være en mulighed under mindre ekstreme etableringsvilkår.

Højdevækst

Formentlig som følge af betydelig medindflydelse på de overlevende planters højdeudvikling fra både bundne og tilfældige variationer i de ikke lagringsbetingede etablerings- og vækstvilkår, har de visuelle lagringsskaders og planteafgangens behandlingsbestemte variationsmønstre kun i begrænset omfang kunnet genfindes i de kølelagrede rødgranpartiers højdevariation. Kun for plantninger af forårsoptaget materiale i perioden marts - juli genfindes det kvalitative mønster: jo senere optagning og jo længere lagring des dårligere højdevækst.

Med undtagelse af aprilplantningen har højden for kølelagret materiale i helt overvejende grad været mindre end for samtidig plantede friske planter. Særlig udtalt er forholdet ved plantningen i juli. Ved aprilplantningen ses de to eneste eksempler på en sikkert større højde for kølelagret materiale, nemlig optagningerne fra december og marts.

Forsøgets største højde er opnået med kølelagrede planter optaget i november og plantet i maj. Kun lagrede planter optaget i marts og plantet i april har nået et nogenlunde tilsvarende niveau.

Alt i alt vurderes det, at rødgranens højdeudvikling har været for påvirkelig af ikke behandlingsafhængige faktorer til at være en afgørende målestok for plantningstidspunktets og lagringsbetingelsernes indflydelse på plantematerialets praktiske anvendelighed.

10. Anbefalinger

Ønskes det bedst mulige plantningsresultat, kan de på figur 8 viste plantningstidspunkter og plantematerialer anbefales på grundlag af de foreliggende forsøgsresultater. For rødgran skønnes der at være tale om generelt anvendelige anbefalinger, medens anbefalingerne for grandis kan være præget af de for træarten ugunstige etableringsvilkår på en åben, frostudsat renafdrift på mager sandjord. Det skal derfor ikke udelukkes, at det beskedne udvalg af acceptable plantningstidspunkter og plantematerialer for grandis vil kunne udvides ved plantning under mere beskyttede forhold. På lerede jorde vil risikoen for opfrysning til gengæld kunne virke begrænsende på de ellers anbefalede muligheder for efterårs- og vinterplantning af især rødgran.

Af hensyn til såvel brugernes og planteskolernes egen kontrol som til muligheden for praktisk erfaringsindsamling bør kølelagrede plantepartier mærkes med optagnings- og/eller indlagringsdato.

Med henblik på den tidligst mulige sporing af betydende skader i forbindelse med kølelagring, bør opmærksomheden rettes mod metoder, der kan registrere forstyrrelser eller ændringer af processer og fysiske forhold i planternes indre, måske især i finrodssystemet. Der kan eksempelvis være tale om registrering af graden af skader på cellemembraner ved måling af det

Optagningstidspunkt måned	Plantningsmåned									
	08	09	10	11	12	03	04	05	06	07
Friskoptagne planter 08-07	—	X				X				
Kølelagrede planter										
08										
09			—							
10				—						
11					—					
12						—				
03							X			
04										
05										
06										

Figur 8. Plantningstidspunkter og kombinationer af plantnings- og optagningstidspunkter for henholdsvis friskoptagne og kølelagrede planter af rødgran (—) og grandis (X) hvor planteafgangen ikke er statistisk sikkert højere end forsøgenes laveste planteafgang. Forsøg 1287 og 1288.

relative ionudslip i et vandigt vævsekstrakt (EC-test), eller af ændringer i enzymaktiviteten ved måling af farveintensiteten efter indfarvning af vævsprøver med triphenyl tetrazolium chlorid (TTC-test). Begge tests er velkendte og kan gennemføres indenfor et døgn eller to.

Indikatorer for lagerfasthed må søges blandt målbare fysiologiske karakteristika, der så nuanceret som muligt afspejler forløbet af de processer, der måtte være ansvarlige for udviklingen i planternes lagringstolerance ikke blot om efteråret men også over vinteren og frem til det tidlige forår. Blandt andet planters evne til at tåle kuldepåvirkninger, kvantificeret ved ovennævnte EC- eller TTC-målinger i forbindelse med systematiske frysetests, synes at være et lovende bud på en sådan indikator. Andelen af celler under deling i skud- eller rodspidser (mitotisk index) kunne være en anden mulighed, mens det ellers hyppigt omtalte og undersøgte relative tørstofindhold i skudspidser måske vil kunne anvendes som en mindre nuanceret indikator for opnåelse af maximal lagerfasthed om efteråret.

Opstilling af vejledende, sandsynligvis både arts- og proveniensspecifikke grænseværdier for lagerfasthedsindikatorer må baseres på sammenstillinger af årstidsbestemte indikatorværdier og samhørende fysiologiske skadetests og/eller etableringsresultater under ensartede dyrkningsforhold i laboratoriet efter standardiseret kølelagring af varierende varighed.

Skadefri lagring er imidlertid ikke nødvendigvis en tilstrækkelig betingelse for et tilfredsstillende plantningsresultat. Også for kølelagrede plantepartier vil de med årstiden vekslende plantningsbetingelser kunne få betydning for plantningsresultatet. Den praktiske brugsværdi af lagringsmæssigt acceptable kombinationer af optagningstidspunkt og lagringstid må derfor yderligere afprøves i praksisnære plantetidsforsøg.

11. Litteratur

- Aldhous, J. R. & Mason, W.L. (edit.) 1994:*
Forest Nursery Practice. - For. Comm. Bull. 111, 268 pp.
- Bornebusch, C.H. 1937:*
Sommerplantning af Naaletræer. - Forstl. Forsøgsv. Danm. 14:
97 - 132.
- Groven, I. 1968:*
Forsøg med planteskolekulturer II. - Tidsskr. for Planteavl 72:
478-488.
- Hansen, J. M. & Eriksen, E.N. 1994:*
Udvikling af frosthårdførehed i rødgran og bøg. - Dansk
Skovbr. Tidsskr. 79: 329 - 337.
- Hultén, H. 1980:*
TS-halt ett mått på invintring. - Plantnytt 1980:2, 4pp.
- Jensen, M., Scharff, O. & Eriksen, N. E. 1993:*
Sammenhænge mellem tørstofindhold i skudspidser og plante-
etablering. - Dansk Skovbr. Tidsskr. 78: 125 - 136.
- Keller, B. & Matthesen, P. 1998:*
Optagningstidspunkt, kølelagring og plantetid for skovplanter. -
Dansk Skovbr. Tidsskr. 83: 177 - 187.
- Koch, N.E. 1978:*
Et plantetidsforsøg med nobilis (*Abies procera* Rehd.). - Forstl.
Forsøgsv. Danm. 36: 313 - 340.
- Larsen, J.B. 1983:*
Trockenresistenz, Wasserhaushalt und Wachstum junger Dou-
glasien (*Pseudotsuga menziesii* Mirb. Franco) und Küstentan-
nen (*Abies grandis* Dougl. Lindley) in Abhängigkeit von der
Nährstoffversorgung. - Forstl. Forsøgsv. Danm. 39: 1-82.
- Larsen, J.B. & Ruetz, W.F. 1980:*
Frostresistenz verschiedener Herkunftte der Douglasie
(*Pseudotsuga menziesii*) und der Küstentanne (*Abies grandis*)
entlang des 44. Breitengrades in Mittel Oregon. - Forstw. Cbl.
99: 222 - 233.
- Lindström, A. 1996:*
Hur minimerar vi lagringsskadorna ? In: Plantproduktion och
skador. Konferens i Uppsala 30 januar 1996. Hannez, M. (ed.)
1996. -SkogForsk, Redogörelse nr 3, 1996: 34 - 44.

- Lindström, A. & Mattsson, A. 1989:*
Equipment for Freezing Roots and its Use to Test Cold Resistance of Young and Mature Roots of *Picea abies* Seedlings. - Scand. J. For. Res. 4: 59 - 66.
- Lindström, A. & Nyström, C. 1987:*
Seasonal variation in root hardiness of containergrown Scots pine, Norway spruce, and lodgepole pine seedlings. - Can. J. For. Res. 17: 787 - 793.
- Lindström, A. & Nyström, C. 1994:*
Elektrolytisk konduktans - ett sätt att bedöma frystolerans och lagringsbarhet hos skogsplantor. - Plantnytt 1994:4, 4pp.
- Madsen, S.F. 1989:*
Afkom af danske rødgranbevoksninger (Stand Progenies of Danish Norway Spruce). - Forstl. Forsøgsv. Danm. 42: 147 - 213.
- Madsen, S.F. & Jørgensen, B.B. 1986:*
Revision af forsøgsserien fra 1952 med *Abies grandis* provenienser. - Forstl. Forsøgsv. Danm. 40: 249 - 269.
- Mattsson, A. 1986:*
Seasonal Variation in Root Growth Capacity during Cultivation of Container Grown *Pinus sylvestris* Seedlings. - Scand. J. For. Res. 1: 473 - 482.
- Mattsson, A. & Lassheikki, M. 1995:*
Plantodling av sibirisk lärk (*Larix sibirica* Ledeb.) - rottillväxt och köldhärdighet vid varierande odlingsprogram. Stencil. - Sveriges lantbruksuniversitet, Inst. för skogsproduktion. Helsingfors universitet, Inst. för skogsekologi.
- McKay, H.M. 1994:*
Frost Hardiness and Cold-storage Tolerance of the Root System of *Picea sitchensis* *Pseudotsuga menziesii*, *Larix kaempferi* and *Pinus sylvestris* Bareroot Seedlings. - Scand. J. For. Res. 9: 203 - 213.
- McKay, H.M. & Mason, W.L. 1991:*
Physiological indicators of tolerance to cold storage in Sitka spruce and Douglas-fir seedlings. - Can. J. For. Res. 21: 890 - 901.
- Neckelmann, J. 1984:*
Skovplanten og dens behandling - et nyt forskningsprojekt. - Skoven 16 (10): 283 - 288.

Nielsen, N.N. & McKay, H. M. 1999:

Indicators of early field performance in noble fir, Sitka spruce, silver birch, common beech and pedunculate oak following direct planting and cold storage. - In prep.

Nyström, C. 1992:

Odlingsteknik för tåkrotsplantor af björk. - Plantnytt 1992:6, 4 pp.

Ritchie, G.A. & Tanaka, Y. 1990:

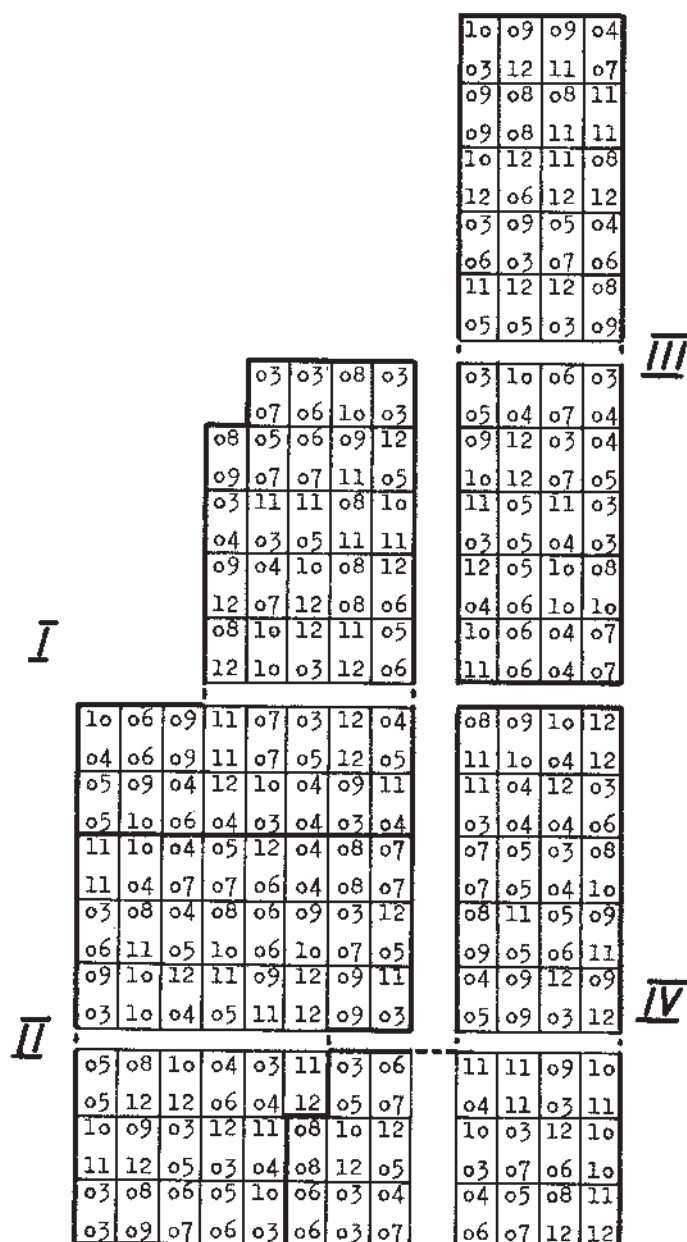
Root Growth Potential and the Target Seedling. In: Target Seedling Symposium: Proceedings, Combined Meeting of the Western Forest Nursery Associations. 1990 August 13 - 17. Roseburg, Oregon. Rose, R., Cambell, S.J. & Landis, T.D. (ed.) 1990. - Gen. Tech. Rep. RM - 200. Ft. Collins, Co: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station, 286 pp.

Rosvall-Åhnebrink, G. 1977:

Artificiell invintring av skogsplantor i plastväxthus. - Inst. för skogsgenetik, Rapp. och Upps. nr 27: 153 - 161.

Oversigtsskitse over behandlingskombinationernes fordeling til parceller i rødgranforsøget.

Forsøg 1287



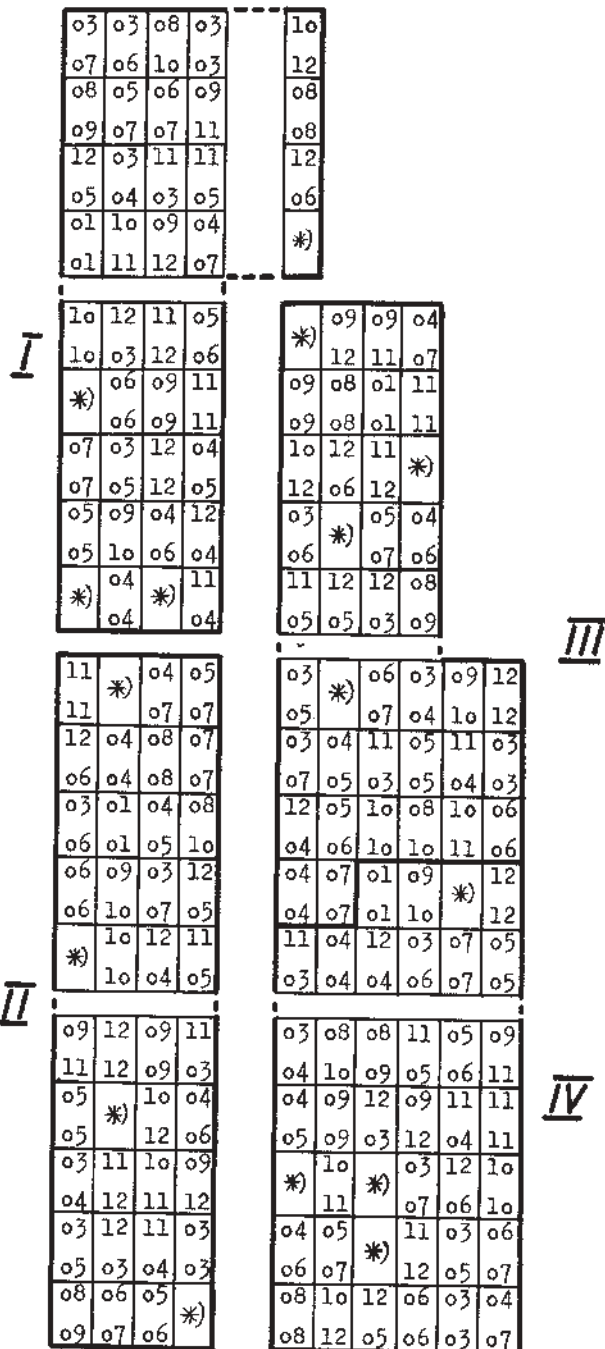
09 ← planteoptagningsmåned
 11 ← planningsmåned

Bilag 2

Oversigtsskitse over behandlingskombinationernes fordeling til parceller i grandisforsøget.

Parceller markeret med *) samt parceller med kombinationen 01/01 er ikke plantet med de oprindelig planlagte kombinationer, da disse plantepartier var døde allerede ved udtagningen fra kølelageret.

Forsøg 1288



09 ← planteoptagningsmåned
 11 ← plantningsmåned

*) : parceller udgået af forsøget - tilplantet med anden grandis.

Bilag 3

Parceller helt eller delvist beliggende i frostlavninger (F) samt parceller med registrerede angreb af honningsvamp (H) fordelt til behandlingskombinationer og blokke.

Forsøg 1287

Behandling		Blok				Parceller i alt		
Plantnings- måned	Optagnings- måned	I	II	III	IV	F stk.	H stk.	FH stk.
08	08	F	H		F	2	1	
09	08							
	09							
10	08			F		1		
	09		H		H		2	
	10	F	F	F		3		
11	08	F	F			2		
	09	F		H	H	1	2	
	10	F	H			1	1	
	11			H			1	
12	08	F				1		
	09	F				1		
	10	F			F	2		
	11	F				1		
	12	F				1		
03	09							
	10							
	11							
	12	F	F		H	2	1	
	03		H		FH		1	1
04	10	H			H		2	
	11	H	FH				1	1
	12	H	FH	F		1	1	1
	03		F			1		
	04	H		H			2	
05	11	F	FH		H	1	1	1
	12		H		F	1	1	
	03	F	H			1	1	
	04	H	F			1	1	
	05		H	F	H	1	2	
06	12	F				1		
	03	F				1		
	04	H	F		F	2	1	
	05	F		F		2		
	06				F	1		
07	03							
	04	F			F	2		
	05				F	1		
	06							
	07	F	H	F		2	1	

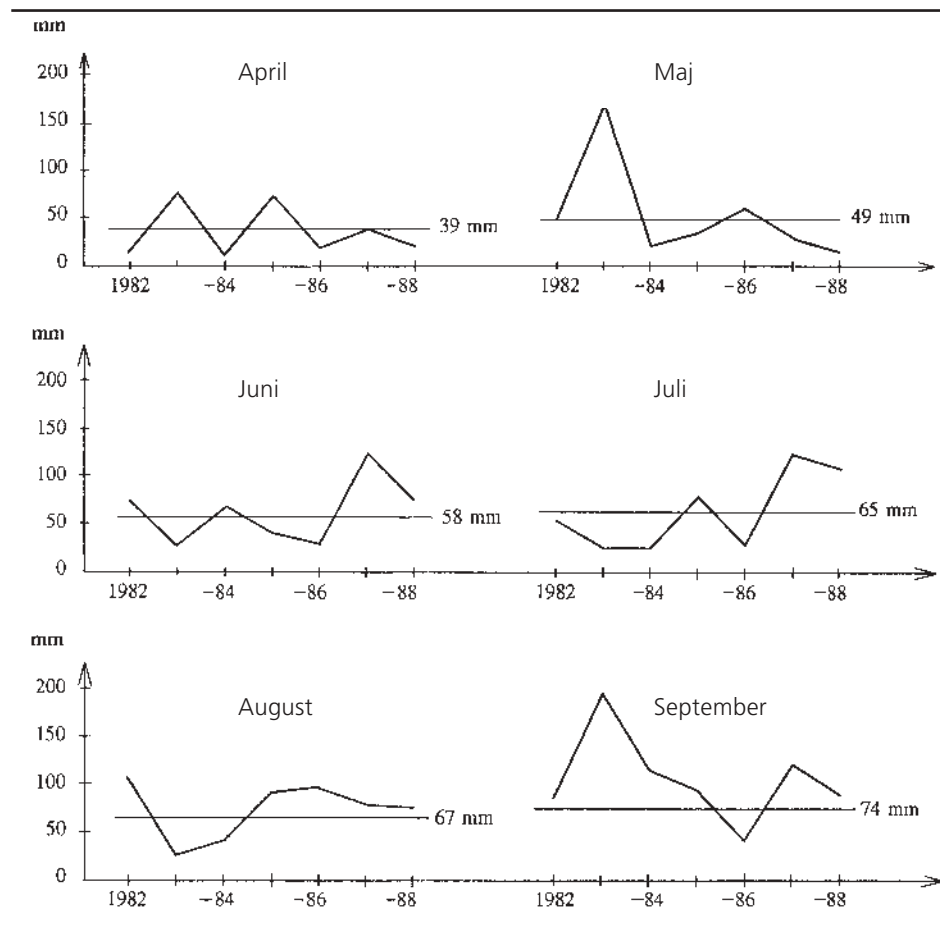
Bilag 4

Nedbørssummer (mm) ved DMI-station 21330 Resen for forskellige perioder omkring plantningsdagene.

Plantningsmåned		Nedbørssum			
1982/83	dato	Plantningsdagen		14 dage efter plantnings- dagen (3)	(2) + (3)
		+dagen før og efter (1) mm	+ 13 dage før (2) mm		
08	20.	41	79	44	124
09	17.	0	21	51	72
10	14.	12	42	43	85
11	18.	28	41	51	93
12	16.	35	76	56	132
	17.	25	79	53	133
01	14.	10	51	36	86
03	17.	2	24	53	77
04	14.	3	35	34	69
05	19.	24	63	96	159
06	16.	4	9	14	23
07	21.	1	1	30	30
	22.	0	1	30	31

Månedsnedbør (mm) for perioden april-september i årene 1982-1988 ved DMI-station 21330 Resen.

Normaler for perioden 1961-1990 for DMI-station 21200 Søvang er vist ved vandrette linier.



Bilag 6

Månedlige minimumstemperaturer i årene 1982-1988 (C°, DMI-station 06060 Karup) samt normaler og absolutte minima for perioden 1931-1960 (DMI-station 20210 Tylstrup).

Måned	Månedlige minima, C°								
	Tylstrup 1931-1960		Karup						
	Middel	Absolut	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988
Januar	-12,6	-23,5		- 5,4	- 9,5	-22,4	-20,3	-19,3	- 2,7
Februar	-11,8	-27,2		-13,8	- 6,5	-20,0	-18,9	-11,3	- 3,1
Marts	- 9,9	-21,2		- 4,0	- 7,6	- 7,2	-16,3	-16,0	- 8,1
April	- 4,1	- 9,6		- 1,9	- 3,7	- 2,4	- 7,8	- 2,2	- 2,9
Maj	- 0,9	- 5,6		0,8	- 2,8	0,1	3,3	0,0	0,9
Juni	3,1	1,0		3,8	3,5	3,5	4,9	3,9	6,7
Juli	5,8	2,1		5,5	6,9	5,7	7,4	8,3	8,9
August	5,7	1,0	6,9	5,4	8,0	7,3	3,5	3,9	6,7
September	1,9	- 1,3	4,0	- 2,3	2,8	0,4	2,5	0,1	5,3
Oktober	- 1,9	- 7,0	2,3	- 3,9	4,4	- 3,6	1,7	0,8	- 4,7
November	- 3,9	- 7,8	- 2,2	-14,5	- 1,0	-13,6	- 1,4	- 1,8	- 8,6
December	- 9,7	-18,2	- 7,4	-14,5	- 4,2	-12,5	- 8,0	- 9,1	- 5,4

Månedlige middeltemperaturer (C°) i anlægsperioden 1982/83 samt normaller for perioden 1961-90. DMI-station 06060 Karup.

Måned	Middeltemperatur, C°	
	1961-90	1982/83
August	15,3	16,3
September	12,3	13,2
Oktober	8,9	9,7
November	4,4	5,9
December	1,3	2,1
Januar	- 0,2	4,5
Februar	- 0,1	- 1,0
Marts	2,1	3,4
April	5,7	6,5
Maj	10,8	10,1
Juni	14,1	13,9
Juli	15,4	17,1

Bilag 8

Akkumulerede planteafgange (%) og middelhøjder (cm) ved alle registreringer og målinger i rødgran-forsøget.

Forsøg 1287

Plant- nings- måned 1982/83	Optag- nings- måned 1982/83	Planteafgang							Højde	
		1983 %	1984 %	1985 %	1986 LSMEAN %	1987 LSMEAN %	1988 LSMEAN %	1991 LSMEAN %	1988 LSMEAN cm	1993 LSMEAN cm
08	08	0,0	1,6	5,2	8,4	10,0	11,1	14,3	75	223
09	08	21,4	98,4	98,4	98,4	99,3	100,9	102,6	-	-
	09	0,0	1,0	2,1	2,6	3,5	4,5	6,3	75	238
10	08	12,5	97,4	97,4	97,9	98,4	99,2	100,5	-	-
	09	0,0	3,1	4,7	4,8	7,7	8,7	9,9	76	226
	10	0,0	0,5	5,2	9,9	12,2	14,7	18,6	79	230
11	08	100,0	100,0	100,0	100,0	100,1	100,7	101,5	-	-
	09	6,8	33,9	38,0	37,6	39,0	40,9	41,7	67	218
	10	0,5	3,1	6,3	7,9	9,9	12,7	16,9	67	203
	11	0,0	0,0	0,5	2,2	5,1	7,1	9,1	88	270
12	08	100,0	100,0	100,0	100,0	100,5	101,3	102,5	-	-
	09	31,8	74,5	76,6	79,7	81,7	83,6	85,4	51	167
	10	0,5	3,1	4,2	7,3	10,0	12,6	16,6	56	184
	11	0,0	1,6	2,1	4,2	6,8	8,6	11,4	72	202
	12	0,0	0,0	0,5	2,1	3,6	4,9	6,7	77	229
03	09		94,3	96,4	96,9	97,8	98,8	100,5	-	-
	10		2,1	6,3	9,4	11,3	12,3	15,6	68	209
	11		0,0	1,1	3,1	5,1	6,1	9,9	77	222
	12		1,6	2,6	4,2	4,8	6,4	10,6	59	187
	03		1,0	2,6	6,8	9,3	9,5	14,1	76	225
04	10		24,5	26,0	27,7	29,0	30,1	32,3	71	216
	11		1,6	1,6	6,8	7,7	7,9	10,5	75	221
	12		2,6	3,1	7,8	11,5	13,0	16,7	82	254
	03		2,6	4,2	6,3	7,3	8,1	9,3	89	262
	04		0,5	1,6	1,7	3,5	6,6	9,9	74	215
05	11		1,6	2,1	4,2	4,2	5,2	7,3	88	287
	12		1,0	1,6	1,6	1,5	3,4	3,9	75	241
	03		2,6	4,7	5,3	7,2	9,1	12,2	68	219
	04		10,4	12,0	15,7	19,2	22,7	25,8	57	180
	05		1,0	3,1	4,3	6,2	7,5	8,9	90	275
06	12		0,5	3,1	3,6	6,2	7,0	9,9	61	183
	03		1,0	4,2	12,0	14,0	15,9	19,7	61	205
	04		6,3	8,3	13,6	15,7	16,3	18,9	59	193
	05		59,9	71,9	76,6	79,2	80,3	84,3	55	174
	06		13,5	15,1	17,7	19,2	21,6	30,2	65	198
	07		12,5	40,1	52,6	56,1	58,2	59,9	32	104
07	04		31,8	68,2	70,8	71,4	73,6	78,0	31	78
	05		95,8	100,0	100,0	100,5	101,3	102,5	-	-
	06		58,9	75,0	77,6	79,6	81,1	83,4	33	108
	07		12,5	25,0	30,2	32,9	34,5	40,3	69	244

LSMEAN = midler korrigeret for ubalancerede, signifikante påvirkninger fra honningsvampangreb (planteafgang) eller frostlavninger (højde) samt for variationer i antallet af måleplanter i parcellerne (højde).

Akkumulerede planteafgange (%) ved alle registreringer i grandisforsøget.

Forsøg 1288

Plantnings- måned 1982/83	Optagnings- måned 1982/83	Planteafgang					
		1983 %	1984 %	1985 %	1986 %	1987 %	1988 %
08	08	21,9	29,2	40,1	60,9	75,0	80,7
09	08	99,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
	09	8,3	22,9	34,9	54,2	67,2	72,9
10	08	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
	09	88,5	96,4	98,4	99,0	99,0	99,0
	10	14,1	35,4	50,0	64,6	73,4	78,1
11	08	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
	09	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
	10	97,9	99,0	99,5	99,5	99,5	100,0
	11	28,1	43,2	59,9	71,4	76,6	80,7
12	08	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
	09	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
	10	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
	11	38,5	70,8	84,9	89,6	92,7	94,8
	12	19,8	39,6	57,3	68,2	72,9	77,1
01	01	17,2	30,8	44,3	59,9	71,9	77,1
03	09		100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
	10		100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
	11		79,2	93,8	95,8	96,9	98,4
	12		16,1	36,5	64,1	74,5	80,2
	03		11,5	29,2	46,4	59,4	64,6
04	10		100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
	11		13,6	40,7	68,2	77,1	82,8
	12		13,0	37,0	64,1	78,1	83,3
	03		12,0	24,5	45,8	60,4	63,5
	04		12,0	27,1	64,6	74,5	78,6
05	11		56,3	70,3	80,2	87,0	88,5
	12		24,5	49,0	69,3	77,1	80,7
	03		33,9	50,5	70,8	83,3	88,0
	04		38,5	62,0	78,1	86,5	89,6
	05		40,6	59,4	68,8	76,6	80,7
06	12		36,5	68,8	84,9	90,6	94,3
	03		96,9	99,5	100,0	100,0	100,0
	04		87,0	98,4	99,0	99,0	100,0
	05		84,9	97,4	97,9	97,9	98,4
	06		51,6	74,0	84,9	87,5	90,1
07	03		100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
	04		100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
	05		92,7	99,0	99,0	99,0	99,5
	06		90,1	99,0	99,5	99,5	99,5
	07		95,8	99,0	99,5	100,0	100,0

Bilag 10

Akkumulerede planteafgange (%) for friskoptagne plantepartier af rødgran og grandis efter to vækstsæsoner (forår 1985) samt middelhøjder (cm) for tilsvarende partier af rødgran efter 10 vækstsæsoner (forår 1993).

Forsøg 1287 og 1288

Plantnings- måned 1982/83	Rødgran		Grandis
	Planteafgang %	Højde LSMEAN cm	Planteafgang %
08	5,2 a	223 bc	40,1 abc
09	2,1 a	238 b	34,9 ab
10	5,2 a	230 b	50,0 cde
11	0,5 a	270 a	59,9 ef
12	0,5 a	229 b	57,3 de
01			
03	2,6 a	225 bc	29,2 a
04	1,6 a	215 bc	27,1 a
05	3,1 a	275 a	59,4 ef
06	15,1 b	198 c	74,0 f
07	25,0 b	244 ab	99,0 g

LSMEAN: se bilag 8

a-g: Midler med samme bogstavbetegnelse adskiller sig efter arcsin-transformation ikke statistisk sikkert fra hinanden.

Akkumulerende planteafgange (%) for friskoptagne og kølelagrede plantepartier af rødgran og grandis efter to vækstsæsoner (forår 1985), samt middelhøjder (cm) for tilsvarende rødgranpartier efter 10 vækstsæsoner (forår 1993).

Forsøg 1287 og 1288

Plantnings- måned 1982/83	Optagnings- måned 1982/83	Rødgran		Grandis Planteafgang %
		Planteafgang %	Højde LSMEAN cm	
08	08	5,2	223	40,1
09	08	98,4 b	-	100,0 b
	09	2,1 a	238	34,9 a
10	08	97,4 b	-	100,0 b
	09	4,7 a	226 a	98,4 b
	10	5,2 a	230 a	50,0 a
11	08	100,0 c	-	100,0 b
	09	38,0 b	218 b	100,0 b
	10	6,3 a	203 b	99,5 b
	11	0,5 a	270 a	59,9 a
12	08	100,0 c	-	100,0 c
	09	76,6 b	167 b	100,0 c
	10	4,2 a	184 b	100,0 c
	11	2,1 a	202 ab	84,9 b
	12	0,5 a	229 a	57,3 a
01	01			44,3
03	09	96,4 b	-	100,0 c
	10	6,3 a	209 ab	100,0 c
	11	1,1 a	222 a	93,8 b
	12	2,6 a	187 b	36,5 a
	03	2,6 a	225 a	29,2 a
04	10	26,1 b	216 b	100,0 c
	11	1,6 a	221 b	40,7 b
	12	3,1 a	254 a	37,0 b
	03	4,2 a	262 a	24,5 a
	04	1,6 a	215 b	27,1 ab
05	11	2,1 a	287 a	70,3 b
	12	1,6 a	241 b	49,0 a
	03	4,7 ab	219 b	50,5 a
	04	12,0 b	180 c	62,0 ab
	05	3,1 a	275 a	59,4 ab
06	12	3,1 a	183 a	68,8 a
	03	4,2 a	205 a	99,5 b
	04	8,4 ab	193 a	98,4 b
	05	71,9 c	174 a	97,4 b
	06	15,1 b	198 a	74,0 a
07	03	40,1 a	104 b	100,0 a
	04	68,2 b	78 b	100,0 a
	05	100,0 c	-	99,0 a
	06	75,0 b	108 b	99,0 a
	07	25,0 a	244 a	99,0 a

LSMEAN: se bilag 8

a-c: Midler for plantepartier med fælles plantningsmåned og samme bogstavbetegnelse adskiller sig efter arcsin-transformation ikke statistisk sikkert fra hinanden.