

# De zaadgaarden van Staatsbosbeheer

## II De zaadgaarden van groveden

*The seed orchards of the State Forest Service*

E. M. van 't Leven

*Rijksinstituut voor onderzoek in de bos- en landschapsbouw, "De Dorschkamp"  
Wageningen*

### 1 Historische achtergrond

De groveden (*Pinus sylvestris*) is de belangrijkste Nederlandse bosboom. Veel van onze bosgronden zijn zo arm en droog dat groveden daar een van de belangrijkste soorten voor is.

Hoewel de groveden oorspronkelijk wel in ons land voorkwam, bestaan de meeste hedendaagse opstanden uit nakomelingen van buitenlandse herkomst (Heybroek 1974; Woltersen 1973).

Begin deze eeuw werd de aandacht gevestigd op het feit dat sommige grovedennenopstanden het zo slecht deden. De eerste herkomsttoetsproeven werden opgezet in 1910 en 1927, waarbij nakomelingen afkomstig van Nederlandse opstanden werden vergeleken met vele buitenlandse herkomsten o.a. uit België, Finland, Frankrijk, Duitsland, Hongarije, Noorwegen, Schotland en Zweden. De nakomelingschappen afkomstig van de Nederlandse opstanden leverden uiteenlopende resultaten op (waarschijnlijk omdat ze oorspronkelijk toch van verschillende buitenlandse afkomst waren) maar ze behoorden duidelijk tot de beste van de getoetste herkomsten (Van Soest, 1952).

In 1965 werd een proef aangelegd waarbij vier uitgezochte gerenommeerde Duitse en 14 Nederlandse herkomsten werden vergeleken. De Duitse herkomsten bleken in hoge mate last te hebben van schot (*Lophodermium pinastri* (Schrad. ex Hook.) Chev.). Een daarmee gepaard gaande aantasting door *Armillaria mellea* e.a. uitte zich door een hoog uitvalpercentage en povere groei. De Nederlandse herkomsten vertonen een veel lager uitvalpercentage en betere groei (Kriek en Bikker 1973). Steeds meer kwam men tot het inzicht dat grovedennenbeplantingen alleen nog aangelegd dienen te worden met plantmateriaal afkomstig van geselecteerde Nederlandse opstanden.

Van 1948 tot 1952 werd een algehele inventarisatie van de Nederlandse grovedennenopstanden uitgevoerd (Jansen en Van Broekhuizen 1952). De beste opstanden werden officieel aangewezen als zaadopstanden.

### Summary

*An extensive selection and breeding programme of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) was initiated in the Netherlands in 1960-1962. Over 500 plus trees were selected and half-sib progeny tests were laid out. Very important differences between families were found with respect to resistance to *Lophodermium needle cast* and total height at 2 to 8 years of age from seed. Height growth and resistance to needle cast were strongly correlated. The choice of the best parents based on these data of early progeny testing in 1971, seemed to be still valid in 1977.*

*With grafts of the best parents the first Dutch seed orchard (Grubbenvorst) was established as from 1965 and the second (Voorsterbos) as from 1972.*

*Data of flowering and seed and cone production in the period 1972 to 1978 in the different parts of the orchards, established in different years, are analysed. Total seed production in the Grubbenvorst seed orchard increased from 0.17 kg in 1974 to 15.5 kg in 1978. The highest production in the Grubbenvorst seed orchard is found in the most sheltered part of the area established in 1965. In 1977 and 1978 it produced 13.8 and 14.7 kg seed per ha respectively. Since 1977 the total seed orchard area amounts to 9.65 ha.*

*The parts of the seed orchards which were established after 1972, thus taking into account the test results of 1971 are genetically superior to the earlier established parts. These parts are established on good soils and well sheltered. It may be expected that the Netherlands will be soon producing sufficient seed of high quality to cover its own needs.*

Het feit dat naar schatting slechts een half procent van de onderzochte grovedennenbossen kwalitatief goed genoeg geacht mocht worden om er zaad van te winnen, geeft een duidelijke indruk van de erfelijke minderwaardigheid van de grovedennenbossen in Nederland. Woltersen (1973) concludeert dan ook terecht dat het onbegrijpelijk is dat tot op de dag van

vandaag nog steeds geregeld grovedenenzaad uit het buitenland wordt geïmporteerd.

Door selectie en veredeling is het mogelijk uitgangsmateriaal te vinden waarvan de nakomelingen van de periodieke aantasting door schot (dat veel grovedennenbossen telstert) en de daarmee samenhangende slechte groei, maar weinig last hebben.

Verder onderzoek was erop gericht een beeld te krijgen van de genetische variatie die in de Nederlandse dennen aanwezig was. Nakomelingschappen van individuele bomen die voortkwamen uit zaad ontstaan door open bestuiving (zgn. halfsibfamilies) werden in meerdere proefvelden vergeleken. De gevonden grote winst bij de beste halfsibfamilies, wat betreft gezondheid en vitaliteit, gaf de zekerheid dat door middel van deze toetsingsmethode een aanzienlijke verbetering van ons grovedennenbos mogelijk is (Woltersen 1972).

Naar aanleiding van deze resultaten en bevindingen werd in 1960 begonnen met de opzet van een groot selectie en toetsingsprogramma (zie 2.2).

Aan de hand van de resultaten der toetsproeven van halfsibfamilies, die zijn aangelegd vanaf 1960, werden ouderbomen (geniteurs) geselecteerd die de beste nakomelingen geven wat betreft groei en schotresistentie. Met deze geniteurs werd vanaf 1965 de eerste en vanaf 1972 de tweede Nederlandse zaadgaard aangelegd.

## 2 De nakomelingentoetsing aangelegd in 1960-1962

Van 1960 tot 1962 werd van meer dan 500 geselecteerde bomen uit 110 Nederlandse en enkele Belgische en Duitse opstanden zaad verzameld. De nakomelingen, door vrije bestuiving ontstaan, werden in de jaren 1963-1966 uitgeplant in acht toetsproeven op Oostereng, de Vierhoek en Mierenbos te Wageningen, Loobos te Kootwijk en Putten.

Na enige jaren bleken zich zeer duidelijke verschillen tussen de veldjes te ontwikkelen. De idee nam steeds vastere vormen aan dat nakomelingen van geselecteerde bomen, die voortkomen uit zaad van vrij bestoven bloeiwijzen (zgn. halfsibs), gebruikt kunnen worden als maatstaf bij de beoordeling van de ouderboom op zijn bruikbaarheid als geniteur.

Bij een internationaal bosboom veredelingscongres in Nederland werd van Amerikaanse zijde voorgesteld een expert op dit gebied, dr. A. E. Squillace van het "Southeastern Forest Experiment Station, U.S. Forest Service" in dit onderzoek te laten deelnemen. Hij heeft in samenwerking met enige medewerkers van "De Dorschkamp", aan de hand van de beschikbare gegevens, de betekenis van toetsing van halfsib families van groveden uit bestaande opstanden voor de selectie van de ouderbomen, statistisch en genetisch geanalyseerd.

Het oudste deel van de zaadgaard Grubbenvorst, aangeplant in 1965. De enten zien eruit als de kroon van een boom (bast, wijze van vertakking), die vlak boven de grond begint.

*The oldest part of the Grubbenvorst seed orchard, planted in 1965. The grafts look like the crown of a tree (bark, branching habit) right from ground level.*



De nakomelingen werden beoordeeld op jeugdgroei, zes à acht jaar na het tijdstip van zaaien en voorzover mogelijk op schotaantasting. Waarnemingen van schotaantasting waren verricht in het Loobos proefveld in de zomer van 1971.

De symptomen waaraan de hevigheid van de aantasting werd beoordeeld was de aanwezigheid van infectiepunten op de naalden en naaldval aan de scheuten van het voorgaande jaar. Iedere boom werd beoordeeld in een schaal van 1 (geen infectie) tot 7 (dood, in eerste instantie door schot).

De analyses zijn vooral gebaseerd op de Loobos-toetsproef omdat deze voldoende herhalingen telde, geen veldjes miste en vele families omvatte.

Voor de selectie van de beste ouderbomen en opstanden en voor de bestudering van de geografische verdeling werden de beschikbare gegevens van alle nakomelingen gebruikt. Voor een uitgebreide informatie over de aanpak van het onderzoek wordt verwezen naar Squillace et al., 1975.

### 3 De bevindingen van Squillace c.s.

Squillace heeft in samenwerking met enige medewerkers van "De Dorschkamp" de resultaten van voorgaande proef uitgebreid statistisch verwerkt (Squillace et al. 1972, 1975).

#### 3.1 Variatie in hoogtegroei bij de nakomelingen

Tussen de diverse families werden door Squillace c.s. grote verschillen in hoogtegroei geconstateerd. In het Loobos proefveld varieerden de gemiddelde hoogten op zesjarige leeftijd van 155 tot 245 cm, met een gemiddelde van 199 cm.

Een statistische analyse wees uit dat de verschillen voor het grootste deel genetisch te verklaren waren. Voor de intraklasse correlatie werd een waarde van 0.64 gevonden wat wil zeggen dat 64% van de

variatie een gevolg bleek van verschil in eigenschappen van de families. In andere proeven was dit cijfer ongeveer even hoog, nl. variërend van 0.46 tot 0.75.

Een verdere studie van de Loobos-gegevens wees uit dat de verschillen tussen de families voor een deel te verklaren waren door genetische verschillen tussen de opstanden waaruit de ouderbomen afkomstig waren. Hier komen we in 2.3.3 op terug.

#### 3.2 Variatie in schotresistentie van de nakomelingen

Er bleken ook grote verschillen in schotaantasting tussen de families te bestaan. Ongeveer 12% van de families inclusief alle Belgische, moesten op de kwekerij reeds worden afgeschreven vnl. door hevige schotaantasting. Ook in de proefvelden ontstond schot, die zich in latere jaren nog verder uitbreidde.

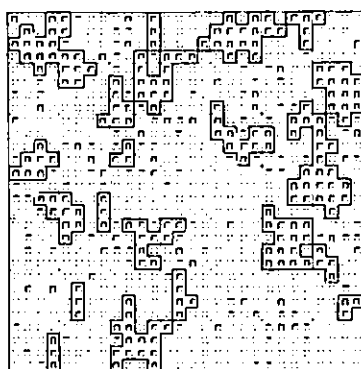
In het Loobos proefveld varieerden de schotaantastingsgemiddelden van de families van 1.4 tot 6.5 (gemiddeld 3.8). De intraklasse correlatie was 0.58, haast even hoog als voor de hoogtegroei.

Hoewel het grootste deel van de variatie tussen de veldjes door genetische factoren is te verklaren, waren er ook andere systematische effecten aanwezig. Hevige aantasting trad op in onregelmatig gevormde patronen (figuur 1). Zoals te verwachten, betroffen de haarden van hevige aantasting meestal de relatief vatbare families (de vatbaarheid werd beoordeeld op basis van familiegemiddelden van alle herhalingen). Maar, in aan de haarden grenzende veldjes werden ook bomen van relatief resistente families aangetast.

Waarnemingen van de infectie van *Lophodermium* in de nakomelingentoetsproeven suggereren dat de meest vatbare bomen of mogelijk door één of andere oorzaak verzwakte bomen het eerst zwaar worden aangetast. Dan, na een vermeerdering van de sporen, verspreidt de ziekte zich naar naburige vatbare bomen, maar ook in sommige gevallen naar re-

Figuur 1. Diagram van een deel van de nakomelingentoetsproef in Loobos, waaruit de grillige verdeling van de schotaantasting blijkt (Squillace et al. 1972).

Figure 1. Diagram of part of the Loobos progeny trial, showing pattern of needle cast damage.



#### legende / legend

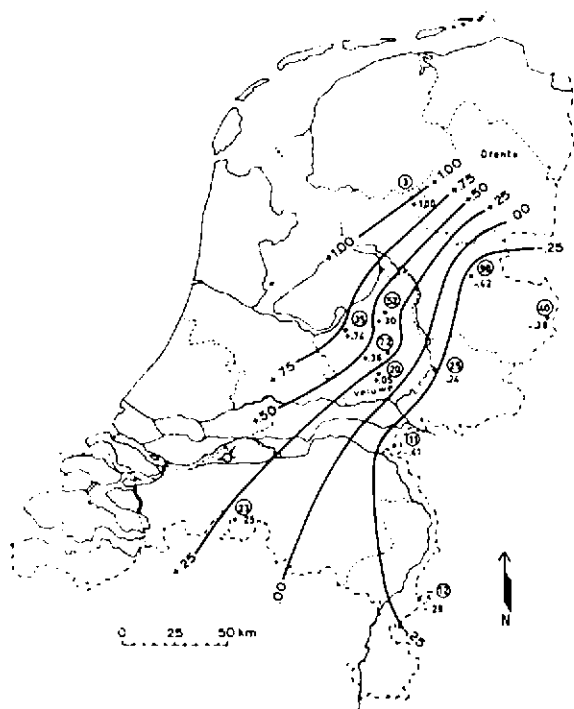
- 1 geen infectie / least infection
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7 sterke infectie (dood) / greatest infection (dead)

≠ ieder vierkantje betreft de nakomelingschap van een onderboom en bestaat uit 16 planten, 8×9m.

≠ Each square is a family plot of 16 trees 8×9 m

# Haarden van sterk aangestaste bomen (16+) werden omlijnd

# Concentration of heavily infected trees (16+) are outlined



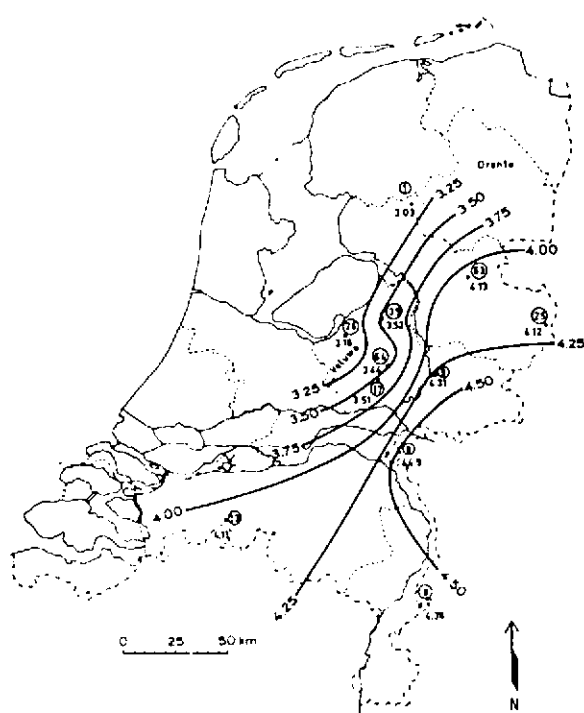
Figuur 2. De nakomelingen van bomen uit het noordwestelijke deel van de beboste gebieden van Nederland groeien gemiddeld harder dan nakomelingen van ouderbomen uit het zuidoostelijke deel. De omcirkelde getallen geven het aantal families aan waarop het gemiddelde (in standaardafwijkingen) is gebaseerd (Squillace et al. 1972).

Figure 2. Progenies of parents growing in northwestern areas tended to grow more rapidly than progenies of parents from southeastern areas. Numbers in circles indicate the numbers of families on which the average value (in standard deviations) is based.

latief resistente. Over het geheel genomen lopen de laatste echter aanzienlijk minder kans op ernstige aantasting.

### 3.3 Het effect van de standplaats van ouderbomen op de nakomelingschappen

Omdat, zoals eerder vermeld, de variatie tussen families met de ouderopstanden samenhangt en omdat de ouderopstanden uit verschillende gebieden afkomstig zijn, hebben Squillace c.s. tevens de geografische verdeling bekeken. De gegevens van opstanden die geografisch dicht bij elkaar lagen werden gemiddeld en in kaart gebracht. De resultaten toonden dat nakomelingen van ouderbomen uit het noordwestelijke deel van de beboste gebieden ge-



Figuur 3. Gemiddelde schot aantasting (1 = geen infectie, 7 = dood) van de nakomelingen van groveden in relatie tot de geografische origine van de vrouwelijke ouder in Nederland. De omcirkelde getallen geven het aantal families aan waarop de waardering van het gemiddelde van de schot aantasting is gebaseerd (Squillace et al. 1972).

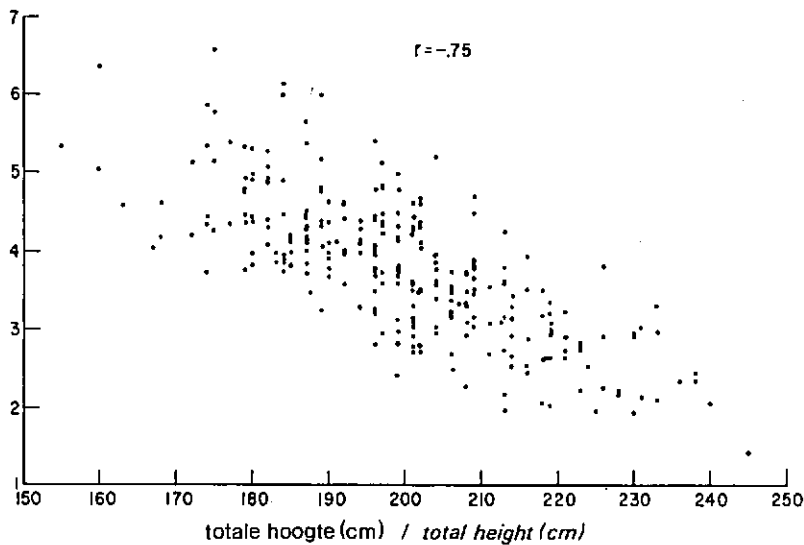
Figure 3. Average needle cast damage (1 = least damage, 7 = dead) of Scots pine families related to geographic origin of female parents in the Netherlands. Numbers in circles indicate numbers of families on which the average needle cast rating is based.

middeld sneller groeiden dan nakomelingen van ouderbomen uit andere gebieden (figuur 2). Alle waarden in figuur 2 zijn gebaseerd op 11 of meer families, uitgezonderd de meest noordelijke.

Hetzelfde werd gedaan voor de schotgevoeligheid en zoals verwacht mocht worden, werd eenzelfde gradiënt gevonden als voor de hoogtegroeï (figuur 3). Deze figuur is gebaseerd op minder families omdat schot aantastingsgegevens alleen van het Loobos proefveld bekend waren.

Deze opvallende gradiënt kan het resultaat zijn van betere beheerstechnieken (betere zaadkeus, betere dunningstechnieken enz.) in het noordwestelijke gebied. Het is echter waarschijnlijk dat door hogere luchtvochtigheid het klimaat in het noordwesten geschikter is voor zware schot aantasting, en dat

mate van schot aantasting  
*needle cast damage rating*



Figuur 4. Familiegemiddelden voor schotgevoeligheid en totale hoogte in de Loobos nakomelingenschap toetsing op 6-jarige leeftijd (270 families).  
*Figure 4. Family averages of needle cast susceptibility rating and total height in the Loobos progeny test at 6 years (270 families).*

dientengevolge de natuurlijke en/of kunstmatige selectie (dunningen) daar, in dit opzicht, effectiever is geweest dan elders.

### 3.4 Genetische vooruitgang

Op grond van de waarnemingen van hoogtegroeï en schotaantasting concludeerden Squillace c.s. dat de meeste Nederlandse grovedennelopstanden beter zijn aangepast aan de hier heersende omstandigheden dan bomen uit andere gebieden. Plantmateriaal afkomstig van inlands zaad vertoont meestal betere groei en een grotere resistentie tegen schot dan dat van buitenlandse herkomsten. Deze superioriteit van de inheemse opstanden zal zich waarschijnlijk binnen enkele generaties hebben ontwikkeld na natuurlijke en kunstmatige selectie.

Schotresistentie en jeugdgroei blijken sterk gecorreleerd te zijn (figuur 4), daarom zal selectie op de ene eigenschap tevens een verbetering van de ander te zien geven.

De invloed en de intensiteit van eventuele vroegere aantastingen door schot valt aan de moederboom niet met voldoende betrouwbaarheid af te lezen. De mate van resistentie tegen schot van de nakomelingen moet blijken door toetsing in het veld in een omgeving waar schot intensief voorkomt. Daarom is volgens Squillace de selectie van een relatief groot aantal bomen volgens niet al te extreem gestelde fenotypische criteria gevolgd door een strenge toetsing van nakomelingen, de beste methode om snel genetische vooruitgang te boeken.

Het feit dat vele bomen getoetst moesten worden

sloot het gebruik van gecontroleerde bestuiving uit. In een volgende fase van het veredelingswerk kunnen echter bepaalde ouders onderling gekruist worden om te zien of men de genetische kwaliteit van het zaad van de zaadgaarden nog verder kan verhogen.

Uit door Squillace c.s. uitgevoerde statistische analyses is op grond van nakomelingentoetsing berekend dat een duidelijke genetische winst in hoogtegroeï (ongeveer 11%) behaald kan worden door van alle zaadopstanden alleen de beste voor zaadwinning te bestemmen.

Een iets grotere winst in hoogtegroeï (14%) kan binnen enkele jaren worden behaald door het omzetten van nakomelingentoetsproeven in zaailingzaadgaarden.

Een nog grotere winst in hoogtegroeï (28%) kan één generatie later worden verkregen door de beste ouders op basis van nakomelingentoetsproeven te selecteren en hiermee een klonale zaadgaard op te zetten. Een toename van de groei met 28% komt er op neer dat de volumeproductie verdubbeld wordt. Deze laatste methode is van het begin af aan toegepast bij de keuze van geniteurs voor de Nederlandse zaadgaarden.

Op grond van de gegevens over jeugdgroei, schotaantasting en uitvalpercentages van de nakomelingschappen werd tenslotte door Squillace c.s. een lijst opgesteld van de 60 beste grovedennenseselecteerd uit de betreffende proeven. Deze selectie uit een uitgebreide collectie ouderbomen (meer dan 500) op grond van de eigenschappen van de nakomelingen was van groot belang voor een nadere

keuze van de te gebruiken klonen in de Nederlandse zaadgaarden.

#### 4 Huidige resultaten en verdere ontwikkelingen

In de nakomelingentoetsproef Loobos werden hoogten en diameters gemeten na een systematische dunning in 1973 en wederom gemeten in 1977. Sinds de meting van 1969, waarop Squillace c.s. hun conclusies baseerden zijn slechts kleine veranderingen opgetreden in de rangorde naar hoogtegroeï per blok.

Tabel 1 geeft de resultaten van de metingen in 1973 en 1977. De beste, middelmatige en slechtste nakomelingschappen van blok 2 zijn in volgorde van afnemende grootte gerangschikt. De nakomelingschappen, die aan de hand van de metingen van 1969 en de schotwaarnemingen van 1971 door Squillace c.s. als de beste zijn aangewezen zijn in de tabel voorzien van het symbool S.

Binnen de blokken bestaan duidelijk statistisch significante verschillen tussen de goede en slechtere

families. De hoogte van de vijf slechtste families van blok 2 varieerde van 3.11 tot 3.82 in 1977 en liep voor de beste families op tot 5.55 m. Er bestaat thans een verschil van ruim 2 m tussen de gemiddelde hoogten van de beste en slechtste families.

De bijgroei is voor de beste families beter dan voor de slechtste families zodat de verschillen tussen de veldjes jaarlijks groter worden.

Vergelijkt men in elk van de zes proeven de vijf beste nakomelingschappen met de vijf slechtste, dan waren de in totaal 30 beste op 15-jarige leeftijd, met een gemiddelde lengte van 5.66 m, 52% hoger dan de 30 slechtste met een gemiddelde lengte van 3.73 m. De gemiddelde diameter op borsthoogte van de 30 beste ligt met 91 mm, 30% hoger dan de slechtste nakomelingschappen in dit proefveld.

De invloed van vroegere zware schotaantasting in het proefveld Loobos is duidelijk zichtbaar in het veld aan mindere groeieresultaten en veel uitval in diverse veldjes. Wanneer we de waardering van de schotaantasting van 1971 vergelijken met de huidige hoogtemetingen dan blijkt dat de zwaar door schot

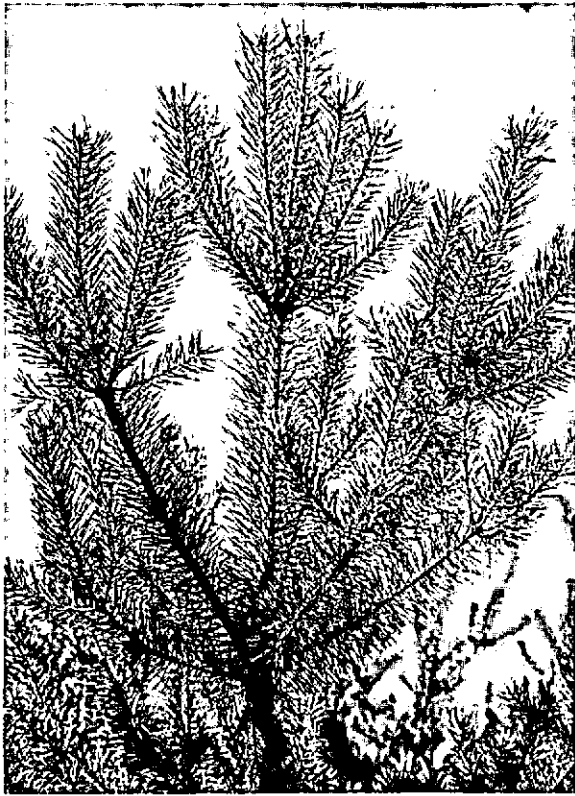
Tabel 1. Gemiddelde hoogte en diameter in 1973 en 1977 en de waardering van de schotaantasting in 1971 van de beste en slechtste nakomelingschappen in blok 2 en het algemene gemiddelde van de 30 beste en slechtste nakomelingschappen van het proefveld Loobos.

Table 1. Average height and diameter in 1973 and 1977 and the needle cast rating of 1971 of the best and worst families of lattice square no. 2 and the general average of the 30 best and 30 worst families of the Loobos progeny trial.

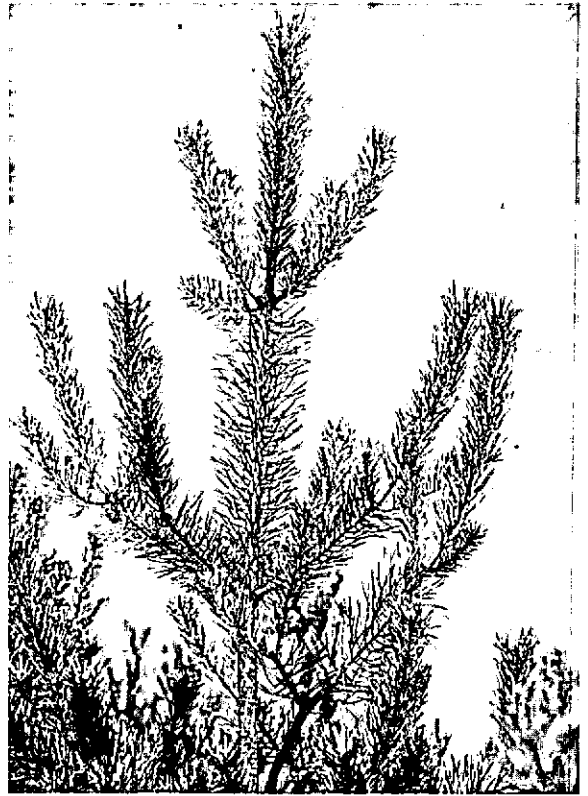
sel.nr.	sym-bool*	opstand en vaknr.	hoogte in m		bijgroei van	diameter	schot
			1973	1977	1974 t/m 1977	mm	aantasting
sel.nr.	symbol		height in m		growth from	diameter	needle
			1973	1977	1974 t/m 1977	mm	cast rating
						1971	
1194	S	Sprielderbos 122b	4.23	5.55	1.32	82	2.34
1238	S	Kooiberg 4c	3.95	5.50	1.55	84	2.73
1109		Nunspeet 9c	4.01	5.50	1.49	80	2.72
1198	S	Sprielderbos 121s	3.99	5.49	1.50	79	2.94
1150	S	Hoenderlo 19c	4.10	5.46	1.36	86	2.22
1208	S	Vierhouten 146	4.16	5.40	1.24	83	2.07
1286	S	Walfsveld 4f	3.91	5.34	1.43	76	2.97
1315		Ommen vak 56	2.93	3.83	0.90	59	4.49
1299		Ommen vak 15	2.94	3.82	1.12	61	4.40
1225		Bruggelen 22n	2.15	3.17	1.02	47	4.89
1304		Ommen 22	2.30	3.16	0.86	43	5.63
1288		Brandhouw 31	2.22	3.11	0.89	50	5.76
gemiddeld average				4.66		71	—
Alg. gem. v. d. 30 beste sel.nrs. total average of the 30 best sel.nrs.				5.66		91	—
Alg. gem. v. d. 30 slechtste sel.nrs. total average of the 30 worst sel.nrs.				3.73		60	—

\*S = Reeds geselecteerd door Squillace c.s.

\*S = Selected by Squillace c.s.



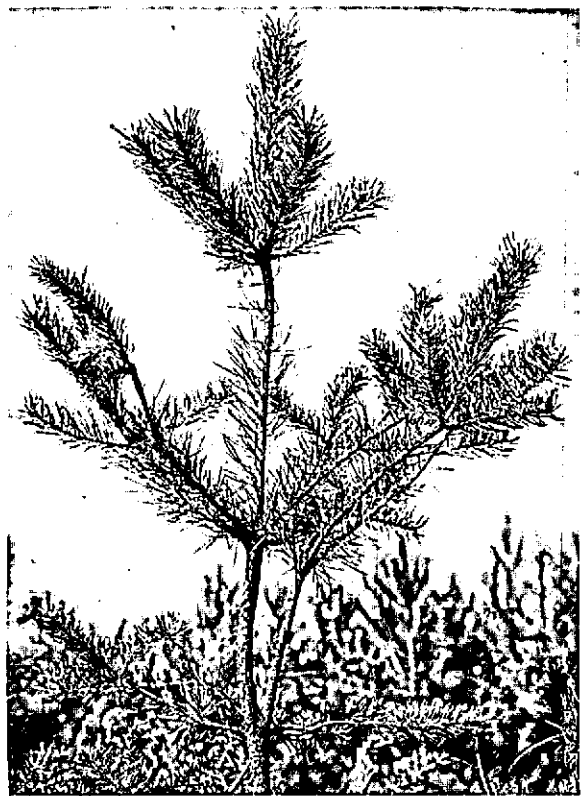
1



2



3



4



5



6



7

Schotaantasting in de nakomelingentoetsproeven van gro-  
veden: 1 (geen infectie) tot 7 (dood, in eerste instantie door  
schot).

*Needle cast damage in progeny tests of Scots pine: 1 (no  
infection) to 7 (heaviest infection, dead).*



aangetaste families sterk in groei zijn achtergebleven terwijl de minder vatbare families behoren tot de beste groeiers (tabel 1). Hieruit blijkt het belang van de door Squillace c.s. uitgevoerde selectie op resistentie tegen schotaantasting.

Enkele nakomelingschappen waarvan de hoogtegroei aanvankelijk matig was doch later is verbeterd en die tevens goed schotresistent zijn kunnen tot de beste gerekend worden zoals selectienummer 1109 (tabel 1). Het komt ook voor dat nakomelingschappen die indertijd door Squillace c.s. als de beste waren aangewezen wat betreft de hoogtegroei wat achterblijven. Toch kunnen ze dan nog steeds tot de goede families gerekend worden. De opgetreden verschuivingen binnen de proefvelden geven geen aanleiding tot ingrijpende wijzigingen in de keuze van de klonen die gebruikt worden voor de aanleg van de zaadgaarden.

Om de klonen uit de zaadgaard op hun waarde te toetsen als geniteur werden in 1967 een aantal gecontroleerde kruisingen uitgevoerd. Het hieruit verkregen zaad werd in 1970 uitgezaaid en later in twee proefvelden uitgeplant.

Op zevenjarige leeftijd na het tijdstip van zaaien varieerde de lengte in het ene proefveld van 1.56 tot 2.10 m met een gemiddelde van 1.81 m. De lengte in het andere proefveld varieerde op negenjarige leeftijd van 3.34 tot 3.89 m met een gemiddelde van 3.55 m. De verschillen zijn niet erg groot en ook statistisch niet significant. Het lijkt dan ook nog iets te vroeg om conclusies te trekken over de kwaliteit van de geniteurs.

Om na te gaan hoe de groei van de nakomelingschappen, ontstaan door open bestuiving uit de zaadgaard zich ontwikkelt, worden ze in vergelijkende proeven getoetst op groei en gezondheid.

Een aantal nakomelingschappen uit het oudste deel van de zaadgaard Grubbenvorst werden vergeleken met enkele bekende Nederlandse herkomsten. Het zaad werd geoogst en gezaaid in 1974. De groei van deze nakomelingen op vierjarige leeftijd is over het algemeen goed maar de verschillen zijn te gering om nu al een oordeel te kunnen vellen over de kwaliteit van het gebruikte zaad.

Aan de hand van dit soort toetsproeven met gecontroleerde kruisingen en zaad ontstaan door open bestuiving, zal in de loop der jaren de kwaliteit van het zaad uit de zaadgaarden en de geboekte winst ten opzichte van handelszaad vastgesteld kunnen worden.

## **5 De opzet en aanleg van zaadgaarden van groveden in Nederland**

Onder verantwoordelijkheid van het Staatsbosbeheer

zijn tot op heden twee klonale zaadgaarden van groveden aangelegd. Eén ervan ligt in de gemeente Grubbenvorst in Limburg, de andere in het Voorsterbos in de Noordoostpolder. Eigendom en beheer van de zaadgaarden berusten bij het Staatsbosbeheer. De wetenschappelijke begeleiding geschiedt door de afdeling Veredeling van naaldbomen van "De Dorschkamp".

Voordat met de opzet en aanleg van een zaadgaard kan worden begonnen, is het van groot belang om een goede plaats te zoeken. Een eerste vereiste is dat grondsoort en structuur van het terrein geschikt zijn voor de groei van de aan te planten soort.

De eerste zaadgaard van groveden in Nederland werd aangelegd op een oude aspergegrond in de gemeente Grubbenvorst. Het terrein bestaat uit zeer fijn, sterk lemig zand waarin een podzolprofiel is ontstaan. Deze humuspodzolgrond bleek over een aanzienlijke oppervlakte een sterk roestige en verkitte laag te vertonen die storend werkt op de wortelontwikkeling van de plant. Bij de aanleg van het eerste deel van de zaadgaard werd een gedeelte van het terrein gewoeld om deze laag te doorbreken.

De tweede zaadgaard werd aangelegd op matig fijn, kleiarm Urkzand in de boswachterij Voorsterbos. De bodemkwaliteit van deze zaadgaard is beter dan van die in Grubbenvorst.

Een volgend belangrijk punt is dat een zaadgaard zoveel mogelijk beschermt moet liggen tegen de wind om vroegtijdig afvallen van bloeiwijzen en kegels tot een minimum te beperken.

Aan de westzijde van de zaadgaard Grubbenvorst werd daarom, tegelijk met de aanleg van de eerste delen, een windscherm aangeplant van *Pinus contorta*. Deze bomen moesten echter na zeven jaar worden verwijderd omdat ze een infectiehaard van dennelot- en -knoprups (*Rhyacionia buoliana* en *Blastesthia turionella*) vormden. Er zijn nu jonge elzen voor in de plaats gezet maar die hebben de eerste jaren nog weinig beschermende invloed.

De zaadgaard in de boswachterij Voorsterbos ligt veel meer beschermt doordat binnen in een fijnsparopstand ruimte is vrijgemaakt voor de zaadtuin.

Een voordeel voor de zaadgaard Voorsterbos is tevens dat hier optimale omstandigheden aanwezig zijn wat betreft de geïsoleerde ligging ten opzichte van vreemd stofmeel van groveden. Bestuiving van de genetisch superieure vrouwelijke bloeiwijzen door kwalitatief minderwaardig stofmeel wordt daardoor zoveel mogelijk vermeden.

Zelfbestuiving is een ander gevaar. La Bastide (1967) heeft een computerprogramma ontwikkeld voor het opstellen van zaadgaardschema's die de kans op zelfbestuiving zo gering mogelijk maken en

de kans op kruisbestuiving voor alle combinaties zo gelijk mogelijk moet zijn. Dit komt er "technisch" op neer dat, geplant in driehoeksverband, iedere ent omgeven moet zijn door twee cirkels van enten van andere klonen en dat iedere combinatie van twee aangrenzende klonen niet meer dan éénmaal in een bepaalde richting voor mag komen (figuur 5). Het feit dat eenzelfde combinatie van klonen wel in een andere richting geoorloofd is, is gebaseerd op de aanname dat tijdens de relatief korte bloeiperiode de wind overwegend uit één bepaalde richting zal komen.

Men moet zich bij de aanblik van een zaadgaard van groveden geen boomgaard met prachtige, rechte bomen voorstellen. Integendeel, de enten groeien niet uit tot een volledige boom maar vertakken zich als een boomkroon die vlak boven de grond begint. Tengevolge van aantasting door dennelotrups, een overmaat van stikstof en de wijde stand wordt de vorm nogal slecht. De vaak slingerende groei en slappe takken van de enten zijn evenwel geen maatstaf voor de kwaliteit van het zaad dat ze produceren.

## 6 Onderhoud en beheer

In het algemeen kan worden opgemerkt dat het bij een zaadgaard gaat om duur plantmateriaal waarbij nogal eens ent-problemen optreden. Daarom moet er getracht worden met een zo gering mogelijk verlies aan enten de aangelegde delen tot een volwaardige zaadgaard op te leiden. Incidentele verliezen als gevolg van onvolkomen vergroeiing met de onderstam zijn niet te vermijden, maar verliezen als gevolg van licht-, vocht- en voedselconcurrentie en beschadigingen door wortelschimmels en insecten moeten praktisch geheel te vermijden zijn. Een belangrijke voorwaarde is, dat grassen en andere vegetatie zich niet onbelemmerd in de omgeving van de jonge ent ontwikkelen.

De volgende jaarlijks terugkerende werkzaamheden zijn in de jonge zaadgaard noodzakelijk: onkruidbestrijding op de plantspiegels, bemesting met mengmeststof (NPK), maaien tussen de rijen zolang de lage betakking dit niet onmogelijk maakt en een zekere controle op ziekten en plagen.

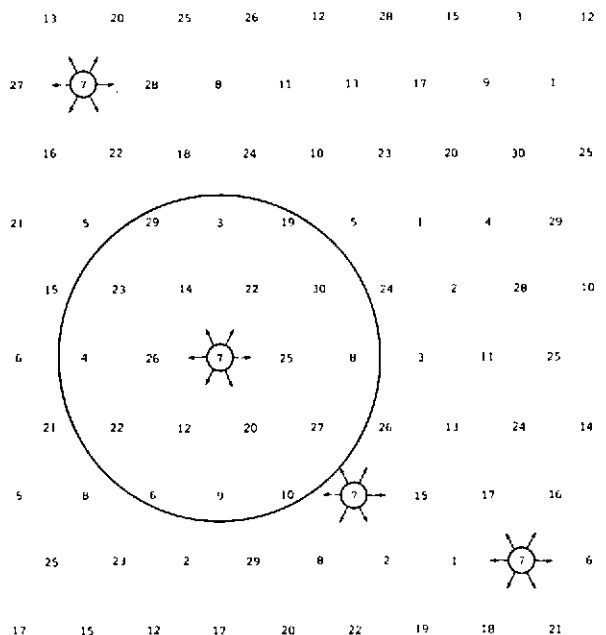
Wanneer de enten in de zaadgaard ouder worden, wordt een hoge zaadproduktie het belangrijkste doel van het beheer. Uit de literatuur is bekend dat vele technieken geprobeerd zijn om de zaadproduktie van zaadgaarden te verhogen: bemesting, irrigatie, wortelsnoei, ringen van de stam, het gebruik van groeiregulatoren enz. (Holmsgaard, 1972). Holmsgaard concludeert dat al deze maatregelen niet uni-

verseel toepasbaar zijn.

In de Nederlandse zaadgaarden van groveden zijn bemesting, onkruidbestrijding en de controle op ziekten en plagen de belangrijkste maatregelen om een zo gezond mogelijke opstand te krijgen met een zo groot mogelijke produktie.

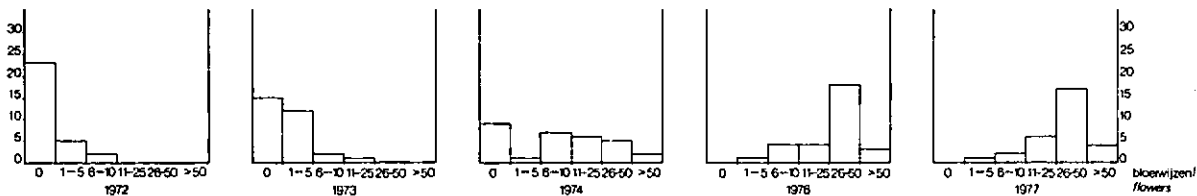
In het buitenland wordt intensief naar methoden gezocht om de zaad en kegelooft te kunnen mechaniseren (Kellison 1975). Ladders gemonteerd op een tractor en hoogwerkers worden ingezet om o.a. met behulp van grijp-gereedschap aan lange stokken de kegels te kunnen plukken. Oogsten door boomschudders is bij groveden niet mogelijk omdat de kegels bij schudden niet van de boom loslaten. Een andere in opkomst zijnde methode is het schudden van de bomen wanneer de kegels rijp zijn en dan de zaden rechtstreeks van de grond oogsten. Voor deze meer gevorderde methode is zware en dure apparatuur noodzakelijk die pas rendabel is wanneer zeer grote oppervlakten zaadgaard moeten worden geoogst.

In Nederland worden de kegels met de hand geplukt met behulp van aluminiumladders. Wanneer



Figuur 5. Deel van een schema voor de verdeling van de diverse klonen binnen een zaadgaard; ieder cijfer stelt een kloon voor. De kloon in het centrum komt noch in de eerste noch binnen de tweede "ring" van klonen opnieuw voor. Figure 5. Part of a scheme for the distribution of the different clones within a seed orchard. Each number represents a clone. The clone in the center does not reappear neither in the first nor in the second "ring" of surrounding clones.

aantal klonen/  
number of clones



Figuur 6. Toename van het aantal vrouwelijk bloeiende klonen en van het aantal vrouwelijke bloeiwijzen per kloon over de jaren in de blokken 6 en 7 van de zaadgaard Grubbenvorst. Aanleg 1968. Totaal 30 klonen.

Figure 6. Increase of the number of female flowering clones and of the number of female strobili per clone over the years in block 6 and 7 of the Grubbenvorst seed orchard. Establishment: 1968 with 30 clones.

de bomen te hoog dreigen te worden, worden ze getopt op 4 m hoogte om het plukken mogelijk te blijven maken.

## 7 Bloei en zaadproductie van de zaadgaarden

### 7.1 Variaties in bloei-, zaad- en kegeldracht

**7.1.1 De aanleg van bloeiwijzen** Het is bekend dat niet iedere groeven evenveel bloeiwijzen aanlegt. Van de gebruikte klonen was voor de aanleg van de zaadgaarden over mate van bloei niets bekend.

De kennis over het aandeel in de totale bloei van de diverse klonen is belangrijk. Een kloon die veel mannelijke bloeiwijzen produceert, heeft nl. een groot aandeel in de bestuiving van andere klonen en zal daardoor zijn genetische eigenschappen overdragen op een groot deel van het zaad. Wanneer deze kloon tevens veel vrouwelijke bloeiwijzen aanlegt dan zal ook hieruit zaad ontstaan met diezelfde genetische invloed.

Een kloon die weinig bloeiwijzen produceert, heeft relatief veel minder invloed op de eigenschappen van de totale hoeveelheid te oogsten zaad in de zaadgaard. In het ideale geval zou iedere kloon evenveel bloeiwijzen produceren en een gelijk aandeel in de genetische samenstelling van het te oogsten zaad innemen.

Om enig inzicht te krijgen in de verdeling van de bloei over de diverse klonen werden bloeiopnamen verricht in meerdere blokken van de zaadgaard Grubbenvorst en de zaadgaard Voorsterbos. Van iedere ent werd het aantal bloeiwijzen geschat en ingedeeld in groepen: 0; 0-5; 6-10; 11-25; 26-50 en > 50 bloeiwijzen per ent.

Uit deze gegevens werd voor de blokken 6 en 7 het gemiddelde aantal vrouwelijke bloeiwijzen per kloon bepaald in het 4e t/m 9e jaar na aanleg. Hieruit blijkt dat de bloei, in kwantitatieve zin sterk toeneemt in de loop der jaren. Tevens valt uit de bloeiwaarne-

mingen af te lezen dat de klonen niet allemaal in hetzelfde jaar beginnen met het aanleggen van bloeiwijzen en dat de toename in het aantal bloeiwijzen per kloon zeer verschillend is.

Na een aantal jaren zal de gemiddelde jaarlijkse hoeveelheid bloeiwijzen per ent stabiliseren rond een zekere waarde. Of een kloon in de gegeven omstandigheden gemiddeld veel of relatief weinig bloeiwijzen aanlegt is erfelijk bepaald, evenals interacties, dus de reactie op omgevingsfactoren (temperatuur, zon, grond etc.). De mate van bloei van de diverse klonen zal dan ook sterk uiteen blijven lopen.

Ten gevolge van de erfelijke verschillen zullen jaarlijkse verschillen in bloei bij de klonen optreden onder invloed van uitwendige omstandigheden. Het weer in de voorafgaande zomer speelt bijv. een belangrijke rol bij de aanleg van de bloeiwijzen. Binnen een kloon kunnen door de ligging binnen de zaadgaard nog verschillen in bloei optreden als gevolg van variaties in het microklimaat. Aan de zuidwestkant van de zaadgaard Grubbenvorst, die duidelijk onder invloed staat van weer en wind, worden door de jaren heen gemiddeld minder bloeiwijzen per ent aangetroffen dan in vergelijkbare delen aan de noordoostkant (figuur 7).

In de meer beschutte zaadgaard in het Voorsterbos treden deze bloeiverschillen tussen gelijkwaardige delen niet of nauwelijks op.

**7.1.2 De zaadvorming** Het ligt voor de hand dat de geproduceerde hoeveelheid kiemkrachtig zaad beïnvloed wordt door het aanwezige aantal bloeiwijzen. Daarnaast spelen ook andere factoren een rol. Wil een vrouwelijke bloeiwijze bevrucht kunnen worden dan moet ze in goede conditie zijn. Klimatologische (bijv. voorjaarsnachtvorst) en andere omstandigheden (o.a. insectenschade) kunnen de bloeiwijzen zodanig beschadigen dat bevruchting niet meer mogelijk is. Het is van groot belang dat de receptieve periode van de vrouwelijke bloeiwijze samenvalt met de pollenverspreiding door mannelijke bloeiwijzen.

Daarna moet de bestuiving nog tot een succesvolle bevruchting leiden wil de eicel uitgroeien tot levensvatbaar zaad. Genetische factoren van incompatibiliteit kunnen tot het afsterven van het embryo leiden waarna een loze zaadhuid wordt gevormd.

Hagman (1972) stelde vast dat het aantal vruchtbare eicellen in een bloeiwijze van *Pinus sylvestris* rond de 30 à 40 ligt. Het aantal hieruit gevormde loze zaadhuiden varieerde volgens hem van 22 tot 65%. Dit betekent dat hij 7 tot 26 zaden per kegel vond.

In de zaadgaard Grubbenvorst varieerde het gemiddelde aantal zaden per kegel in de periode van 1975 tot 1978 van 3 tot 21. Het gemiddelde voor alle klonen ligt rond de 11 zaden per kegel. Figuur 8 toont de jaarlijkse variaties van het gemiddelde aantal zaden per kegel van enkele klonen en van het gemiddelde voor alle klonen in het oudste deel van de zaadgaard Grubbenvorst. Het aantal zaden per kegel wisselt voor de meeste klonen sterk van jaar tot jaar. Maar over het geheel genomen neemt het aantal zaden per kegel geleidelijk toe.

**7.1.3 De kegeldracht** De kegels die na de bloei in het voorjaar worden gevormd, blijven de eerste zomer nog erg klein. Tijdens de tweede zomer groeien ze uit tot een volwaardige kegel. De zaadproductie is sterk afhankelijk van de mate van abortie van bloem-

knoppen en kegeltjes.

Een eerste analyse door Van Haaverbeke (1976) van een volsib kruisingsprogramma van groveden, begonnen in 1970, wees uit dat de gemiddelde overlevingskans van de jonge kegels varieerde van 36 tot 60%. Hij constateerde daarbij dat 76% van de totale variatie in overlevingskans van de kegels afhankelijk is van de vrouwelijke ouder. Dit betekent dat de ene kloon de jonge kegels minder makkelijk loslaat dan de ander.

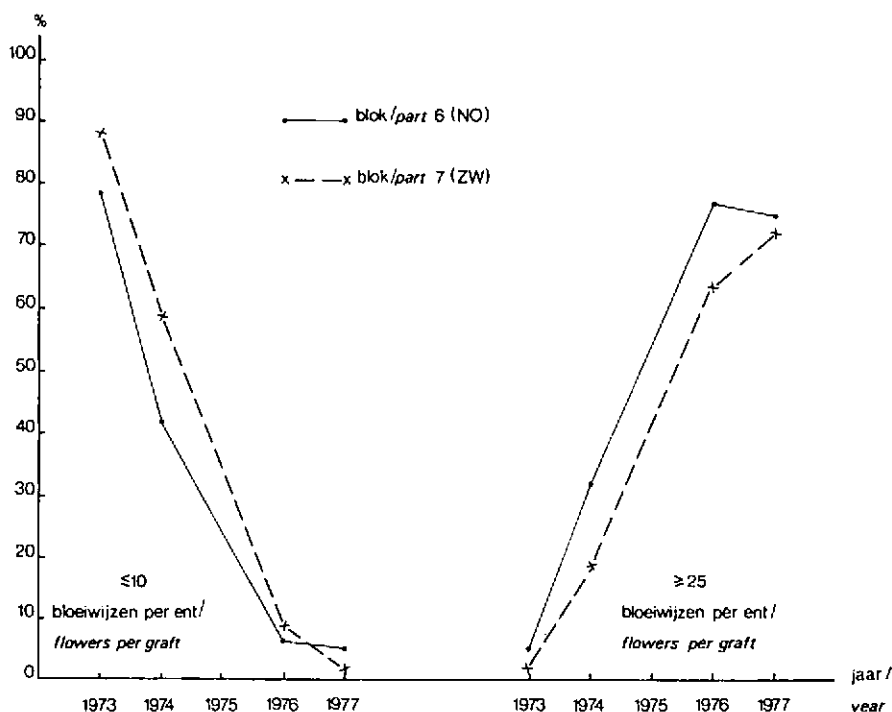
Ook Hagmann (1972) kwam tot de conclusie dat de overlevingskans van de kegels onder meer genetisch is bepaald. Maar hij stelde tevens dat afwezigheid van bestuiving of een minimale bestuiving reeds tijdens de eerste zomer tot het afvallen van de kegels kan leiden.

De eerder geconstateerde variatie in bloeiwijzen- en kegelaanleg en deze beide factoren die de vroegtijdige kegelval beïnvloeden, maken dat er tussen de klonen grote verschillen in kegeldracht bestaan. Ter illustratie is het gemiddelde aantal kegels per ent van de 15 klonen in het oudste blok van de zaadgaard Grubbenvorst weergegeven in figuur 9.

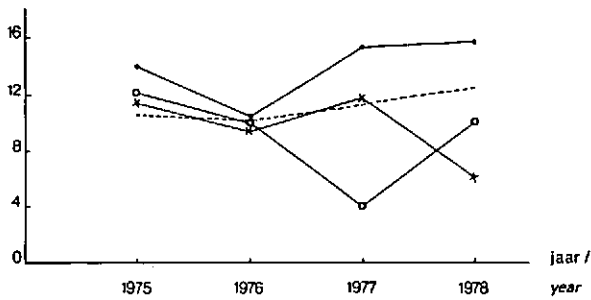
Daarnaast kunnen volgens Brown (1971) lage temperaturen en blootstaan aan wind het vroegtijdig afvallen van kegels beïnvloeden. Dit leidt, evenals bij de aanleg van bloeiwijzen tot jaarlijkse produktiever-

Figuur 7. Percentages van het aantal enten met gemiddeld minder dan 10 en van die met meer dan 25 bloeiwijzen per ent in blok 6 aan de NO-kant in een steekproef van 115 enten en in blok 7 aan de ZW-kant in een steekproef van 95 enten van de zaadgaard Grubbenvorst van 1973 tot 1977.

Figure 7. Percentages of the number of grafts with an average number of flowers per graft below 10 and of those with more than 25, based on a sample of 115 grafts in the NE part of block 6 and 95 grafts in the SW part of block 7 of the Grubbenvorst seed orchard, 1973-1977.



gemiddeld aantal zaden per kegel /  
average number of seeds per cone



— gemiddelde voor één kloon / average of one clone  
- - - - - gemiddelde voor alle klonen / average of all the clones

Figuur 8. Schommelingen van het jaarlijkse gemiddelde aantal zaden per kegel van enkele klonen en het gemiddelde voor alle klonen uit het oudste deel van de zaadgaard Grubbenvorst.

Figure 8. Fluctuation of the yearly average of the number of seeds per cone per clone and the total average for all clones both in the oldest part of the Grubbenvorst seed orchard.

schillen per kloon. Tevens zal onder invloed van de wind het bij de bloei geconstateerde verschil tussen de NW- en ZO-zijde van de zaadgaard Grubbenvorst nog worden geaccentueerd.

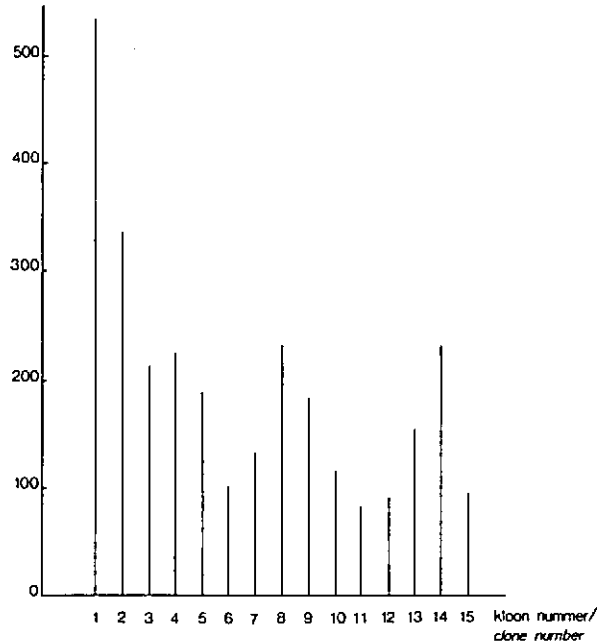
De laatste jaren vertoont de kegelproductie, evenals de bloei, een stijgende lijn. De toename van de kegelproductie van het oudste deel van de zaadgaard Grubbenvorst, uitgedrukt in het aantal klonen met gemiddeld meer of minder kegels per ent wordt aangetoond in figuur 10. Vanaf 1977, 12 jaar na aanleg, nemen alle klonen in dit deel van de zaadgaard in redelijke mate deel in de productie.

## 7.2 De produktie van grovedennezaad

**7.2.1 Produktieverschillen binnen de zaadgaarden** De zaadgaarden bestaan uit meerdere delen die in uiteenlopende jaren zijn aangelegd. De klonenkeuze voor elk van deze delen is niet geheel dezelfde. Ook de bodemeigenschappen en ligging kunnen anders zijn. Dit leidt tot duidelijke verschillen in bloei en zaadrecht binnen en tussen de zaadgaarden.

Om de bloei in de diverse delen van de zaadgaarden Grubbenvorst en Voorsterbos te kunnen vergelijken werd als criterium genomen het percentage enten dat redelijk aan de productie van vrouwelijke bloeiwijzen begint deel te nemen. Figuur 11 geeft het percentage enten met meer dan 25 vrouwelijke bloeiwijzen per ent in diverse blokken van de zaadgaarden in het vierde tot en met negende jaar na

aantal kegels per ent /  
number of cones per graft



Figuur 9. Gemiddelde aantal kegels per ent van de 15 klonen in het oudste deel van de zaadgaard Grubbenvorst in 1978.

Figure 9. Average number of cones per graft of 15 clones (30 grafts per clone) in the oldest part of the Grubbenvorst seed orchard in 1978.

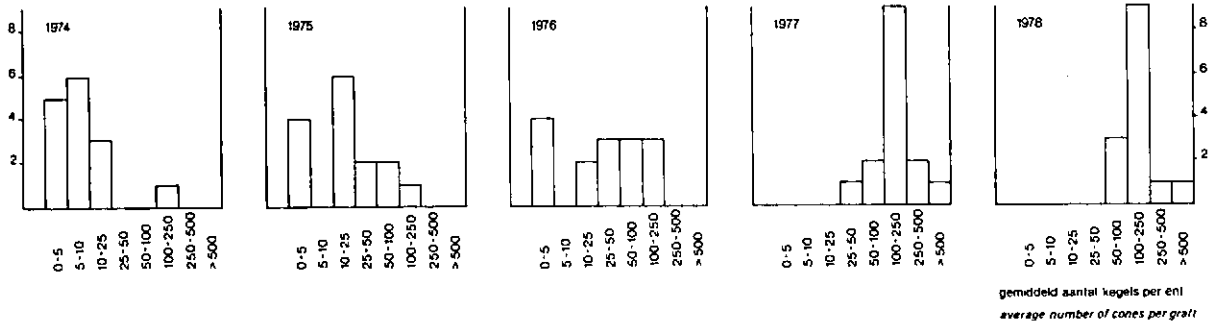
aanleg.

Ter vergelijking van de zaadopbrengst van de verschillende delen werd, voor zover bekend, de zaadproductie per ha van die delen in het 9e tot 13e jaar na aanleg weergegeven in figuur 12. De verschillen in bloei en zaadrecht van de diverse delen van de zaadgaarden komen in deze figuren duidelijk tot uitdrukking.

Opvallend is de differentiatie tussen de blokken 1 t/m 5 in het oudste deel van de zaadgaard Grubbenvorst. Deze blokken zijn met dezelfde klonen aangelegd. Toch vertoont de meest noordoostelijke blok, blok 1, een uitbundiger bloei in 1974 en een 70 à 100% hogere zaadproductie in 1977 en 1978, dan de blokken 2 t/m 5. Dit komt omdat blok 1 het meest beschut ligt. Zodra de elzenhaag langs de westzijde voldoende beschutting gaat bieden zal de zaadopbrengst in de blokken 2 t/m 5 waarschijnlijk relatief beter worden.

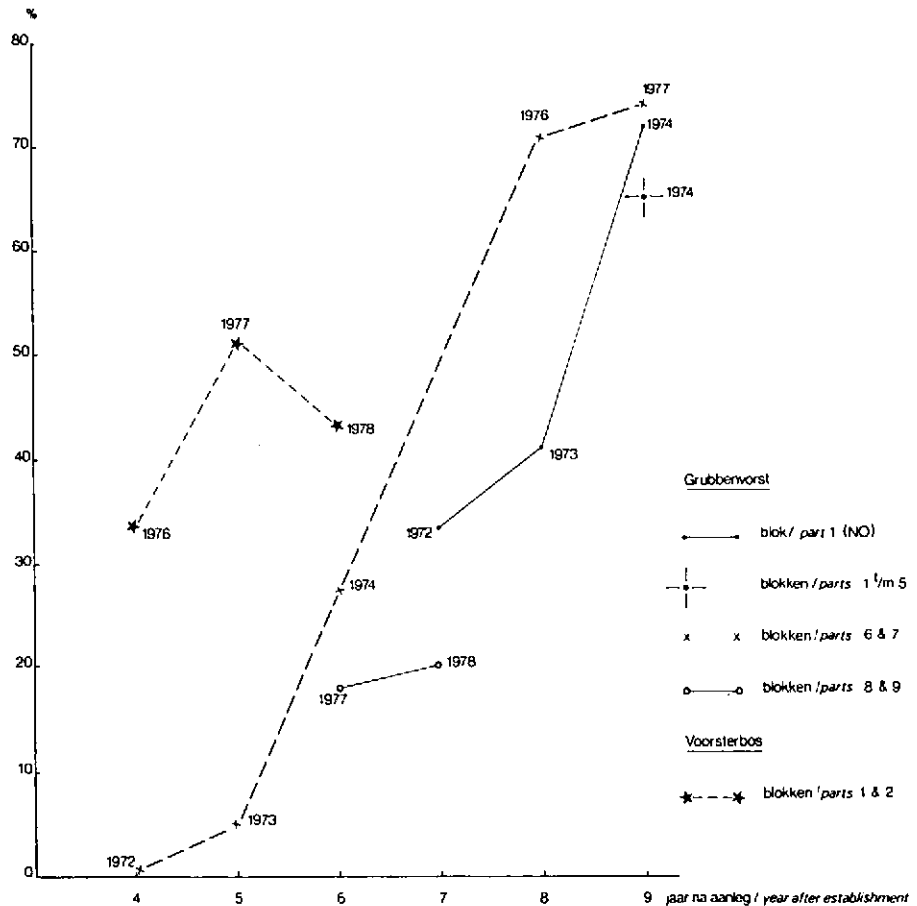
De blokken 6 en 7, die met ongeveer hetzelfde klonenmateriaal zijn aangelegd vertonen een betere bloei dan blok 1 in het 8e en 9e jaar na aanleg en een betere zaadproductie in het 9e en 10e jaar na aanleg. Deze blokken liggen beschut achter de andere blokken 1 t/m 5 die reeds in sluiting zijn en daardoor

aantal klonen  
number of clones



Figuur 10. Toename van de kegelproductie in de jaren 1974 t/m 1978 in blok 1 van de zaadgaard Grubbenvorst, aangelegd in 1965. Kegeloproduktie is uitgedrukt in aantal klonen per kegelproduktieklasse (aantal kegels per ent). Totaal 15 klonen, 10 enten per kloon.

Figure 10. Increase in cone production in the years 1974 through 1978 in block 1 of the Grubbenvorst seed orchard, established in 1965. Cone production is expressed in number of clones per production class (number of cones per graft). Total number of clones: 15; number of grafts per clone: 10.



Figuur 11. Percentage enten met meer dan 25 bloeiwijzen per ent in diverse delen van de zaadgaarden in het 4e t/m 9e jaar na aanleg.

Figure 11. Percentage of grafts with more than 25 flowers per graft in different parts of the seed orchard in the 4th to 9th year after establishment.

als windscherm fungeren. Het is goed mogelijk dat deze blokken over enkele jaren meer zullen gaan produceren dan thans in blok 1 wordt geoogst.

De blokken 8 en 9 blijven achter, zowel in bloei als in produktie. Dit kan grotendeels worden verklaard uit de mindere bodemeigenschappen in dit deel van de zaadgaard Grubbenvorst.

De bloeigegevens van de blokken 1 en 2 uit de zaadgaard Voorsterbos tonen daarentegen dat een geschikte bodem en een meer beschutte ligging jaren voorsprong geven in tijdstip van aanvang van de produktie van bloeiwijzen. Waarschijnlijk zal in de loop der jaren blijken dat deze gunstige omstandigheden tevens leiden tot een betere maximale bloei per ent waardoor de zaadproduktie in de zaadgaard Voorsterbos hoger komt te liggen dan in de zaadgaard Grubbenvorst.

**7.2.2 Huidige zaadproduktie en toekomstverwachting** Tot en met 1978 was alleen de zaadgaard Grubbenvorst in produktie. De zaadgaard Voorsterbos was nog te jong. De totale zaadoogst in de zaadgaard Grubbenvorst is sterk toegenomen van 0,17 kg in 1974 tot 15,5 kg in 1978. Steeds meer klonen namen in toenemende mate aan de produktie deel.

Het oudste deel van de zaadgaard begon op twaalfjarige leeftijd goed in produktie te komen. De blokken 1 t/m 5 die in 1965 werden aangelegd leverden in 1977 en 1978 resp. 9,9 en 8,9 kg zaad. Dit komt overeen met een zaadproduktie van 9,4 en 8,5 kg per ha.

In deze zelfde jaren lag de produktie van blok 1 op resp. 13,8 en 14,7 kg/ha. Nog beter was het produktiecijfer in een 14-15-jarige grovedennenzaadgaard in Finland in 1977 waar de zaadopbrengst 21,7 kg per ha bedroeg (Juhani Hahl 1979). Hierbij moet worden opgemerkt dat hier na passeren van de zaadeest, de kegels 1½-2 uur in water (35-40°C) werden gelegd waarna ze opnieuw werden geëest. De zaadoogst werd op die manier gemiddeld 21% verhoogd.

Uit een Zweeds zaadproduktie-overzicht (Ljunger 1978/79) blijkt dat de opbrengst van de zaadgaarden zeer variabel is. De zaadproduktie in Midden-Zweden varieerde, voorjaar 1978, van 0,2 tot 54 kg per ha, met een gemiddelde van 14 kg per ha. Maar de jonge zaadgaarden in Zweden, tot 15 jaar, produceerden maximaal 15 kg/ha.

De zaadproduktie van de blokken 1 t/m 5 zou eveneens nog kunnen toenemen, evenals de produktie van de hele zuidwestrand van de zaadgaard Grubbenvorst zodra deze meer beschermt komt te liggen.

Deze overwegingen leiden ertoe voor de maxi-

maal te verwachten zaadproduktie de produktie van blok 1 als maatstaf te nemen (zie figuur 12). De jaren 1977 en 1978 moeten beide tot de goede zaadjaren gerekend worden. Het is heel goed mogelijk dat de produktie in sommige jaren aanmerkelijk lager zal komen te liggen.

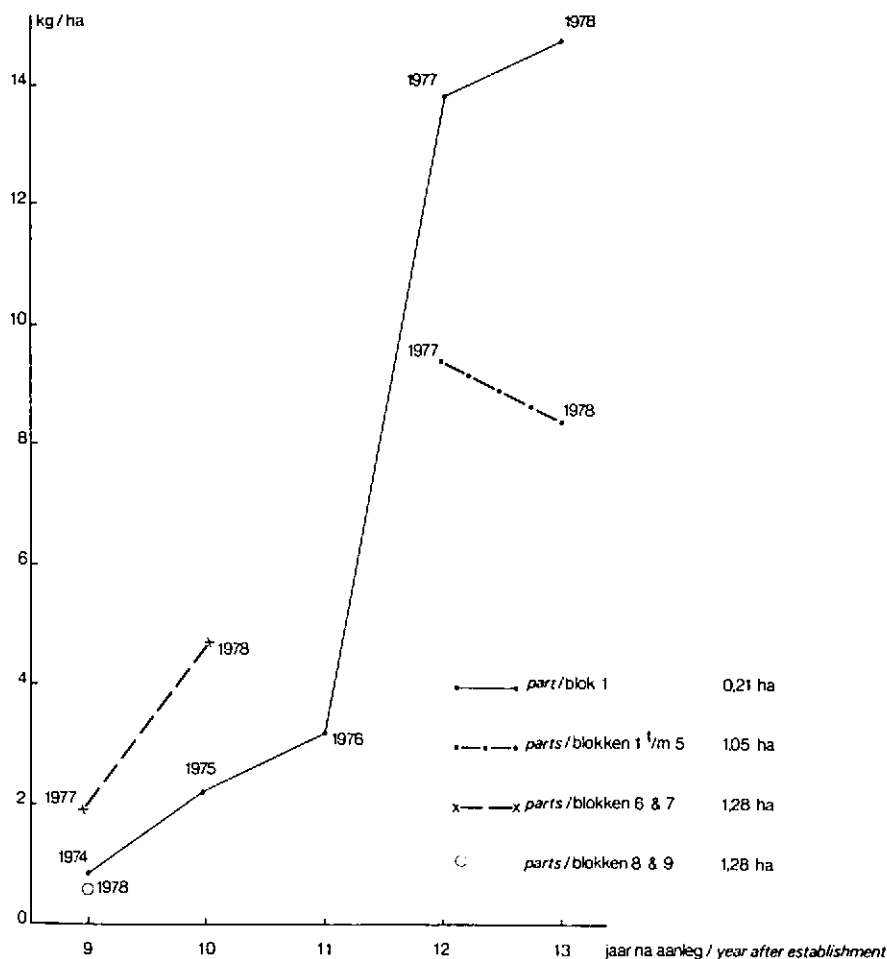
Gezien de zaadproduktiecijfers die in Zweden en Finland werden waargenomen is het best mogelijk dat in goede zaadjaren de zaadproduktie in de Nederlandse zaadgaarden nog tot boven de tot nu toe maximaal geregistreerde produktie zal stijgen. Voorlopig lijkt het redelijk de in de toekomst te verwachten produktie te schatten op 10-14 kg grovedennezaad per ha per jaar.

De totale oppervlakte van de grovedennezaadgaarden Grubbenvorst en Voorsterbos bedraagt 9,65 ha. De laatste delen hiervan werden aangelegd in 1977. Het valt te verwachten dat ongeveer 12 jaar na deze datum de gehele zaadgaard-oppervlakte in produktie zal zijn. De zaadgaarden zouden wanneer alle delen in produktie zijn en blijven omstreeks 1989 rond de 100-150 kg zaad per jaar kunnen gaan produceren.

Hierbij moet echter worden opgemerkt dat in de zaadgaarden, evenals in een produktiebos, gestreefd moet worden naar een evenwichtige leeftijdsopbouw. De zaadgaarden zullen bij gedeelten regelmatig moeten worden verjongd. Dit is te meer noodzakelijk omdat er sprake is van kwaliteitsverschil tussen de diverse delen van de zaadgaarden. Minder goed producerende delen, zowel kwantitatief als kwalitatief moeten vervangen worden door andere klonen waarvan inmiddels bekend is, of tegen die tijd bekend kan zijn, dat ze een betere bloei en zaaddracht vertonen en genetisch hoogwaardig materiaal leveren.

De kwaliteit van het toekomstige grovedennenbos in Nederland zal vooral bepaald worden door de mate waarin zaad uit de zaadgaarden verkrijgbaar is. Het is een duidelijke zaak dat de import van slecht aangepast buitenlands zaad slechts verhinderd kan worden indien de zaadgaarden voldoende produceren om behalve Staatsbosbeheer, ook particulieren van zaad en plantsoen te voorzien.

Een schatting van de jaarlijkse behoefte aan grovedennezaad door Van de Hoef in 1976 wees uit dat er jaarlijks in Nederland 80 kg zaad nodig zou zijn. Het ligt dus voor de hand te veronderstellen dat over een tiental jaren de zaadproduktie der zaadgaarden aan de vraag zal kunnen voldoen.



Figuur 12. Zaadproductie (kg/ha) in diverse delen van de zaadgaard Grubbenvorst in het 9e t/m 13e jaar na aanleg.  
 Figure 12. Seed production (kg/ha) in different parts of the Grubbenvorst seed orchard in the 9th to 13th year after establishment.

## Literatuur

- Bastide, J. G. A. 1967. A computer program for the layouts of seed orchards. *Euphytica* 16 (3): 321-323.
- Brown, I. R. 1971. Flowering and seed production in grafted clones of Scots pine. *Silvae genetica* 20 (4): 121-132.
- Haaverbeke, D. F. van. 1976. Interprovenance breeding in Scots pine. *Central States Forestry Tree Improvement Conference Proceedings* 10: 171-183.
- Hagmann, M. 1972. On some factors influencing the yield from seed orchards of *Pinus sylvestris* L. and their interclonal and intracolonial variation. *Forest Tree Improvement. Arboretet Hørsholm* 4: 67-84.
- Hahl, J. 1979. Seed crop in a 14-15 year old Scots pine seed orchard in 1977. The foundation for Forest Tree Breeding in Finland. *Information* 1.
- Heybroek, H. M. 1974. The development of forest tree breeding in the Netherlands. In: *Forest Tree Breeding in the world* (R. Toda ed.): 30-39; Overdruk Bosbouwproefstation, Wageningen, nr. 17.
- Holmsgaard, E. 1972. Relations between climate and flowering, seed production and growth. *Forest Tree Improvement. Arboretet Hørsholm* 4: 53-66.
- Jansen, E. C., en J. S. van Broekhuizen. 1952. Selection of Scots pine. *Nederlands Bosbouw Tijdschrift* 24 (11): 289-303.
- Kellison, R. C. 1975. Cone and seed harvesting from seed orchards. In: *Seed orchards* (R. Faulkner ed.). *Forestry Commission Bulletin* nr. 54: 101-106.
- Kriek, W., en G. Bikker. 1973. Duitse en Nederlandse herkomsten van groveden in Nederland. *Nederlands Bosbouw Tijdschrift* 45 (4): 154-161; Mededeling Bosbouwproefstation, Wageningen, nr. 131.
- Ljunger, Å. 1979. Skogsfröplantagernas avkastning skördeåret 1877-78. *Inst. för Skogsförbättring, Stockholm. Information* 2, 1978/79.
- Soest, J. van. 1952. Provenance research on Scots pine. *Pinus sylvestris* L. in the Netherlands. *Uitvoerig Verslag Bosbouwproefstation TNO, Wageningen* 1: 1-49.
- Squillace, A. E., J. G. A. la Bastide and C. L. H. van Vredenburg. 1972. Breeding of superior Scots pine in the Netherlands. *Intern Rapport "De Dorschkamp"*, Wageningen, nr. 10.
- Squillace, A. E., J. G. A. la Bastide and C. L. H. van Vredenburg. 1975. Genetic variation and breeding of Scots pine in the Netherlands. *Forest Science* 41 (4): 341-352; Mededeling Bosbouwproefstation, Wageningen, nr. 155.
- Wolterson, J. F. 1972. Veredelingsaspecten van *Pinus sylvestris* L. in Nederland. *Nederlands Bosbouw Tijdschrift* 44 (3): 68-77.
- Wolterson, J. F. 1973. De groveden, een inheemse boom. *Nederlands Bosbouw Tijdschrift* 45 (9): 261-267.