

## Stamtaldichtheid en ontwikkeling van jonge Pinus opstanden \* Stand density and development of young pine stands

P. J. Faber  
Bosbouwproefstation, Wageningen

### 1 Inleiding en probleemstelling

De voortdurende stijging van de urenlonen gedurende de laatste vijftien jaren heeft ook in de bosbouw ten gevolge gehad, dat getracht is de loonkosten in de bedrijven binnen aanvaardbare proporties te houden. Door rationalisatie en mechanisering van de werkzaamheden in het bos zijn in dit opzicht resultaten geboekt, en gesteld kan worden dat deze ontwikkeling nog niet ten einde is. (4, 8, 9, 11, 13, 20, 22, 23, 32)

De directe economische doelmatigheid van verschillende arbeidsprocessen kan in vergelijkende proeven op korte termijn worden overzien; het bestuderen echter van de gevolgen voor de verdere ontwikkeling van het bos is een zaak, die veel meer tijd in beslag neemt. Toch is kennis hieromtrent onontbeerlijk, indien men op verantwoorde wijze zijn bossen wenst te behandelen. Toen dan ook nieuwe methoden wat betreft bosaanleg en verzorging werden ontworpen, kwam de vraag naar voren in hoeverre de ontwikkeling van de aldus behandelde bossen zou kunnen gaan afwijken van het klassieke patroon en met welke nieuwe factoren men hierbij rekening moest gaan houden.

Het probleem was hiermee in zijn algemeenheid geformuleerd en het plantafstands- en zuiveringsonderzoek werd gestart met het doel hieraan iets te doen. Doordat het echter aan een nauwkeuriger probleemstelling ontbrak, geschiedde dit aanvankelijk vrij ongericht. Voor het verkrijgen van een aangrijpingspunt voor het onderzoek moest dan ook eerst een aantal elementaire begrippen duidelijker worden onderscheiden.

Gesteld kan worden dat er bij een gegeven niveau van arbeidslonen en houtprijzen een logische samenhang bestaat tussen de methode van bosaanleg en de aard van de erop volgende dunningen, indien men eventuele speciale maatregelen samenhangend met eigenschappen van de groeiplaats buiten beschouwing laat. (2, 7, 18, 31) De in alle opzichten meest gunstige gang van zaken zou men de econo-

mische stamtaldichtheidsregeling kunnen noemen. Hoewel de exacte bepaling hiervan een gecompliceerd optimaliseringsprobleem is, kan aangenomen worden dat ook voorheen elke goede bosbeheerder steeds getracht heeft zo economisch mogelijk te werken.

Door uiteenlopende persoonlijke ervaringen en door lokale en tijdelijke verschillen in houtprijzen en arbeidslonen was de gedragslijn natuurlijk niet altijd en overal dezelfde. Ook zal een ongefundeerd traditionalisme in zekere mate een rol gespeeld hebben. De gevolgde methoden en argumenten zijn helaas zeer zelden exact vastgelegd, zodat achteraf het klassieke ontwikkelingspatroon niet meer scherp kan worden omschreven.

Voor Pinus soorten kan gesteld worden, dat het uitgangsstamtal meestal hoog is geweest, dat is meer dan 10.000 per ha; terwijl met de dunningen in een laat stadium werd begonnen, waarna een relatief dichte stand lange tijd gehandhaafd bleef. In het algemeen werd een selectieve laagdunning toegepast, hoewel in jonge opstanden soms zogenaamde voorgroeiers werden weggenomen. Indien dit op economische gronden op korte termijn voordelig leek, zullen vooral in oudere opstanden bij dunningen ook wel eens mooie, goed groeiende bomen verwijderd zijn. De omvang, die dergelijke behandelingen gehad hebben, laat zich slechts raden. Het streven naar een vroege sluiting en het lange tijd handhaven van een dichte stand kunnen beschouwd worden als de belangrijkste kenmerken van de vroegere gedragslijn.

Toen bij stagnerende houtprijzen de arbeidslonen bleven stijgen kwam men met deze min of meer uitgebalanceerde bosaanleg- en dunningsmethoden geleidelijk aan in moeilijkheden. De noodzaak diende zich aan doelbewust te gaan zoeken naar een stamtaldichtheidsregeling, die aangepast was aan de veranderde omstandigheden. Hierbij moest enerzijds worden gezocht naar een oplossing van de bestaande problemen, namelijk de te dichte cultures, waarin niet tijdig was gedund. Anderzijds moest voor de nieuw aan te leggen beplantingen een schema worden ontworpen, waarbij in een zo vroeg mogelijk stadium rekening met de nieuw ontstane situatie kon worden gehouden.

Verschijnt tevens als Mededeling nr. 118 van het Bosbouwproefstation.

Foto's: Bosbouwproefstation. Abstract p. 103.



Oprname van C205, voorjaar 1967.

Picture of C205, spring 1967;

$h_{dom} = 6,40$  m;  $N = 36000/ha$ ;  $G = 36,0$  m<sup>3</sup>/ha;  $V = 125$  m<sup>3</sup>/ha.

Het probleem kan nu in zijn totaliteit als volgt worden geformuleerd: Wat is de relatie tussen de bosaanlegmethode en het tijdstip en de intensiteit van de vóór-commerciële dunningen, indien wordt gestreefd naar minimale kosten, terwijl de slaging, het voortbestaan en de kwaliteit van de cultuur niet in onverantwoorde mate in gevaar worden gebracht. Hierbij kunnen de volgende aspecten worden onderscheiden:

- a Bij welke bosaanlegmethode zijn de totale kosten, inclusief grondbewerking en onkruidbestrijding, mede gezien de eigenschappen van de groeiplaats, zo laag mogelijk (zaaien, zaaddichtheid en kwaliteit, of planten, plantdichtheid en kwaliteit).
- b Welke invloed heeft de bosaanlegmethode op de kosten van de bosverzorging: inboeten, onkruid bestrijden en zuiveren; en bij welke methode zijn de gezamenlijke kosten minimaal.
- c Indien aldus bij de laagste kosten de slaging en het voortbestaan van de cultuur is veilig gesteld, in hoeverre is dit dan met de kwaliteitseis het geval; of wat is het verwachtbare concrete resultaat van een bepaald behandelingsschema op lange termijn, indien geen abnormale ziekten of beschadigingen optreden.

\*) Landelijk gezien was het probleem bij de groveden veel groter, maar hieraan kon niet tegelijkertijd aandacht worden geschonken.

Samenvattend kan gesteld worden dat het doel van het onderzoek was het vinden van de meest efficiënte weg om te komen van een hoeveelheid zaad tot een gezond en produktief bos op het moment dat de dunningen commercieel beginnen te worden.

Het gestelde probleem is zeer omvangrijk en ligt op het werkterrein van verschillende afdelingen van het Bosbouwproefstation die zich ieder met bepaalde facetten bezig houden; zoals a Afdeling Teelt van naaldbomen: bosaanleg door middel van bezaaiing of beplanting in verband met de eigenschappen van de groeiplaats; het kweken, behandelen en slagen van plantsoen en het onderzoek naar de slagingskans van plantsoen van uiteenlopende kwaliteit, en de toepassing van onkruidbestrijdingsmethoden. b Afdeling Bosarbeid en Techniek: de rationalisering en mechanisering van de bezaaiings-, beplantings- en dunningswerkzaamheden; het berekenen en vergelijken van arbeids- en machinekosten bij toepassing van diverse alternatieven. c Afdeling Groei- en Opbrengstonderzoek: de bestudering van de invloed van de stamtaldichtheid op de groei en het zoeken naar de meest gunstige stamtaldichtheidsregeling in verband met de bestaanszekerheid en de kwaliteit van de cultuur op langere termijn.

Hoewel het de bedoeling is in dit artikel speciaal in te gaan op het laatstgenoemde onderzoek, zal getracht worden de onderzoekingen van de andere afdelingen in hun verband ter sprake te brengen, opdat alle facetten zo veel mogelijk in hun onderlinge samenhang belicht kunnen worden.

## 2 Methode van onderzoek

De stamtaldichtheid van een opstand is een enigszins moeilijk begrip, omdat het geen statisch gegeven is, maar een toestand waarin het bos zich op een zeker moment bevindt. Deze verandert voortdurend door de groei en de onderlinge competitie van de bomen en door uitwendige invloeden. Voor de bestudering van de invloed van de stamtaldichtheid op de groei is een aantal proefvelden uitgezet, waarbinnen de dichtheid op verschillende wijze werd geregeld. De proefopzet is meestal een gewarde blokkenproef met een aantal herhalingen, een overzicht van de toegepaste behandelingen is gegeven in tabel 1. Zoals uit deze tabel blijkt, heeft het onderzoek zich nagenoeg geheel geconcentreerd op de Corsicaanse den, de enkele proefvelden van groveden en Oostenrijkse den zijn van weinig betekenis en als zodanig niet vermeld. Dat juist de Corsicaanse den voor het onderzoek is uitgekozen kan als volgt worden toegelicht:

- a In de praktijk vormde de dunning van dichte jonge opstanden van deze houtsoort, speciaal in Noord-Brabant een groot probleem; \*)

Label 1 Overzicht van in proefvelden toegepaste dunningsmethoden (jonge opstanden van Corsicaanse den).

Table 1 Outline of the thinning methods applied in the experimental fields: Number of stems per ha before and after thinning at different phases of development of the dominant height ( $h_{dom}$ ).

dom (m)	stamtal/ ha v.dng.	stamtal per ha na dunning									
		10000	9000	8000	7000	6000	5000	4000	3000	2000	
30	bezaaiing								3300	Maarh.	
10	bezaaiing								3300	Bergen	
10	bezaaiing								3300	Maarh.	
75	bezaaiing	11000	Esbeek			6600	Esbeek	4900	Esbeek		
	bezaaiing	10000	Esbeek					5000	Venr. 2		
	bezaaiing	10000	Someren								Venr. 2
30	bezaaiing								3300	Maarsh.	
90	bezaaiing	10000	Groesb.					5000	Groesb.		
30	bezaaiing								3300	Bergen	
90	9000										2500 Lottum
	6400										2500 Lottum
	5300										2400 Lottum
	4400										2500 Lottum
00	bezaaiing								3300	Bergen	
10	10000										2500 Lottum
30	bezaaiing							5000	Deurne	3300	Deurne 2500 Deurne
50	bezaaiing							5000	Son	3300	Son 2500 Son
30	bezaaiing							5000	Venr. 1	3300	Venr. 1 2500 Venr. 1
50	10000										2600 Someren
00	11000										
00	10000								5300	Ede	
00	11000			8200	Ede			6200	Ede		
00	10000										
00	6400								5000	Dorst	
00	5300										
00	8200								5800	Ede	
00	6100										
00	6200									3800	Dorst
										4300	Ede
00	bezaaiing		9400	Esbeek							
00	4000										
00	5000									3000	Dorst
00	3300									3900	Dorst
00	5800										2200 Ede
00	6600										
00	6200										
00	4900								4900	Dorst	
00	4300										2500 Esbeek
00	5900									3400	Ede
00	5600									3000	Oostereng
										3700	Oostereng
00	3000										1900 Dorst
00	3900										
00	5000									3000	Dorst
										4100	Dorst

Esbeek C 201 t/m C 212	(5 behandelingen bij 2 herhalingen)	Son C 664	(3 behandelingen bij 8 herhalingen)
Someren C 213	(3 behandelingen bij 2 herhalingen)	Venray 2 C 688	(3 behandelingen bij 10 herhalingen)
Esbeek C 220	(3 behandelingen bij 9 herhalingen)	Ede C 336	(3 behandelingen bij 2 herhalingen)
Bergen C 247	(3 behandelingen bij 8 herhalingen)	Dorst C 342	(3 behandelingen bij 4 herhalingen)
Marheezee C 250	(3 behandelingen bij 10 herhalingen)	Oostereng C 357	(2 behandelingen bij 7 herhalingen)
Deurne 1 C 601	(3 behandelingen bij 12 herhalingen)	Lottum C 402	(5 behandelingen bij 2 herhalingen)
Deurne C 631	(3 behandelingen bij 11 herhalingen)		

b Als aanvulling op het reeds ver gevorderde opbrengstonderzoek van deze houtsoort sloot het direct op het lopende onderzoek aan;

c Door zijn betrekkelijke homogeniteit en regelmatige groei was het vinden van geschikte objecten voor het onderzoek niet moeilijk;

d Aangenomen werd, dat uit het onderzoek van de Corsicaanse den ook ten aanzien van de behandeling van andere Pinus soorten, zoals bijvoorbeeld de groveden, belangrijke gevolgtrekkingen zouden kunnen worden gemaakt.

De meeste proefvelden zijn aangelegd in bestaande opstanden: de zogenaamde zuiverings- en dunningsproefvelden. Om de ontwikkeling vanaf het eerste begin te kunnen volgen werden soms cultures speciaal voor het onderzoek aangelegd: de zogenaamde plantafstandsproefvelden. Deze laatste zijn in tabel 1 niet vermeld. Bij de regeling van de stamtaldichtheid kunnen de volgende aspecten worden onderscheiden: (3)

a De zaaidichtheid of plantdichtheid;

b Het ontwikkelingsstadium waarin wordt gedund, dat het eenvoudigst gekenmerkt kan worden door de grootte van de opperhoogte (zie tabel 1);

c De intensiteit van de dunning, dat is het percentage van het grondvlak of volume dat wordt verwijderd;

d De selectiekriteria, die tijdens de dunning worden gehanteerd, zoals te noemen zijn: hoog- of laagdunning, boomklassendunning of systematische dunning;

e De frequentie van de dunning, dat is het tijdsinterval dat verstrijkt tussen de opeenvolgende ingrepen.

Een bepaalde keuze wat betreft de combinatie van deze vijf aspecten, die uiteraard niet onderling onafhankelijk gezien kunnen worden, resulteert in een schema voor de regeling van de stamtaldichtheid van de opstand, dat ook wel het dunningsregime wordt genoemd.

Het effect dat het dunningsregime heeft op de groei, ontwikkeling en opbrengst van het bos kan op verschillende manieren tot uiting komen en is niet altijd even eenvoudig te meten. Wel is dat het geval met de invloed op de hoogte- en diktegroei van de bomen, moeilijker is reeds het schatten van de beïnvloeding van de kwaliteit van de bomen, de regelmatigheid van de opstand en de waarde van het produkt. Het moeilijkst is het effect na te gaan op de bestaanszekerheid van de opstand, omdat hierbij de grootte van een risico-element in het gedrag is, die bepaald wordt door wisselende weersomstandigheden en bepaalde eigenschappen van de groeiplaats.

Toch is een uitspraak betreffende de kwaliteit van de opstand en de bestaanszekerheid bij een bepaald dunningsregime van het grootste belang, eigenlijk is het zelfs de essentie van het stamtaldichtheids-

onderzoek van jonge opstanden. Het is namelijk zo, dat gezien vanuit het standpunt van doelmatigheid en economie op korte termijn een aantal zaken wat dit betreft direct zeer duidelijk zijn: (8)

a Een dunning kost per ha het minste, als deze in een zo vroeg mogelijk stadium wordt uitgevoerd,

b Het uitvoeren van één sterke dunning is goedkoper dan een serie opeenvolgende ingrepen met hetzelfde gezamenlijke resultaat,

c Het dunnen van een wijde beplanting kost minder dan dat van een dichte beplanting of bezaaiing,

d Een systematische rijdunning is goedkoper dan een selectieve ingreep van dezelfde intensiteit, vooral indien grote mechanische hulpmiddelen kunnen worden gebruikt,

e De houtopbrengst van dunningen zal slechts rendabel te oogsten zijn, indien de bomen bepaalde minimum afmetingen bereikt hebben.

Deze economische premissen hebben het stamtaldichtheidsonderzoek een bepaalde richting gegeven wat betreft de keuze van de in de proefvelden te vergelijken dunningsregimes. Hierbij was voornamelijk van belang te weten te komen waar de grenzen liggen van het praktisch toelaatbare en mogelijke wat betreft tijdstip en intensiteit van de dunningen en de mate van selectiviteit.

Het stamtal per ha, waarbij een commerciële dunning kan worden verwacht, moet namelijk zo vroeg mogelijk en met zo weinig mogelijk kosten worden bereikt, waarbij gelet moet worden op eventuele aantasting van de bestaanszekerheid en de kwaliteit van de opstand.

Zo zijn in bezaaiingen de stamtallen in de verschillende behandelingen selectief of gedeeltelijk selectief en systematisch teruggebracht tot 10.000, 5.000, 3.300 en 2.500 per ha, uitgevoerd in verschillende ontwikkelingsstadia (tabel 1). In andere proefvelden daarentegen is het tijdstip van dunning gevarieerd, waarbij in alle behandelingen het stamtal werd teruggebracht tot hetzelfde aantal van 3.300 per ha.

In enkele proefvelden is het grondvlak per ha na dunning als criterium gehanteerd voor de stamtaldichtheid bij de verschillende behandelingen; terwijl ook proefvelden zijn opgezet waarin combinaties van dunningsintensiteit en frequentie worden vergeleken.

De vraag of het zogenaamde commerciële stamtal niet direct als plantdichtheid kan worden toegepast, teneinde vóór-commerciële dunningen geheel te vermijden, heeft bij deze proefnemingen uiteraard ook een grote rol gespeeld. De in de proefvelden uitgevoerde waarnemingen bestonden uit het nauwkeurig registreren van de hoogte- en diktegroei in de verschillende behandelingen, terwijl tevens het vóórkomen van slecht gevormde exemplaren en uitvallers bij de beoordeling werden betrokken. Eventueel optredende schade ten gevolge van bijzondere

weersomstandigheden (storm, sneeuw of ijzel) of andere factoren (onkruidgroei, opschietend loofhout of wild) werd eveneens genoteerd.

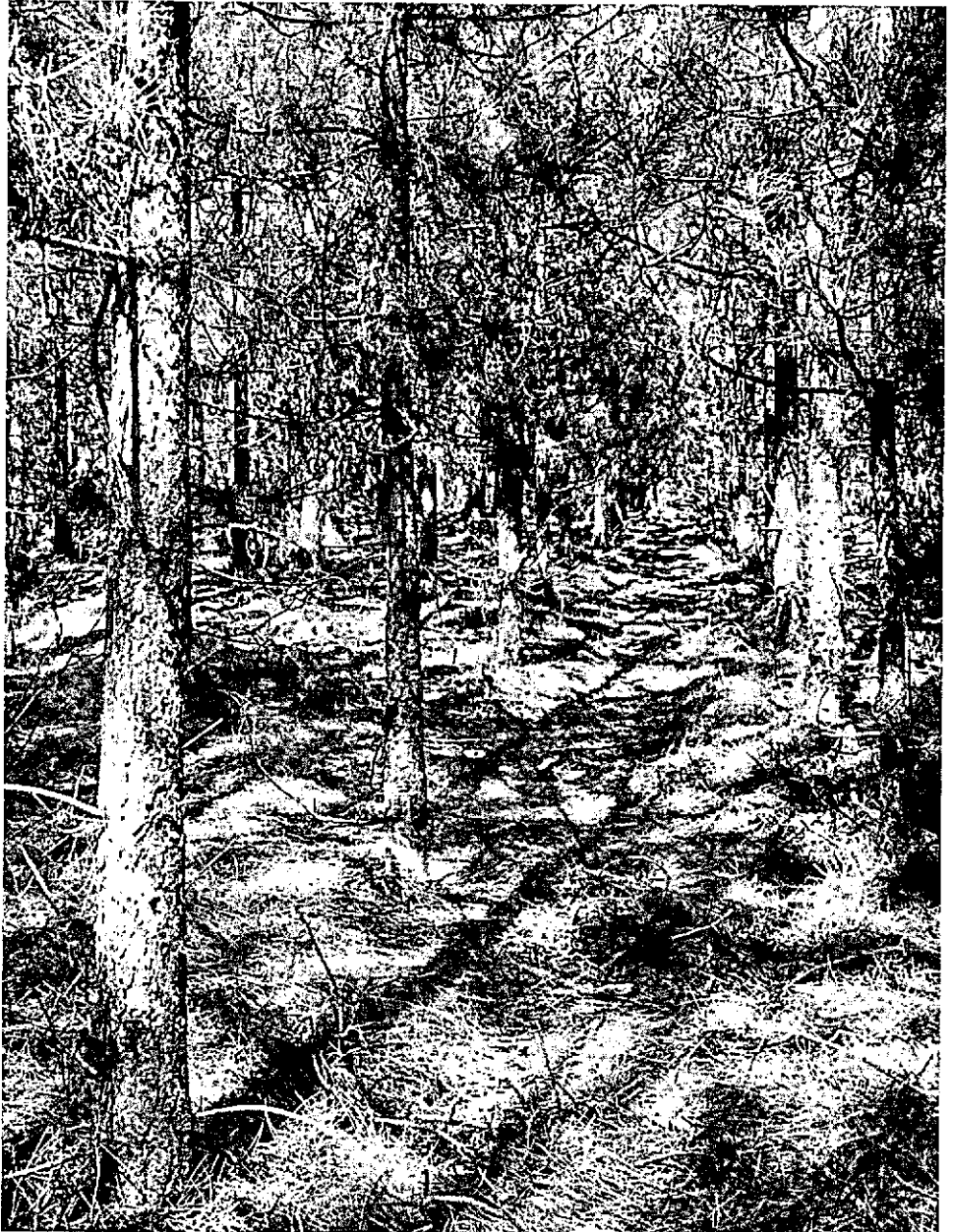
Naast deze waarnemingen in de proefvelden werden nog een groot aantal metingen verricht in uitgezochte opstanden ten einde inzicht te verkrijgen wat betreft de volgende aspecten:

- a De hoogte- en diktegroei van bomen in vrije stand, dus vrij van competitie,
- b De maximaal mogelijke stamtaldichtheid in afhankelijkheid van het ontwikkelingsstadium van de opstand,
- c De maximaal toelaatbare stamtaldichtheid in afhankelijkheid van de homogeniteit van de populatie.

### 3 Resultaten van het onderzoek en interpretatie

Vooropgesteld moet worden dat het bestuderen van de invloed van het dunningsregime op de groei, zoals dat de bedoeling was van het onderhavige onderzoek, tot dusverre nog onvoldoende in al zijn aspecten mogelijk is geweest. Allereerst is de tijdsduur van het onderzoek nog onvoldoende:

De oudste proefvelden zijn weliswaar reeds in 1959/1960 aangelegd (zie tabel 1- Esbeek, Lottum en Someren), maar deze zijn wat betreft proefopzet en keuze van de behandelingen niet zo doelmatig als men wel zou wensen. De nieuwere proefvelden, alle aangelegd na 1965, zijn in dit opzicht reeds veel beter,



Opname van C207, voorjaar 1967.

Picture of C207, spring 1967;  
 $h_{dom} = 6,60$  m;  $N = 4991/ha$ ;  
 $G = 22,30$  m<sup>3</sup>/ha;  $V = 78$  m<sup>3</sup>/ha.

Tabel 2 Resultaten zulverlingsproef op het landgoed "De Utrecht" bij Esbeek (Corsicaanse den).

Table 2 Results of the thinning experiment at the estate "De Utrecht" near Esbeek (Corsican pine).

behandeling treatment	proef- perk nummer plot	toestand na dunning situation after thinning				dunning thinning			produktiviteit productivity	
		$h_{dom}$ (m)	N per ha	G per ha ( $m^3$ )	V per ha ( $m^3$ )	N per ha	G per ha ( $m^3$ )	V per ha ( $m^3$ )	RGB ( $m^2/m$ )	RVB ( $m^3/m$ )
A	C 201	2,75	4742	2,5794	4,688	?	?	?	5,410	22,908
		8,41	2385	19,4285	87,083	2357	12,2465	51,776		
	C 207	2,75	4991	1,6866	3,021	?	?	?	4,985	22,763
		8,49	2483	18,0844	81,491	2508	12,2155	52,192		
B	C 209	2,70	6316	2,4686	4,456	?	?	?	4,981	23,163
		8,62	3425	21,1200	95,605	2891	10,8364	45,974		
	C 210	2,75	6866	2,9932	5,421	?	?	?	5,229	24,217
		8,34	3500	20,0494	89,251	3366	12,1745	51,543		
C	C 202	2,50	9500	2,8545	4,852	?	?	?	5,3910	23,658
		7,09	3500	14,8568	59,593	6000	14,9861	56,256		
	C 206	8,20	3410	18,3833	82,618	90	0,2141	0,830	5,140	23,705
		2,65	10883	2,3817	4,043	?	?	?		
	C 203	7,00	3558	13,0853	51,000	7325	14,8845	53,176	5,336	22,505
		8,14	3483	17,0032	74,213	75	0,1950	0,759		
D	C 204	2,70	10666	3,7653	6,754	?	?	?	6,087	25,187
		6,04	3500	10,8024	37,322	7166	13,2018	42,421		
	C 205	8,53	3490	21,6494	95,448	10	0,0235	0,091	(5,932)	(28,604)
		2,70	11400	2,7731	4,708	?	?	?		
E	C 208	5,75	3500	9,7042	32,703	7900	13,5036	42,629	4,119	7,180
		7,92	3483	21,0060	91,483	17	0,0399	0,139		
	C 205	2,85	50050	8,2722	14,097	—	—	—	(5,547)	(28,709)
		7,91	8858	20,6651	89,386	16783	17,6243	69,446		
	C 208	2,70	63000	11,1205	19,387	—	—	—	(5,547)	(28,709)
		7,68	9841	20,4956	88,446	16283	18,2512	73,910		

maar hebben in verband met de nog niet volgroeide inzichten ook nog geen ideale opzet, en missen vooral een voldoende lange periode van waarneming. Voorts is daar de kwestie van de verbeterde methoden van teelt en sortering van bosplantsoen, waarvan het effect op voldoende lange termijn nog niet is onderzocht.

Ondanks deze ietwat gebrekkige informatie zal toch worden getracht de draagwijdte van verschillende bosaanleg- en verzorgingsmethoden te overzien, hoewel het resultaat uiteraard met de nodige voorzichtigheid moet worden gezien.

Veel werkelijk opzienbarende informatie is uit de proefnemingen tot nu toe niet gekomen, wel is het inzicht inzake de problematiek van de stamtal-dichtheidsregeling aanzienlijk toegenomen. Hierdoor is het maken van een prognose wat betreft de mogelijke gevolgen van een bepaald dunningsregime een minder hachelijke onderneming geworden, en dat mag toch wel een voor de praktijk belangrijk resultaat genoemd worden. (1, 5, 6, 10, 15, 17, 21, 24, 26, 30, 33)

In tabel 2 zijn de resultaten van de elf jaren geleden begonnen proefneming op het landgoed "De Utrecht" bij Esbeek uitvoerig weergegeven. Duide-lijk is hier de krachtige response van de diameter-

groei van de blijvende opstand op de behoorlijk vroegtijdige dunning. Deze is zelfs zodanig, dat reeds na enkele jaren de produktiviteit van de sterk gedunde perken op hetzelfde niveau is gekomen als die van de zwakke dunningsen. Onder produktiviteit wordt in dit verband verstaan de grondvlak- en/of volumeproduktie per eenheid van opper-hoogtebijgroei (RGB en RVB in de tabel). Afgezien van het feit, dat hier het stamtal na sterke dunning van 5000 per ha nog aanzienlijk hoger ligt dan het commerciële stamtal, moet gesteld worden dat een reactie van de bomen op vrijstelling in de jeugd op zichzelf beschouwd een volkomen normale zaak is, waarvoor geen dure proefneming noodzakelijk ge-weet zou zijn, ware het niet dat bij de beoorde-ling van de juistheid van de dunningsmethode de snelheid en de grootte van de reactie doorslag-gevend zijn. Uit de andere uitgevoerde proefnemingen is inmiddels gebleken, dat de gunstige uitkomst in dit opzicht van het proefveld bij Esbeek geen aanleiding behoeft te zijn dit effect in die mate altijd te verwachten. Hier speelt namelijk de op-standshomogeniteit een rol, die als de belangrijkste en alles overheersende factor in het dunningsonder-zoek kan worden beschouwd. (29) Nog gunstiger resultaten wat betreft de produktiviteit zijn inmiddels

gebleken in het proefveld Venray 1, waar de opstand daadwerkelijk een uitzonderlijke homogeniteit bezit. \*)

De belangrijke rol van de opstandshomogeniteit bij het dunningsonderzoek ligt natuurlijk wel enigszins voor de hand, want het doel van dunningen is niet alleen de groeiwijze van de bomen aan hun afmetingen aan te passen, maar vooral ook de homogeniteit en daarmee de kwaliteit van de opstand in gunstige zin te beïnvloeden. De actuele homogeniteit van een bepaalde opstand is geen vast kenmerk, maar het resultaat van de eigenschappen van het uitgangsmateriaal, zoals dat na verloop van tijd tot uiting komt onder invloed van groeiplaatsfactoren en dunningsregime. Anderzijds is het de mate van homogeniteit van een opstand, die een bepaald dunningsregime mogelijk of wenselijk maakt. In dit verband zijn de volgende aspecten voor de praktijk van belang:

a *Het gewenste tijdstip* en de mogelijke intensiteit van de dunning, waarbij het probleem was hoe vroeg en hoe sterk ingegrepen kan worden zonder de bestaanszekerheid en kwaliteit in gevaar te brengen. In de proefvelden is gebleken, (tabel 1) dat bij een opperhoogte van ongeveer 3 m elke gewenste intensiteit kan worden toegepast, vanzelfsprekend is het effect afhankelijk van de homogeniteit na dunning. Een ingreep in een vroeger stadium is nauwelijks goedkoper, maar de selectiviteit ervan is minder doelmatig, waarmee dan weer met de keuze van de intensiteit rekening gehouden moet worden.

Een ingreep in een later stadium kan bij bezaaiingen ongewenst geacht worden, bij beplantingen is het toelaatbaar tot 4 à 5 m (afhankelijk van de plantdichtheid), maar wordt daarna wel snel duurder. De selectiviteit of het selectieve effect van een dunning kan reeds bij een opperhoogte van 3 m voldoende tot zijn recht komen.

Indien reeds te lang met dunning is gewacht, dan is de toe te passen intensiteit weer beperkt, omdat een gedeelte van de bomen in vergelijking met hun lengte onvoldoende in dikte hebben kunnen groeien. Deze omstandigheid doet zich in homogene opstanden in ernstiger mate voor dan in heterogene opstanden. Gebleken is ook, dat indien de boomlengte meer dan 80 à 100 maal zo groot is als de diameter op borsthoogte, het risico van storm, sneeuw en ijzelschade te groot wordt indien dergelijke bomen bij dunning te veel zouden worden vrijgesteld.

b *De intensiteit van de dunning en de selectiekriteria.*

\*) In het tweede deel van dit hoofdstuk zal getracht worden een omschrijving te geven van de betekenis van het hier gebruikte woord "homogeniteit".

In hoeverre de kostenbesparing door systematisering van de dunning opweegt tegen eventueel kwaliteits- en produktiviteitsverlies van de opstand hangt, hoe kan het ook anders, weer geheel af van de homogeniteit.

Indien de afstand tussen de rijen tenminste 2 m bedraagt, komt een rijdunning in het geheel niet in aanmerking, behalve eventueel voor de aanleg van ontsluitingspaden. Bij een nauwe rijafstand bestaat er tegen een rijdunning geen bezwaar, mits deze tijdig wordt uitgevoerd. Indien reeds te lang met de dunning is gewacht, dan zou een systematische dunning een groot aantal bomen vrijstellen, die een ongunstige lengte-dikte verhouding hebben; in zo'n geval is alleen een selectieve dunning verantwoord.

In de proefvelden is gebleken, dat bij een nauwe rijafstand een rijdunning goed kan worden gecombineerd met een selectieve dunning in de overblijvende rijen. In nieuw aan te leggen beplantingen is een nauwere rijafstand dan 2 m ongewenst, bij een homogeniteit zoals die nu normaal is, moet dan een rijdunning worden ontraden.

c *Het commerciële stamtal per ha*

Zoals boven reeds is vermeld, kan bij een opperhoogte van 3 m het stamtal per ha tot elk gewenst aantal worden teruggebracht, ongeacht de bosaanlegmethode die is toegepast (zaaidichtheid of plantdichtheid).

De grootte van het commerciële stamtal per ha, dat is dat stamtal waarbij een commerciële dunning kan worden uitgevoerd, kan niet worden voorspeld, omdat de homogeniteit niet kan worden voorspeld. In verschillend opzicht speelt de homogeniteit hierbij namelijk een kardinale rol.

Bij het opbrengstonderzoek is een empirische relatie ontwikkeld voor de bepaling van opbrengsten van selectieve dunningen, die er als volgt uitziet:

$$\left(\frac{d_{nd}}{d_{vd}} - 1\right) = \left(\sqrt{\frac{N_{vd}}{N_{nd}}} - 1\right) \cdot C_{11} \quad (1)$$

In deze formule zijn  $d_{nd}$  en  $d_{vd}$  respectievelijk de gemiddelde diameter ná en vóór dunning; en  $N$  is het stamtal per ha, terwijl  $C_{11}$  een indicatie is voor de homogeniteit van de opstand.

Indien voor de dunningsintensiteit een redelijk maximum van 25% van het grondvlak wordt gesteld, dan is een getal te berekenen uit:

$$X = \frac{1 - C_{11}}{\sqrt[3/4]{1 - C_{11}}} \quad (2)$$

Het verband tussen de stamtallen vóór en na dunning is dan te omschrijven met de formule:

$N_{vd} = X^2 \cdot N_{nd}$ , terwijl voor de gemiddelde diameters geldt:  $d_{nd} = X \cdot d_{vd} \cdot \sqrt[3/4]{\dots}$

Bij het opbrengstonderzoek is gebleken dat afhankelijk van de homogeniteit voor de constante C<sub>11</sub> waarden verwacht kunnen worden, die liggen tussen 0,3 en 0,6, geldig voor respectievelijk zeer homogene en zeer heterogene opstanden. Uitgaande van bepaalde waarden van C<sub>11</sub> en een dunningsintensiteit van 25% is de verwachtbare gemiddelde diameter van de dunning uitgerekend, bij aanname van drie verschillende stamtallen per ha en vijf verschillende maximale grondvlakken per ha. De resultaten zijn weergegeven in tabel 3. Dat in dit verband gesproken wordt over het maximale grondvlak per ha wordt duidelijk als men bedenkt, dat de dunning zo lang wordt uitgesteld als houtteeltkundig toelaatbaar is ten einde een zo hoog mogelijke gemiddelde diameter van de dunning te verkrijgen. In het uiterste geval zou men kunnen stellen, dat men zo ver went te gaan, dat nog juist geen natuurlijke sterfte optreedt. Het aldus gedefinieerde maximale grondvlak per ha is in de eerste plaats afhankelijk van het ontwikkelingsstadium van de opstand, dus van de grootte van de opperhoogte. Gebleken is dat daarnaast het maximale grondvlak afhankelijk is van de homogeniteit: in zeer homogene opstanden is de concurrentie groot, maar onderdrukking en dus natuurlijke sterfte treedt in een later stadium op. Er kan in dit verband op gewezen worden, dat homogene opstanden ook een hogere produktiviteit bezitten dan heterogene opstanden, zoals boven reeds is betoogd.

Hoewel in homogene opstanden het maximale levende grondvlak per ha duidelijk hoger ligt dan in heterogene opstanden, is het zeer de vraag of men het zover moet laten komen, want de verhouding tussen hoogte en diameter zou voor vele bomen dan wel eens zo hoog opgelopen kunnen zijn, dat een

dunningsintensiteit van 25% niet verantwoord is. Dit is in het proefveld bij Esbeek ook wel gebleken. Het maximale grondvlak ligt voor Corsicaanse den duidelijk hoger dan voor groveden (tabel 7), terwijl dat van Oostenrijkse den waarschijnlijk het hoogste ligt. Gemiddeld lijkt voor groveden 25 m<sup>2</sup>/ha, voor Corsicaanse den 30 m<sup>2</sup>/ha en voor Oostenrijkse den 35 m<sup>2</sup>/ha een redelijk bedrag, hoewel door het optreden van ziekten dit normale beeld ernstig kan worden verstoord.

Heterogene opstanden zijn economisch in verschillende opzichten inferieur: de produktiviteit ligt laag, er treedt vroegtijdig verlies op door natuurlijke sterfte, de heersende bomen zijn door takkigheid en tapsheid van de stam minderwaardig, terwijl het commerciële stamtal aanzienlijk lager ligt en dus in een later stadium wordt bereikt.

Omdat zoals gezegd heterogeniteit voor een deel kan worden veroorzaakt door de eigenschappen van de groeiplaats, is het vaak niet verantwoord dit lage stamtal direct bij de aanleg of door één enkele zuivering in te stellen. In heterogene opstanden kan men uit zuinigheidsoverwegingen dan besluiten het natuurlijke proces van onderdrukking en afsterving een tijd lang zijn gang te laten gaan, hetgeen uit het oogpunt van de bestaanszekerheid van de opstand minder riskant is dan bij homogene opstanden. Wel kan het zijn, dat men schade lijdt door kwaliteitsverlies van de opstand, omdat de heersende bomen niet altijd de meest waardevolle zijn, waaraan later niets meer is te doen.

In tabel 3 is tenslotte ook nog de gemiddelde diameter vóór de dunning weergegeven. Het is bekend, dat de diameters in een opstand een bepaalde frequentieverdeling hebben, de standaardafwijking is een maat voor de homogeniteit. Uit metingen is ge-

Tabel 3 Overzicht van de te verwachten gemiddelde diameters van de dunning bij verschillende homogeniteit.

Table 3 Review of the expected mean diameters of the selective thinning crop with varying stand homogeneity (C<sub>11</sub>).

G (max.) (m <sup>2</sup> /ha)	stamtal per ha (N)	C <sub>11</sub> = 0,6	C <sub>11</sub> = 0,5	C <sub>11</sub> = 0,4	C <sub>11</sub> = 0,3	d <sub>g</sub> (v.dng) (cm)
25	2500	7,55	8,28	8,96	9,59	11,28
25	2000	8,44	9,26	10,01	10,72	12,61
25	1600	9,44	10,35	11,19	11,99	14,10
30	2500	8,28	9,07	9,81	10,50	12,36
30	2000	9,25	10,14	10,97	11,75	13,82
30	1600	10,35	11,34	12,26	13,13	15,45
35	2500	8,94	9,80	10,60	11,34	13,35
35	2000	10,00	10,96	11,84	12,69	14,93
35	1600	11,18	12,24	13,24	14,18	16,69
40	2500	9,56	10,48	11,33	12,12	14,27
40	2000	10,68	11,71	12,66	13,56	15,96
40	1600	11,95	13,09	14,16	15,16	17,84
45	2500	10,14	11,11	12,02	12,86	15,14
45	2000	11,33	12,42	13,43	14,39	16,93
45	1600	12,67	13,88	15,02	16,08	18,92



bleken, dat een relatieve standaardafwijking van de gemiddelde diameter van een ongedunde jonge opstand van minder dan 30% "homogeen" betekent, terwijl 42% reeds heterogeen is. In meermalen gedunde opstanden blijken deze percentages te dalen, zodat het moeilijk is met deze norm de homogeniteit van opstanden onderling in absolute zin te vergelijken.

Daarnaast is voor opstanden van de Corsicaanse den de volgende berekening uitgevoerd:  $d_{\max} = a \cdot d_g + b$  (cm). In deze regressievergelijking is  $d_{\max}$  de dikste boom van het proefperk en  $d_g$  de diameter van de grondvlakmiddenboom. De uitkomsten waren:  $a = 1,34$ ;  $b = 6,3$  cm en  $\sigma = 1,26$  cm. De diameter van de dunste bomen in een opstand blijkt over het algemeen gelijk te zijn aan de helft van de gemiddelde diameter. \*)

In tabel 4 zijn de exploitatiekosten per m<sup>3</sup> in afhankelijkheid van de dbh weergegeven. Samen met tabel 3 kan men zich zo een indruk vormen wanneer een rendabele dunning verwacht kan worden. Indien men zou besluiten de beslist waardeloze bomen, bijvoorbeeld die met een dbh kleiner dan 8 cm, te laten staan of hoogstens alleen te vellen, dan kan de gemiddelde diameter van de dunning opgevoerd worden. De voorspelbaarheid van een dergelijke manipulatie is gering, en biedt vooral in het geval van grote heterogeniteit een uitweg. De toepassing van een hoogdunning met het doel de behandeling commercieel te maken, kan niet worden aanbevolen, omdat zowel de bestaanszekerheid als de produktiviteit ernstig in gevaar zouden kunnen komen.

#### 4 Samenvatting en conclusies

De belangrijkste gevolgtrekking, die uit het voorgaande kan worden gemaakt, is, dat de zogenoemde economische regeling van de stamtaldichtheid voornamelijk voortvloeit uit de mate van homogeniteit van de populatie.

De eigenschappen van het plantmateriaal (genetische e.a.) en die van de groeiplaats bepalen deze homogeniteit. Er zijn tot dusverre onvoldoende gegevens beschikbaar over de homogeniteit en kwaliteit van

\*) Resumerend kunnen de eigenschappen van jonge homogene opstanden als volgt worden omschreven:

- 1 De diameterfrequentiecurve heeft een duidelijke maximum bij de gemiddelde diameter, hiermee samenhangend heeft de standaardafwijking een waarde, die kleiner is dan 30% (ongedunde opstand), van het gemiddelde.
- 2 De dunningsconstante C11 heeft een waarde beneden 0,3, wat betekent, dat de standaardafwijking van de diameter door de dunning slechts enkele procenten kan dalen.
- 3 Wat betreft de boomhoogten is de standaardafwijking eveneens relatief gering, dat is minder dan 10% van het gemiddelde.
- 4 Bij grote dichtheid is de natuurlijke sterfte gering.
- 5 De produktiviteit ligt duidelijk boven het gemiddelde.

Tabel 4 Arbeids- en machinekosten van dunningshout per m<sup>3</sup>\*) (ontsluitingswegen 4 m per 25 m, arbeidskosten f 10,—/produktief manuur, uitrijden van 2 m ongeschild sortiment naar de rolstapel over 500 m gesteld op f 7,50/m<sup>3</sup>).

Table 4 Labour and machine costs of the thinning crop, 2 m unbarked pulpwood in dependence on the dbh, piled on the truckroad.

dbh (cm)	vellen + snoeien + kor- ten + stapelen en uitdragen tijd in min./boom	inhoud per boom (m <sup>3</sup> )	motorzaag kosten in centen/boom	totale kosten per m <sup>3</sup> sortiment
10	4,5	0,026	12	f 41,—
11	5,5	0,040	14	„ 34,—
12	6,5	0,052	16	„ 31,50
13	7,0	0,067	18	„ 27,50
14	8,0	0,081	20	„ 26,50
15	9,0	0,097	22	„ 25,—
16	10,0	0,113	24	„ 24,50
17	11,0	0,130	26	„ 23,50
18	12,0	0,150	28	„ 22,50
19	13,5	0,169	30	„ 22,50
20	14,5	0,190	32	„ 22,—

\*) Kostenraming van de Afdeling Bosarbeid en Techniek voor groveden.

opstanden aangelegd met kwaliteitsplantmateriaal. Wel is er reden voor twijfel (tabellen 3 en 4) of een volledige vermijding van vóór-commerciële dunningsen door plantsoenselectie en ruime plantverbanden bereikbaar is (27,28).

Om aan te tonen dat de noodzaak hiertoe ook weer niet al te hoog moet worden aangeslagen, zijn van enkele aannemelijke groeimodellen (tabel 5) kostenberekeningen uitgevoerd (tabel 6). De groeimodellen zijn gebaseerd op waarnemingen in proefvelden en opstanden en bieden een geschematiseerd beeld van hetgeen normaal verwacht kan worden wat betreft de groei en ontwikkeling, indien men uitgaat van een bepaalde bosaanlegmethode en dunningsregime. De prognose is opgesteld tot een opperhoogte van 8,5 m, alle dunningsen zijn zodanig gepland dat zij geen enkel gevaar voor de bestaanszekerheid van de opstand kunnen opleveren. Wat betreft de kwaliteit van de bomen aan het einde van de gestelde periode, die niet uit de opgegeven afmetingen kan blijken, is exact weinig te zeggen. Hoewel Corsicaanse den bij ruime stand ongetwijfeld minder zware zijtakken zal vormen dan groveden, zal ook bij de laatstgenoemde een homogene groei het euvel aanzienlijk beperken. Bij de Corsicaanse den moet veel meer waarde gehecht worden aan de mogelijkheid van doelmatige selectie door dunningsen dan aan het eventueel voorkómen van zware zijtakken door het dicht houden van de opstand. Het is aannemelijk, dat dit ook voor groveden zal gelden.

Tabel 5 Groeivoorspelling jonge opstanden Corsicaanse den bij verschillende behandelingen.

Table 5 Growth prediction of young stands of Corsican pine with different methods of establishment and thinning. I = 10000 2-year old plants and three early selective precommercial thinning; Ia = the same with one thinning; II = 4000 3-year old plants and one thinning; III = 2500 4-year old plants and no thinning; IV and V are sowings with two or one thinning; IVa and Va show the same development and treatment when the stand is heterogeneous.

		$h_{dom}$ (m)	N/ha	G (m <sup>2</sup> /ha)	$d_g$ (cm)	$h_g$ (m)	V (m <sup>3</sup> /ha)
<i>Methode I</i>	v.dng.	5,0	10000	16,00	4,51	3,5	43
beplanting redelijk 2 j.	dng.		3000	2,80	3,45	3,3	8
plantsoen, tijdige	n.dng.		7000	13,20	4,90	3,6	35
selectieve dunningen	v.dng.	7,0	7000	23,62	6,55	5,5	88
(Ede, sterke dunning)	dng.		3000	6,04	5,06	5,2	23
	n.dng.		4000	17,58	7,48	5,7	65
	v.dng.	8,5	4000	25,00	8,92	7,0	112
	dng.		1500	5,52	6,84	6,7	25
	n.dng.		2500	19,48	9,96	7,2	87
<i>Methode Ia</i>	v.dng.	5,0	10000	16,00	4,51	3,5	43
zelfde als vorige, maar	dng.		7500	8,93	3,90	3,3	23
met eenmalige ingreep	n.dng.		2500	7,07	6,00	4,0	20
(hypothese)		8,5	2500	21,66	10,50	7,0	96
<i>Methode II</i>	v.dng.	4,0	4000	7,85	5,00	3,3	19
beplanting goed 3 j.	dng.		1500	1,91	4,03	3,0	4
plantsoen, zeer tijdige	n.dng.		2500	5,94	5,50	3,4	15
selectieve dunning		8,5	2500	28,27	12,00	7,3	128
(Lottum)							
<i>Methode III</i>	v.dng.	8,5	2500	31,82	12,70	7,5	145
beplanting zeer goed							
4 j. plantsoen							
(hypothese)							
<i>Methode IV</i>	v.dng.	2,75	40000	9,66	1,75	—	17
homogene dichte be-	dng.		35000	7,52	1,65	—	13
zaaiing, tijdige selec-	n.dng.		5000	2,14	2,34	2,2	4
tieve dunningen	v.dng.	8,50	5000	31,24	8,92	7,2	137
(Esbeek)			2500	12,38	7,94	7,0	52
			2500	18,86	9,80	7,3	85
<i>Methode IVa</i>	v.dng.	2,75	20000	2,90	1,36	—	—
zelfde als vorige,	dng.		15000	1,40	1,09	—	—
maar onregelmatig	n.dng.		5000	1,50	1,96	2,0	3
opgekomen	v.dng.	8,50	5000	24,80	7,95	7,0	110
(heterogeen)	dng.		2500	7,52	6,19	7,0	32
(Venray 2 hypothese)	n.dng.		2500	17,28	9,38	7,0	78
<i>Methode V</i>	v.dng.	2,75	40000	9,66	1,75	—	17
homogene dichte be-	dng.		37500	8,58	1,71	—	15
zaaiing, eenmalige	n.dng.		2500	1,08	2,34	2,2	2
selectieve dunning	v.dng.	8,50	2500	25,07	11,30	7,0	112
(hypothese)							
<i>Methode Va</i>	v.dng.	2,75	20000	2,90	1,56	—	—
zelfde als vorige,	dng.		17500	1,98	1,20	—	—
maar onregelmatig	n.dng.		2500	0,92	2,17	2,1	2
opgekomen (hypo-							
these) (heterogeen)	v.dng.	8,50	2500	22,47	10,70	7,0	98

Bij de kostenberekeningen is de factor rente niet in rekening gebracht, omdat in dat geval met verschillende groeiselheden of boniteiten rekening moest worden gehouden, waardoor een te gecompliceerd beeld zou zijn ontstaan. Voorts zijn de kostencijfers van tabel 6 uitsluitend bedoeld ter onderlinge vergelijking, en moeten daarom minder in hun absolute waarde gezien worden. Voor de kos-

tenopgave van tabel 4 moet dezelfde beperking tot op zekere hoogte gemaakt worden.

Verder is van belang, dat de keuze zaaien of planten, plantdichtheid en plantsoengrootte niet onafhankelijk van de actuele eigenschappen van de groeiplaats gemaakt kan worden. Door de Afdeling Teelt van naaldbomen zijn de volgende beperkingen gemaakt: Bezaaiing of toepassing van tweejarig

plantsoen kan alleen aanbevolen worden als de factoren onkruid en wild (konijnen) in voldoende mate afwezig zijn. Verder zal ook bij de toepassing van driejarig plantsoen met onkruidbestrijding rekening moeten worden gehouden ten bedrage van  $f$  100 à  $f$  300 per ha afhankelijk van de aanwezigheid van een matige of zware begroeiing van grassen en/of struiken. Bij de toepassing van vierjarig plantsoen wordt een bestrijding van het onkruid niet noodzakelijk geacht.

In verband met het te verwachten verbod van het gebruik van DDT bij het planten, zal op stobbenterreinen de toepassing van tweejarig plantsoen in de toekomst onmogelijk worden. In hoeverre door gebruik van groter plantsoen het uitvalrisico door insectenvraat kan worden beperkt, is nog onvoldoende onderzocht. Het is mogelijk, dat het kiezen van een grotere plantdichtheid hiervoor een betere uitweg biedt.

Hoewel dus de in tabel 6 gemaakte kostenvergelijking in verschillende opzichten te kort schiet, kunnen er toch een aantal belangrijke gevolgtrekkingen aan worden ontleend.

De aanleg van beplantingen met meer dan 5000 planten per ha moet onder de huidige omstandigheden als zijnde niet economisch, afgewezen worden. Een verdere reductie van de plantdichtheid is alleen dan kostenbesparend, voorzover men de bestaanszekerheid en de kwaliteit van de cultuur voldoende gewaarborgd acht door de bosaanlegmethode en plantsoenkwaliteit. De in dit verband berekende lage kosten van selectieve dunning van redelijk ruim geplante cultures (methode II,  $f$  50,-) geeft echter duidelijk aan, dat het kiezen van een lagere plantdichtheid dan 4000 per ha op langere termijn in het algemeen niet economisch zal zijn. Hiermee is dan tevens aannemelijk gemaakt, dat een totale vermindering van niet-commerciële dunningen praktisch niet haalbaar en economisch niet noodzakelijk is (tabellen 3 t/m 6, 27, 28).

De veelvuldige proefnemingen in bezaaiingen hebben ook geleerd, dat op daarvoor geschikte groeiplaatsen deze methode zeker overweging verdient, vooral indien aan de kwaliteit van het zaad en de methode van zaaien de nodige zorg wordt besteed. Een zeer tijdig ingrijpen, uiterlijk bij een opperhoogte van 3 m is dan gewenst, waarbij het stamtal zonder bezwaar direct kan worden teruggebracht tot ongeveer 2500 per ha. In beplantingen kan de eerste dunning in een iets later stadium plaats vinden, afhankelijk van de plantdichtheid bij 4 à 5 m opperhoogte. Een verder uitstel maakt de behandeling onnodig duur, terwijl bij een te dichte stand de dunningsintensiteit om houtteeltkundige redenen moet worden beperkt.

Het commerciële beginstamtal is gezien de onzekerheid wat betreft de te verwachten homogeniteit en rendabele afzetbaarheid van de dunningsopbrengst,

nauwelijks te voorspellen, maar moet op grond van de huidige gegevens op niet meer dan 1600 per ha gesteld worden.

Behalve voor de bosontsluiting is een systematische rijendunning alleen van belang voor beplantingen, die een rijenafstand hebben van minder dan  $1\frac{1}{2}$  m; een combinatie met selectieve dunning is zeer doelmatig gebleken. Naar gelang het in de toekomst zal gelukken meer homogene opstanden te krijgen, zal de selectieve dunning een meer systematisch karakter krijgen, zoals dat nu reeds het geval is bij beplantingen met klonen (populier). De onderlinge verschillen in homogeniteit tussen opstanden zijn van grote invloed op de produktiviteit, in vergelijking hiermee heeft de methode van regeling van de stamtaldichtheid binnen ruime grenzen een verwaarloosbare invloed. Om praktische redenen kan men de stamtaldichtheid het beste definiëren als het grondvlak per ha in afhankelijkheid van de opperhoogte (tabel 7). Door het optreden van natuurlijke afsterving door onderdrukking heeft deze een maximale waarde, die alleen voor heterogene opstanden toelaatbaar is. In het geval van homogene opstanden mag men het niet zover laten komen, omdat dan de bestaanszekerheid van de op-



Sneuw schade na te sterke dunning (intensiteit 54%) in C203 aangericht in december 1967, twee jaar na de dunning. Snow damage in C203 in December 1967, two years after a too heavy thinning (intensity 54%);  $h_{\text{dom}} = 7,28$  m;  $N = 3500$ /ha;  $G = 16,13$  m<sup>2</sup>/ha;  $V = 62$  m<sup>3</sup>/ha.

Tabel 6 Vergelijking van de bosaanleg- en dunningskosten per ha\*) (exclusief de kosten van toezicht, administratie en rente).

Table 6 Comparison of the costs of establishment and precommercial thinning per ha, without interest-account, and cost of supervision and administration.

Methode I	2-jarig plantmateriaal à 6 ct.	f 600,—
	plantkosten verband 1 x 1 m <sup>2</sup>	f 600,—
	zuivering 1 (selectief)	f 70,—
	zuivering 2 (selectief)	f 180,—
	zuivering 3 (selectief)	f 140,—
	totaal	f 1.590,—
Methode Ia	2-jarig plantmateriaal à 6 ct.	f 600,—
	plantkosten verband 1 x 1 m <sup>2</sup>	f 600,—
	zuivering 1 (selectief)	f 180,—
	totaal	f 1.380,—
Methode II	3-jarig plantmateriaal à 14 ct.	f 560,—
	plantkosten 2 x 1¼ m <sup>2</sup>	f 570,—
	zuivering 1 (selectief)	f 50,—
	totaal	f 1.180,—
Methode III	4-jarig plantmateriaal à 28 ct.	f 700,—
	plantkosten verband 2 x 2 m <sup>2</sup>	f 450,—
	totaal	f 1.150,—
Methode IV	zaad 1½ kg	f 450,—
	zaaien, rijafstand 2 m	f 230,—
	zuivering 1 (selectief)	f 380,—
	zuivering 2 (selectief)	f 140,—
	totaal	f 1.200,—
Methode V	zaad 1½ kg	f 450,—
	zaaien, rijafstand 2 m	f 230,—
	zuivering 1 (selectief)	f 410,—
	totaal	f 1.090,—

\*) De kostenraming is afkomstig van de Afdeling Bosarbeld en Techniek.

stand in gevaar komt. Hoewel dit bij heterogene opstanden niet zo spoedig het geval zal zijn, moet men zich wel realiseren dat door het optreden van onderdrukking het kwaliteitsaspect in gedrang kan komen.

Tenslotte kan het voorkomen van wild van invloed zijn op de behandeling van jonge opstanden. In geen der eigen proefvelden is schade door wild waargenomen, er kunnen dan ook geen bijzonderheden over worden vermeld. Indien rekening moet worden gehouden met de aanwezigheid van wild bij bosaanleg en verzorging zal dit kostenverhogend werken.

Het onderzoek is met deze publikatie niet afgesloten, de periode van waarneming in de proefvelden is voor het uiteindelijke doel nog veel te kort. In

de toekomst zal vooral de invloed van de behandeling op de kwaliteit van de bomen aandacht vragen, terwijl ook de kwestie van de homogeniteit nog allerminst is opgelost.

Een betuiging van erkentelijkheid is op zijn plaats voor de heren E. J. Dik en F. Tiemens voor het zorgvuldige experimentele werk, dat zij in de proefvelden hebben verricht, waardoor zij een onmisbare bijdrage geleverd hebben bij de uitvoering van het onderzoek.

Tabel 7 Maximaal mogelijke c.q. toelaatbare stamtalddichtheid.

Table 7 Maximum or admissible basal area per ha in dependence on the phase of development of the dominant height for Scots pine and Corsican pine.

opperhoogte h <sub>dom</sub> (m)	groveden grondvlak in m <sup>2</sup> /ha	Corsicaanse den grondvlak in m <sup>2</sup> /ha
3	5,0	11,6
4	10,2	17,8
5	14,2	22,4
6	17,6	26,4
7	20,4	29,6
8	22,9	32,4
9	25,0	34,8
10	26,8	37,0
11	28,4	39,0
12	30,0	40,8
13	31,4	42,4
14	32,8	44,0
15	34,0	45,5

## Literatuur

- Abetz, P. 1967. Erste Ergebnisse aus Stammzahlreduzierungsversuchen in Fichten und Kiefernjungbeständen. Allg. Forstztsch. 22 (33): 565-568.
- Abetz, P. 1970. Jungbestandspflege im Zeichen optimaler Stammzahlhaltung. Forst u. Holzw. 25(17) : 365-367.
- Abetz, P. u. G. Mitscherlich. Planung von Bestandesbehandlungsversuchen. 1969. Allg. Forst u. Jagd Ztg. 140(8) : 175-179.
- Altherr, E. 1965. Beiträge zum Schwachholzproblem im Fichtenbetrieb. Allg. Forst u. Jagd Ztg. 136(3) : 53-73.
- Alexander, R. R. 1960. Thinning of Lodgepolepine in the Centr. Rocky Mt. J. Forestry 58(2) : 99-104.
- Bassett, J. R. 1969. Growth of widely spaced loblolly pine. J. Forestry 67(9) : 634-636.
- Beda, G. 1968. Zur Frage der Wahl des Pflanzabstandes . . ." Mitt. Schweiz. Anst. Forstl. Versuchsw. 44(1) : 1-80 (141 ref.)
- Bol, M. 1968. Het zuiveren van Pinusculturen met hoge stamtallen. Ned. Bosb. Tijdschr. 40(3) : 105-107.

- 9 Buckman, R. E. and R. F. Wambach, 1965. Physical response and economic implications of thinning methods in Red Pine. Proc. Soc. Am. For. Detr. 185-189.
- 10 Chroust, L. 1969. Der Einfluss starker Eingriffe in einem jungen Fichtenbestand. Forstw. Zentr. Bl. 88(5) : 309-319.
- 11 Domnick, H. 1966. Ein Schritt zur komplexen Mechanisierung der Durchforstung von Stangenhölzern. Soz. Forstw. 16(12) : 1.
- 12 Farrer, R. M. 1968. Thinning longleaf pines on average sites. J. Forestry 66(12): 906-909.
- 13 Flöhr, W. und J. Steiner. 1970. Vorschläge zur Bewirtschaftung von Kiefernjungbeständen. Soz. Forstw. 20(2) : 38-41.
- 14 Fahnstock, G. R. 1968. Fire hazard from pre-commercial thinning of ponderosa pine. U. S. For. Serv. Res. Pap. Pac. NW. For. R. Exp. Sta. PNW 57.
- 15 Fries, J. 1969. Der Einfluss extrem starken Durchforstung auf dem Ertrag und der Bestandessicherheit. Allg. Forstztschr. 24 (39): 760-761.
- 16 Goor, C. P. van, K. Jager en P. H. M. Tromp. 1965. Grondbewerking en zaaimethoden bij de aanleg van grovedennenbos. Ned. Bosb. Tijdschr. 37(4) : 145-149.
- 17 Grano, C.X. 1969. Precommercial thinning of loblolly pine. J. Forestry 67(11) : 825-827.
- 18 Jörgensen, J. Si. 1967. The influence of spacing on the growth and development of coniferous plantations. Int. Rev. For. Res. N. Y. (2) 43-94 (150 ref.)
- 19 Jurriaanse, T. 1965. Zaaian van grovedennenzaad met de tractor. Ned. Bosb. Tijdschr. 37(11): 370-373.
- 20 Kohlsdorf, E. 1970. Intensität und Technologie in der Fichtenjungwuchspflege. Arch. Forstw. 19 (11) : 1225-1244.
- 21 Kramer, H. 1971. Durchforstung in Nadelholzbeständen. Forstarchiv 42 (2): 23-33.
- 22 Kramer, H. und B. Marcec. 1970. Läuterung von Kiefernbeständen. Forst u. Holzw. 25(22) : 465-468.
- 23 Kräuter, G. 1968. Kiefernjungbestandespflege, aber wie. Soz. Forstw. 18(4) : 113-116.
- 24 Leibundgut, H. 1969. Erhöht starke Durchforstung die Windwurfgefahr? Schweiz. Zeitschr. Forstw. 120 (2): 110-112.
- 25 Liebeneiner, E. 1969. Kiefern-Erstdurchforstung. Forst u. Holzw. 24(1) : 5-9.
- 26 Martinot-Lagarde, P. 1969. Traitement des peuplements. Rev. For. Franc. spec. (467-472).
- 27 Oldenkamp, L. 1968. Houtteeltkundige grondslagen bij de toepassing van grotere plantverbanden bij naaldhout. Ned. Bosb. Tijdschr. 40(5) : 186-205.
- 28 Oldenkamp, L. 1971. De kwaliteit van plantmateriaal voor de bosaanleg. Ned. Bosb. Tijdschr. 43(1) : 1-7.
- 29 Seibt, G. und L. B. Angeles. 1971. Der Fichten-

verbandsversuch im Fortstamm Kirn/Nahe. Allg. Forst u. Jagd Ztg. 142(1) : 12-30.

- 30 Stiell, W. M. 1966. Red pine crown development in relation to spacing. Publ. Dept. Forestry, Ottawa (1145) : 1-44.
- 31 Sutton, W. R. J. 1968. Initial spacing and financial return of Pinus radiata. Nw. Zealand J. Forestry 13(2) : 203-219.
- 32 Schmidt-Vogt, H. 1970. Rationalisierung der Forstkultur durch Verwendung von Grosspflanzen. Allg. Forstztschr. 25(10) : 195-200.
- 33 Thonon, H. 1963. Consideration sur l'accroissement des pins de Corse en fonction de l'écartement. Bull. S. R. For. Belg. 70(3): 172-185.

### Abstract

The provisional results of the research on the problem of the initial spacing to prevent precommercial thinnings in young pine stands, are reported. It is emphasized, that at a certain level of wages and prices, there is a logical connection between the quality of the site, the method of establishment and subsequent thinning treatments. A stand can be established by sowing or planting, also different dimensions of plants and different spacings may be chosen. The thinnings can be carried out at different phases of development, the intensity, frequency and criteria of selection can be varied too. Certain methods of regulation of stand density may be preferred from the point of view of rationalization and mechanization. However, the influence of new methods on the long term upon the growth, the risk of damage by wind or snow and upon the quality of the stand should also be taken into account. Damage by insects, diseases and game etc. in connection with thinning methods are not considered in this paper.

In table 1 an outline is given of the thinning methods, which have been investigated in 13 stands of Corsican pine. In table 2 the measuring results are shown of one of these experimental stands, which was established by sowing. In this stand several precommercial thinning treatments are compared. The productivity, which is defined as the increment of the basal area (G) or the volume (V) per ha per meter increase of the dominant height ( $h_{dom}$ ), having the symbols RGB and RVB, appeared to be hardly influenced by the thinning method.

It is pointed out that favourable results as these can only be expected in homogeneous stands, as the variances of the dbh and the height in a stand have much more influence upon the productivity than the method of thinning. The economic number of stems per ha, which is defined as the number at which a selective thinning can be expected to be commercial, is also dependent on the variances of dbh and

height. In the yield research it has appeared, that the mean dbh of the thinning crop can effectively be predicted by application of formula (1), in which  $d = \text{dbh}$ ,  $N = \text{number of stems per ha}$ ,  $vd = \text{before thinning}$  and  $nd = \text{after thinning}$ . In homogeneous stands (small variances of dbh and height) the value of C11 (formula 1) may be less than 0.3, in heterogeneous stands it may rise above 0.5.

The maximum basal area per ha ( $G_{\text{max}}$ ), being a characterization of the stand density at which the trees are not yet dying by suppression, is dependent on the phase of development of the dominant height (table 7). Moreover homogeneous stands can reach higher densities than heterogeneous ones. In table 3 the mean dbh of the thinning crop is given as can be expected with varying values for C11,  $N$  and  $G_{\text{max}}$ .

In table 4 the logging cost of a cubic meter wood of the thinning crop, piled along the main road, is given for different values of the dbh. From these tables the conclusion may be drawn, that the economic number of stems per ha can be expected to be generally less than 1600 at present conditions. In table 5 the course of development of stands of

Corsican pine is predicted for different methods of establishment and thinning. It may be considered as the provisional result of the experiments.

The choice of the method of establishment is practically limited by the quality of the site, e.g. the occurrence of game and weed. In this connection the comparison of the costs, which is shown in table 6, does not hold in every respect. However, the conclusion may be drawn, that an initial spacing with more than 5000 plants per ha cannot be recommended. On the other hand a further reduction of this initial number is only cost saving, as far as the long certainty of life and the quality of the stand are not expected to run much risk. To avoid precommercial thinnings by applying wider spacings is practically not possible and economically not necessary at the present conditions. It appears, that the first thinning can be carried out effectively before the dominant height has exceeded the dimension of 3 to 4 meters. After that, the intensity of the thinning is restricted by risk of wind and snow damage. Trees having a height of more than about 80 times the dbh may be considered to run too much risk in this respect.

### De toekomst is altijd onzeker

Naar aanleiding van het artikel van de heer J. G. A. la Bastide in het Nederlands Bosbouw Tijdschrift nr. 12, december 1970, deel ik mede dat ik na lezing daarvan dadelijk een nieuw artikel produceerde, en toezond aan de redactie. Dit was aanleiding voor de heer la Bastide met mij een onderhoud te hebben, hetgeen (naar ik veronderstel van beide zijden) zeer verhelderend was.

Ik stelde de heer la Bastide voor mijn antwoord op zijn artikel in te trekken en wel speciaal omdat dat alleen aanleiding zou zijn voor de heer la Bastide wéér een antwoord op mijn artikel te geven. Ik vind zulks bepaald niet wenselijk.

Ik wil volstaan met mede te delen dat het tabelletje van het Staatsbosbeheer voor 1970, afgedrukt op p. 335 van het artikel in het NBT m.i. noch voor wat douglasopbrengst, noch voor wat beukenopbrengst juist is. 1970 is een misoogst geweest voor douglaszaad en een uitbundig zaadjaar voor beuk (Buchenmast-jaar). Het gegeven cijfer 39 voor douglas dient m.i. gewijzigd te worden in 20 (misoogst) en het cijfer 66 voor beuk zou ik willen verhogen tot 80 (zeer bijzondere grote dracht van beukennoten).

Th. C. Oudemans.