

Houtteeltkundige grondslagen bij toepassing van grotere plantafstanden bij naaldhout

[232.43]

L. OLDENKAMP

SUMMARY

THE SILVICULTURAL BASIS OF WIDER SPACING IN CONIFEROUS PLANTATIONS

As the critical size of merchantable small timber is increasing permanently cleanings and early thinnings in densely stocked plantations are becoming more and more disadvantageous. This is the reason for the tendency in forest practice to adopt wider spacings.

The most important considerations for narrow spacings are:

- to decrease risks, in particular as a result of weed competition, by rapid closing of the canopy. *These risks are important, especially during the first two years after planting. The quality of the planting stock will mainly determine the rate of risks. It will be possible to decrease the risks and to adopt wider spacing in plantation practice with planting material of good quality, adapted to the site conditions.*
- to improve growth and form of the stand by selective early thinnings. *Even this argument for narrow spacing will not hold. It is possible to select the individuals of a forest stand on growth and form by stock grading in the nursery. The development of the plants in the nursery and the raising methods have to meet certain requirements for a right stock grading.*
- to produce good timber quality. *With extremely wide spacings a probable decrease of timber quality will be involved. The spacings concerned, however, are not that wide. Pruning and thinning of the stands will greatly determine the timber quality, more than spacing.*
- to increase yield. *Although the total yield will be influenced in a small degree by spacing the production of merchantable timber will increase with wider spacing.*

On account of these considerations wider spacings than the conventional ones can be introduced into forest practice. Following conditions, however, must be fulfilled:

- *choice of tree species and method of establishing of the plantation have to be in accordance with the site conditions.*
- *planting stock must meet requirements of defined standards of quality. Use of older planting stock is necessary on sites with strongly competing high-growing vegetation.*
- *supply of standardized planting stock in the Netherlands should be improved by coordinated planning of the acquisition and by reorganisation and development of the forest tree nurseries.*

In the table (page 203) recommendations are given for standards of quality for the most important coniferous species. The initial spacing of the plantations largely depends on the rate in which the planting stock is or can be graded.

The consequence of requiring better planting material will be a higher price per plant. This higher price, however, will very probably be compensated by lower planting costs per unit of area, because of wider spacing. The total costs of establishing a plantation will hardly be influenced by spacing. Taking into consideration the possibility of omitting non-profitable thinnings the economic advantages of wider spacing will become feasible.

INHOUD

1. Inleiding	187
2. Risico's bij de bosaanleg en de consequenties voor de plantafstand	188
2.1 Onkruid	188
2.2 Wild	191
2.3 Schimmels	191
2.4 Insekten	192
2.5 Wind	192
2.6 Nachtvorst	192
3. Plantsoen	192
4. Houtteeltkundige aspecten van zuiveringen	195
5. Houtproductie en houtkwaliteit in verband met de plantafstand	196
6. De kosten van de bosaanleg in verband met de plantafstand	197
7. Aanbevelingen voor enkele naaldhoutsoorten	200
7.1 Pinus	200
7.2 Picea	200
7.3 Pseudotsuga	202
7.4 Larix	202
8. Conclusie	203
Literatuur	204

1. Inleiding

De plantafstand is een van de belangrijke punten die bij de keuze van de methode van bosaanleg in overweging moeten worden genomen. In het verleden was men geneigd zeer nauwe plantverbanden toe te passen. Thans gaan de gedachten uit naar ruimere plantverbanden. De overwegingen daarvoor worden in het navolgende besproken.

Voor Nederland hebben Hellinga (11) en Sikkel (24) de problemen, die zich voordoen bij de toepassing van nauwe plantverbanden, behandeld; terwijl zij ook de wenselijkheid van grotere plantafstanden naar voren brachten.

In de internationale literatuur is over dit onderwerp veel geschreven. Er ligt evenwel weinig exact onderzoek aan de vele publikaties ten grondslag. Ook worden bepaalde plantverbanden in het ene land als wijd beschouwd, terwijl deze elders als nauw gelden.

De belangrijkste overwegingen die aanleiding hebben gegeven tot de *aanleg van dichte culturen* zijn:

- een snelle sluiting van de cultuur, zodat de periode, waarin de planten gevaar lopen te verzwakken of af te sterven door onkruid, wild of klimatologische factoren, klein is.
- een ruime mogelijkheid tot selecteren in de cultuur en in de opstand, vooral op groeikracht en goede vormen.
- het verkrijgen van een goede houtkwaliteit (hoog vormgetal en dunne takken met veelal natuurlijke takreiniging).
- een hoge houtproductie als gevolg van een volledig gebruik van de groeiplaats.

In hoeverre deze punten juist zijn zal in de volgende hoofdstukken nader worden besproken.

Stijgende arbeidskosten vormen het voornaamste motief voor het toepassen van ruimere plantverbanden. Bij nauwe plantverbanden bestaat namelijk de noodzaak tot het uitvoeren van zuiveringen. Tegenover gemaakte kosten staan geen inkomsten. Deze kosten kunnen overigens sterk variëren, afhankelijk van de houtsoort, het oorspronkelijke stamtal, het ogenblik en de intensiteit van de zuivering, de wijze van zuiveren (selectief of systematisch) en andere factoren.

Een ander motief zou kunnen zijn dat in de toekomst nog voornamelijk machinaal zal worden gewerkt. Daarbij zullen hogere eisen aan de toegankelijkheid van het bos worden gesteld dan in het verleden het geval was.

Het ideale plantverband, op grond van deze overwegingen, wordt verkregen wanneer, tot het ogenblik waarop verkoopbare sortimenten worden geoogst, geen zuiveringen meer noodzakelijk zijn.

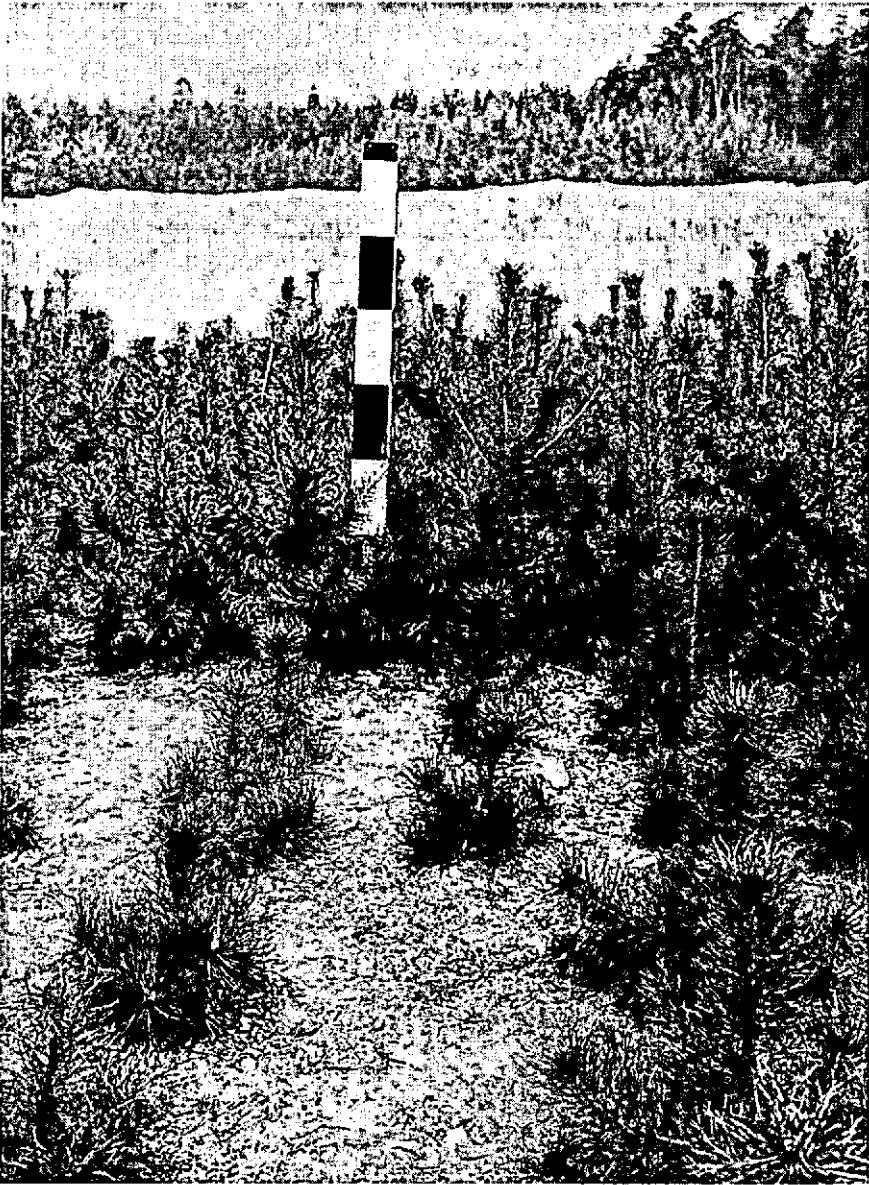
In de volgende hoofdstukken zal worden nagegaan of door het toepassen van ruimere plantverbanden de economische voordelen bij de aanleg en de verzorging van de cultuur kunnen worden gecombineerd met een houtteeltkundig verantwoorde methode van bosaanleg, waarbij zo weinig mogelijk risico's bestaan en waarbij de houtproductie zowel kwalitatief als kwantitatief aan de te stellen eisen voldoet.

2. *Risico's bij de bosaanleg en de consequenties voor de plantafstand*

2.1 *Onkruid*

De onkruidvegetatie die op een te beplanten terrein aanwezig is of ontstaat, zal in meer of mindere mate een concurrentie ten aanzien van licht, voedingsstoffen en vocht voor de geplante houtsoort betekenen. Een onkruidvegetatie, die de beplanting overgroeit, zal bovendien de groei kunnen belemmeren.

Hoewel de verschillende vormen van concurrentie niet voor alle houtsoorten even ernstig zijn, vormen ze toch een risico voor de beplanting. In de



Sorteerproef groveden (*Pinus silvestris*).

Achtergrond — eerste sortering: als tweejarige planten gemiddeld plm. 20 cm, na twee groeiseizoenen gemiddeld 81 cm met goede vorm.

Voorgrond — vierde sortering: als tweejarige planten gemiddeld plm. 7 cm, na twee groeiseizoenen gemiddeld 45 cm, bovendien een hoog uitvalpercentage en slechte vormen.

Grading experiment in Scots pine (Pinus silvestris).

Back — first grading: as two-year-old plants about 20 cm on average, after two growing seasons 81 cm on average with good shape.

Front — fourth grading: as two-year-old plants, about 7 cm on average, after two growing seasons 45 cm on average, moreover a high loss percentage and poor shapes.

praktijk zijn het vooral grassen en loofhout, die in ernstige mate hinder kunnen veroorzaken. De periode waarin de houtsoorten het meest gevoelig zijn voor concurrentie wordt gevormd door het eerste en tweede jaar na aanleg.

Teneinde het risico voor de beplanting te verminderen kan het onkruid worden bestreden. Om het doel van een onkruidbestrijding te bereiken is het noodzakelijk, dat de bestrijding een lange nawerking heeft, terwijl de terugkerende onkruidvegetatie niet een ernstiger bedreiging voor de groei van de beplanting mag vormen dan de bestaande vegetatie. Het zijn vooral deze overwegingen, die de mogelijkheden voor onkruidbestrijding beperken. Een beperking voor de mechanische onkruidbestrijding wordt verder gevormd door de bodemkundige bezwaren, die zowel aan diepe als ondiepe grondbewerking kleven. Vooral op gronden waar meerjarige wortelonkruiden voorkomen is, mede in verband met de snelheid en aard van de hergroei, een volledige grondbewerking of een bespuiting met dalapon niet aan te bevelen.

Aanvaardbare methoden van onkruidbestrijding in naaldhoutculturen zijn voornamelijk:

- *Het mechanisch bestrijden van loofhout, varens, grassen e.d.* Het effect van deze methode is meestal van korte duur. Voor de machinale toepassing ervan is een grote afstand tussen de plantenrijen gewenst.
- *De chemische bestrijding van loofhout met 2,4,5-T ester.*
- *De chemische bestrijding van grassen op armere bodemtypen*, (zoals *Molinia* en *Deschampsia*), met dalapon. Dit zal speciaal van belang zijn voor douglas, een houtsoort die zeer gevoelig is voor concurrentie door grassen. Ook voor lariks- en Pinus-soorten kan het gewenst zijn grassen te bestrijden.
- *Bodemvoorbereiding met behulp van Kulla bosploeg of bosploegplantmachine.* Deze werkwijze wordt niet alleen toegepast om een onkruidvrije zone rond de plant te verkrijgen, maar ook om het planten gemakkelijker te kunnen uitvoeren.

De mogelijkheden om de onkruidvegetatie afdoende te bestrijden zijn, vooral op sterk vervuilende terreinen, zeer beperkt. Toch is het mogelijk deze risico's voor een beplanting te verminderen. Bij een houtteeltkundig verantwoorde houtsoortenkeuze (8, 17) en bij gebruik van goed ontwikkeld aan de groeiplaats aangepast plantsoen (7, 23) zal het onkruid weinig problemen behoeven op te leveren. Goed ontwikkeld plantsoen bezit een wortelstelsel dat een snelle aanslag waarborgt en dat grote weerstand biedt aan de concurrentie van een onkruidvegetatie. Omgekeerd geldt, dat in de gevallen waarbij de slechte groei van een beplanting te wijten is aan een verkeerde houtsoortenkeuze of aan slecht plantsoen, een onkruidbestrijding weinig zin heeft.

In proefvelden zijn gunstige resultaten verkregen bij gebruik van zeer goed ontwikkeld plantsoen, zonder dat enige vorm van onkruidbestrijding werd toegepast (nog niet gepubliceerd onderzoek). Zo werd in het voorjaar van 1965 in een zeer dichte grasmat van voornamelijk *Agropyron repens* (kweek) en *Holcus mollis* (witbol) een aantal methoden van bodemvoorbereiding en

chemische onkruidbestrijding toegepast (o.a. bosploegen, volledig diep ploegen en bespuiten met dalapon, simazin en andere middelen). De verschillende veldjes werden met sterk gesorteerde tweejarige groveden (1+1, selectie A) beplant. De plantafstand bedroeg 1×1 meter. Gelijkzeitig werd in hetzelfde terrein een beplanting uitgevoerd met vierjarige groveden (1+1+1+1), zonder enige vorm van onkruidbestrijding. Het aanslagpercentage bedroeg bij de laatste methode 100, terwijl dit percentage bij de bosaanleg met tweejarige groveden varieerde van 20 tot 90%. Daarbij waren in het gunstigste geval hoge uitgaven voor de onkruidbestrijding noodzakelijk. Het gebruik van het oudere plantsoen leverde onder deze omstandigheden de geringste risico's zonder dat uitgaven voor onkruidbestrijding noodzakelijk waren.

Een ander voorbeeld is het gebruik van goed plantsoen van verschillende leeftijden (twee- tot vijfjarig) van fijnspar en sitkaspar op voormalige landbouwgrond. Daar werd zonder onkruidbestrijding 100% slaging verkregen voor alle leeftijden. De doorgroei van de kleinste planten wordt evenwel belemmerd door een zware verwildering.

Bij een te verwachten dichte en hoge onkruidvegetatie biedt het gebruik van ouder plantsoen voordelen; het grotere plantsoen zal minder lichtconcurrentie ondervinden en zal door een zware vegetatie meestal niet worden neergedrukt.

Aangezien er slechts beperkte mogelijkheden bestaan om vooral een zware verwildering afdoende te bestrijden, is het ook daarom van belang bij de bosaanleg gebruik te maken van goed ontwikkeld plantsoen, dat aan de groeiplaats is aangepast.

Bij toepassing van grotere plantafstanden kan het door onkruid veroorzaakte risico worden opgeheven, wanneer aan de houtsoortenkeuze en de kwaliteit van het plantsoen de grootst mogelijke zorg wordt besteed. In het hoofdstuk plantsoen zal hierop nog nader worden ingegaan.

2.2 Wild

Wild veroorzaakt in beplantingen over het algemeen veel schade. Deze schade is bij toepassing van wijde plantverbanden *ontoelaatbaar*. Met een wildstand, waarbij schade is te verwachten, is het dan noodzakelijk maatregelen te treffen om die schade tegen te gaan (afrasteren of afschieten) (8).

Het gebruik van groot plantsoen kan tegen schade door klein wild voordelen bieden.

2.3 Schimmels

Wortelzwammen veroorzaken dikwijls ernstige schade. Wanneer bij *herbebossing* gevaar bestaat voor het optreden van *Fomes annosus* (wortelrot) of *Armillaria mellea* (honingzwam) wordt de toepassing van grotere plantafstanden voor bepaalde houtsoorten bezwaarlijk. Dit bezwaar kan eventueel worden opgeheven door een andere houtsoortenkeuze. Bij *bebossingen* van terreinen die geschikt zijn voor vestiging van *Fomes annosus* (bijvoorbeeld landbouwgronden) levert de toepassing van ruime plantverbanden een ge-

ringer gevaar voor schade op latere leeftijd van de opstand. Dit wordt verlaagd door het geringere aantal stobben (infectiehaarden) dat bij zuiveringen en dunningen ontstaat. Vooral de vele kleine stobben die na de zuivering of eerste dunning van dicht geplante culturen aanwezig zijn maken het uitvoeren van preventieve maatregelen vaak moeilijk.

Het gevaar voor aantastingen door andere schimmels wordt bij toepassing van ruimere plantverbanden waarschijnlijk eerder verminderd dan bevorderd.

Het gevaar voor aantasting door *Rhizina undulata*, na verbranden van takmateriaal op de kapvlakte, maakt het noodzakelijk dat het takmateriaal blijft liggen of op rillen wordt geschoven (eventueel wordt versnipperd). In dat geval is het gebruik van minder planten per ha voor de hand liggend.

2.4 Insekten

Schade door insecten (bijvoorbeeld *Hylobius abietis* en *Hylastes ater*) is over het algemeen minder ernstig wanneer de planten krachtig zijn ontwikkeld (30). Bij gebruik van goed ontwikkeld en goed behandeld plantsoen zal dit in de eerste jaren na de aanleg meestal het geval zijn.

In dichte beplantingen met veel zwakke bomen worden vele plagen in de hand gewerkt (30). Vooral voor de dennenscheerder (*Myelophilus piniperda* L.) vormen kwijnende bomen een zeer geschikt broedmilieu. Tot dergelijke kwijnende bomen kan men ook rekenen de bomen die vanwege hun onverkoopbaarheid in het bos na een zuivering of eerste dunning blijven liggen.

Schade door insecten zal dus voor toepassing van ruimere plantverbanden geen bezwaren opleveren.

2.5 Wind

Het gevaar voor windworp is, bij toepassing van ruimere plantverbanden, waarschijnlijk minder ernstig.

2.6 Nachtvorst

De plantafstand heeft op het optreden van schade door nachtvorst geen invloed. Zowel bij toepassing van kleine als grote plantafstanden zal op nachtvorstgevoelige groeiplaatsen de houtsoortenkeuze moeten worden aangepast (8) of moet door houtteeltkundige maatregelen de schade worden beperkt.

Bij gebruik van groot plantsoen zal dit eerder boven de nachtvorstgevaarlijke zone uit zijn.

Bij toepassing van grotere plantafstanden zijn de risico's voor een beplanting dus niet groter wanneer tenminste gebruik wordt gemaakt van een houtteeltkundig verantwoorde houtsoortenkeuze en goed ontwikkeld en goed behandeld plantsoen van goede herkomst, dat aan de groeiplaats is aangepast.

3. Plantsoen

Het risico dat planten sterven of groeiremmingen gaan vertonen blijkt sterk te verminderen wanneer o.a. bij de bosaanleg aan de groeiplaats aange-



Bezaaiing van groveden (*Pinus silvestris*). Na meerdere zuiveringen is de samenstelling nog zeer heteroog.

Scots pine (Pinus silvestris) culture established by sowing. The composition is still very heterogeneous after several cleanings.

past plantsoen van zeer goede kwaliteit wordt gebruikt. Het belang daarvan wordt in verschillende publikaties aangetoond (1, 6, 7, 11, 21, 23, 24).

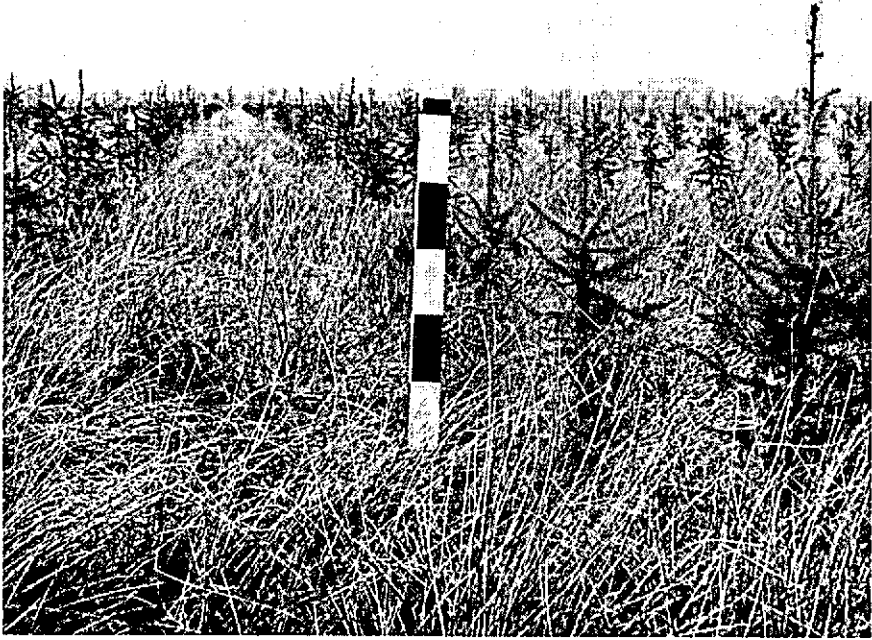
Helaas vindt men in de literatuur slechts zelden een exacte omschrijving van het goede plantsoen. Zo worden in verband met het toepassen van grotere plantafstanden vaak de omschrijvingen „oud” of „groot” plantsoen gebruikt. In de meeste gevallen voldoet evenwel dergelijk plantsoen niet aan de te stellen kwaliteitseisen, zodat de daarmee aangelegde beplantingen volledig mislukken.

Het vaststellen van kwaliteitsnormen voor plantsoen is uitsluitend mogelijk door het bepalen van aanslag en groei na het uitplanten. Een van de belangrijkste punten daarbij is de verhouding van de gewichten van de boven- en ondergrondse plantendelen (7, 23). In de praktijk blijkt deze verhouding voor een aantal houtsoorten meestal samen te hangen met een meer bruikbare maatstaf, namelijk de verhouding tussen de lengte van de plant en de diameter aan de wortelhals. Hoe lager deze laatste verhouding is („stevige” planten) hoe beter het plantsoen zal zijn. Wanneer plantsoen aan deze norm voldoet betekent dat nog geen absolute garantie voor de goede kwaliteit. Daarnaast moet het plantsoen een goede behandeling hebben gehad en een gezond uiterlijk vertonen met een goed wortelstelsel en een volledige betakking.

Een zeer belangrijke eis die aan goed plantsoen dient te worden gesteld is, dat de minderwaardige planten uit een partij zijn verwijderd (7). Het splitsen van een partij planten in goede en minder goede exemplaren wordt *sorteren* genoemd. Bij dit sorteren moet zowel op groeikracht als op vorm worden gelet. Uit onderzoek is gebleken dat een zinvolle sortering op de kwekerij mogelijk is wanneer de planten onder optimale en homogene omstandigheden worden gekweekt. De gesorteerde exemplaren zijn dan in aanleg de betere planten uit een populatie. In de praktijk blijkt het (nog) niet mogelijk om in een vroeg stadium door een eenmalige sortering uit een partij planten een voldoende aantal van de slechtere exemplaren te verwijderen. Van zaailingen kan men meestal tot $\pm 30\%$ uitsorteren. Bij het verplanten kan dit worden herhaald. Aangezien bij toepassing van grotere plantafstanden alleen de betere exemplaren uit een populatie mogen worden geplant, houdt het voorgaande in, dat er in sommige gevallen ouder plantsoen dan nu gebruikelijk is wordt geplant. Aan het sorteren op de kwekerij moet de voorkeur worden gegeven boven het selecteren (zuiveren) in de cultuur. Juist in de cultuur komen heterogene omstandigheden voor, waardoor in aanleg betere planten achter kunnen blijven bij slechtere planten.

Een der argumenten voor de aanleg van dichte culturen vervalt dus wanneer het plantsoen aan genoemde voorwaarden voldoet. Deze voorwaarden kunnen als volgt worden samengevat:

Het voor ruime plantverbanden geschikte plantsoen moet bij een bepaalde leeftijd een minimale lengte en een minimale diameter aan de wortelhals bezitten. De verhouding tussen lengte van de plant en diameter aan de wortelhals dient beneden een bepaalde waarde te blijven. De planten moeten onder



Beplanting van voormalige landbouwgrond. Twee jaar geleden aangelegd. Plantverband 2×2 m, plantsoen vierjarige sitkaspar (*Picea sitchensis*). Geen onkruidbestrijding. *Plantation on former agricultural soil. Established two years ago with four-year-old sitka spruce (Picea sitchensis). Spacing 2×2 m. No weed control.*

optimale en homogene omstandigheden worden gekweekt, sterk worden gesorteerd en goed worden behandeld tot op het ogenblik van uitplanten.

Genoemde voorwaarden hebben enkele belangrijke consequenties voor zowel de producenten als de afnemers van het plantsoen.

Voor het kwekerijbedrijf betekent het dat de teeltmethoden moeten worden aangepast en er mogelijkheden moeten worden geschapen voor een rationele bedrijfsvoering en een goede behandeling van het plantsoen.

Voor de bosbouw betekent het dat de prijs per plant hoger wordt en dat het opstellen van een plan over een lange termijn noodzakelijk is. Wanneer niet enige jaren voordat een beplanting wordt uitgevoerd bekend is welke aantallen van bepaalde houtsoorten nodig zijn, dan zal het voor de kwekerijen moeilijk zijn om zowel aan de vraag naar de soorten als aan de gewenste kwaliteitseisen te voldoen.

Thans wordt noch door de kwekerijbedrijven, noch door de bosbedrijven,

aan de geschetste voorwaarden voldaan. Het toepassen van ruime plantverbanden zal daarom voorlopig nog niet in alle gevallen mogelijk zijn.

4. Houtteeltkundige aspecten van zuiveringen

Hoewel op dit onderwerp niet uitvoerig zal worden ingegaan, zullen toch enkele punten worden behandeld. Dit om de aspecten die met de plantafstand samenhangen, zo volledig mogelijk te rubriceren.

Het doel van een zuivering is tweeledig:

a. Door het wegnemen van voornamelijk de minder goed groeiende bomen wordt een opstand van de betere groeiers uit een populatie (zowel kwalitatief als kwantitatief) nagestreefd. In het voorgaande werd reeds uiteengezet, dat het sorteren op de kwekerij in principe een betere waarborg biedt voor het verkrijgen van een dergelijke opstand dan het selecteren in de cultuur.

Aangezien de omstandigheden rond de plantsoenvoorziening het toepassen van de ideale plantafstanden voorlopig nog belemmeren, zal het zuiveren echter niet geheel achterwege kunnen blijven. Om dan de economische voordelen van een ruim plantverband toch nog zo veel mogelijk te kunnen gebruiken, verdient het aanbeveling bij de aanleg de afstand tussen de rijen groter te maken dan de afstand tussen de planten in de rij. De zuiveringen dienen selectief te worden uitgevoerd. Wanneer het goede ogenblik daarvoor wordt uitgekozen, kunnen de overblijvende bomen op de juiste afstand worden gezet.

b. Door het wegnemen van een aantal bomen wordt getracht de groei van de overblijvende exemplaren te stimuleren. Deze doelstelling wordt het beste benaderd wanneer de zuivering juist vóór het in sluiting komen van de cultuur wordt uitgevoerd (4). Bij toepassing van grotere plantafstanden blijft dit van kracht. Het ogenblik van ingrijpen wordt dus ook dan niet bepaald door de afmetingen van de te oogsten sortimenten.

Bij toepassing van kleine plantafstanden en het te laat uitvoeren van een zuivering doen zich ernstige problemen voor. Naast vermindering van de groei der bomen ontstaat gevaar voor de boshygiëne en zijn aan de uitvoering van de zuivering hoge kosten verbonden. Het uitstellen van de zuivering kan vooral in verband worden gebracht met de hoge zuiveringskosten waar geen inkomsten tegenover staan. Men zal hier vaak noodgedwongen over moeten gaan tot systematische zuiveringen. Ook hier geldt evenwel dat voor de toekomstige ontwikkeling van de opstand een ten dele selectief uitgevoerde zuivering voorkeur verdient. In culturen waar te lang een dichte stand wordt gehandhaafd zal een zuivering welke in verschillende fasen wordt uitgevoerd houtteeltkundig het meest verantwoord blijken. Het gevaar voor beschadigingen als windworp, sneeuwbreuk e.d. wordt dan zo gering mogelijk gehouden.

5. Houtproduktie en houtkwaliteit in verband met de plantafstand

In de inleiding werden de belangrijkste overwegingen vermeld, welke aanleiding hebben gegeven tot de aanleg van dichte culturen. Twee daarvan werden nog niet behandeld, namelijk die, welke betrekking hebben op de houtproduktie en de houtkwaliteit.

Uit zeer veel onderzoeken*) is gebleken, dat de totale houtproductie per eenheid van oppervlakte nauwelijks door de plantafstand wordt beïnvloed (2, 3, 4, 23, 24, 27). De totale productie wordt hoofdzakelijk door de groeiplaats bepaald (10). Bij ruimere plantafstanden wordt de productie per boom hoger, zodat zwaardere sortimenten worden verkregen. Vanwege de onrendabele afzet van lichte sortimenten is dit een belangrijk motief voor toepassing van ruimere plantafstanden (2, 3).

Bij toenemende plantafstand zullen dikkere takken worden gevormd, terwijl het vormgetal afneemt. Dit effect is evenwel van tijdelijke aard. Slechts de onderste takken zullen een grotere diameter vertonen. Zodra de cultuur in sluiting raakt, houdt de toename in dikte van de onderste takken op en zal het vormgetal weer toenemen. De lengtegroei zal meestal niet veranderen met toenemende plantafstanden. Bij het te lang handhaven van een dichte stand, zoals dat bij nauwe plantverbanden vaak gebeurt, zal de lengtegroei worden geremd. Dit kan ook het geval zijn bij *extreem* wijde plantverbanden.

De meeste onderzoeken*) tonen aan dat de kwaliteitsvermindering van het hout pas bij extreem wijde verbanden (3×3 of 4×4 m) bezwaar oplevert (14, 15, 18, 20). Daarnaast is gebleken dat door snoeien de houtkwaliteit op goedkopere wijze wordt verbeterd dan door het handhaven van een dichte cultuur, terwijl dan ook de kwaliteit nog beter is. Bovendien worden snoei-kosten gecompenseerd door een betere toegankelijkheid van de opstand en lagere oogstkosten. De uiteindelijke houtkwaliteit wordt dus veel sterker bepaald door dunnen en opsnoeien op latere leeftijd, dan door de plantafstand.

Samenvattend kan dus worden gezegd dat een gering verlies aan kwaliteit van het hout, zo dat al mocht optreden, geen bezwaar mag vormen voor toepassing van ruime plantverbanden. Enerzijds vanwege de economische voordelen van ruime plantverbanden (geen zuiveringskosten en lagere productie van onrendabele sortimenten) anderzijds vanwege het feit dat door eventueel opsnoeien de kwaliteit van het hout valt te verbeteren, indien dat wordt gewenst.

6. *Kosten van de bosaanleg in verband met de plantafstand*

Onder de kosten van bosaanleg zullen in het hierna volgende worden begrepen alle kosten die vóór en tijdens het planten en in de cultuur worden gemaakt met uitzondering van de zuiveringskosten.

Over de invloed van de grotere plantafstanden op de aanlegkosten zijn verschillende publikaties verschenen (2, 25, 26, 27, 29, 31). De auteurs gaan daarbij uit van het gebruik van plantsoen van dezelfde kwaliteit en met dezelfde afmetingen als bij de dichte plantverbanden wordt gebruikt. Zowel de directe plantkosten als de totale aanlegkosten blijken dan bij de grotere plantafstanden vaak aanzienlijk lager te liggen. Deze methode van berekenen

*) De onderzoeken in binnen- en buitenland hebben betrekking op beplantingen die met ongesorteerd of matig gesorteerd plantsoen zijn aangelegd. De gegevens zijn daarom slechts in beperkte mate bruikbaar. Vooral bij ruime plantverbanden zal de groei van de beplanting met ongesorteerd plantsoen zowel kwalitatief als kwantitatief achterblijven bij die met sterk gesorteerd plantsoen.

heeft evenwel bezwaren. Zoals in voorgaande hoofdstukken werd uiteengezet, is het noodzakelijk plantsoen te gebruiken dat aan bepaalde kwaliteitsnormen voldoet, die aan de groeiplaats zijn aangepast. Daarbij zullen zowel de kosten van het plantsoen als van het planten per plant stijgen.

In andere publikaties (5, 9, 21) worden de bosaanlegkosten bij geringe veranderingen in de plantafstand en bij gebruik van plantsoen van verschillende afmetingen berekend. Bij gebruik van het grootste plantsoen zijn daarbij de totale kosten van de aanleg het laagst. De hierbij toegepaste methoden van bosaanleg houden echter grote risico's in zodat het overnemen van een kostenberekening bezwaarlijk is.

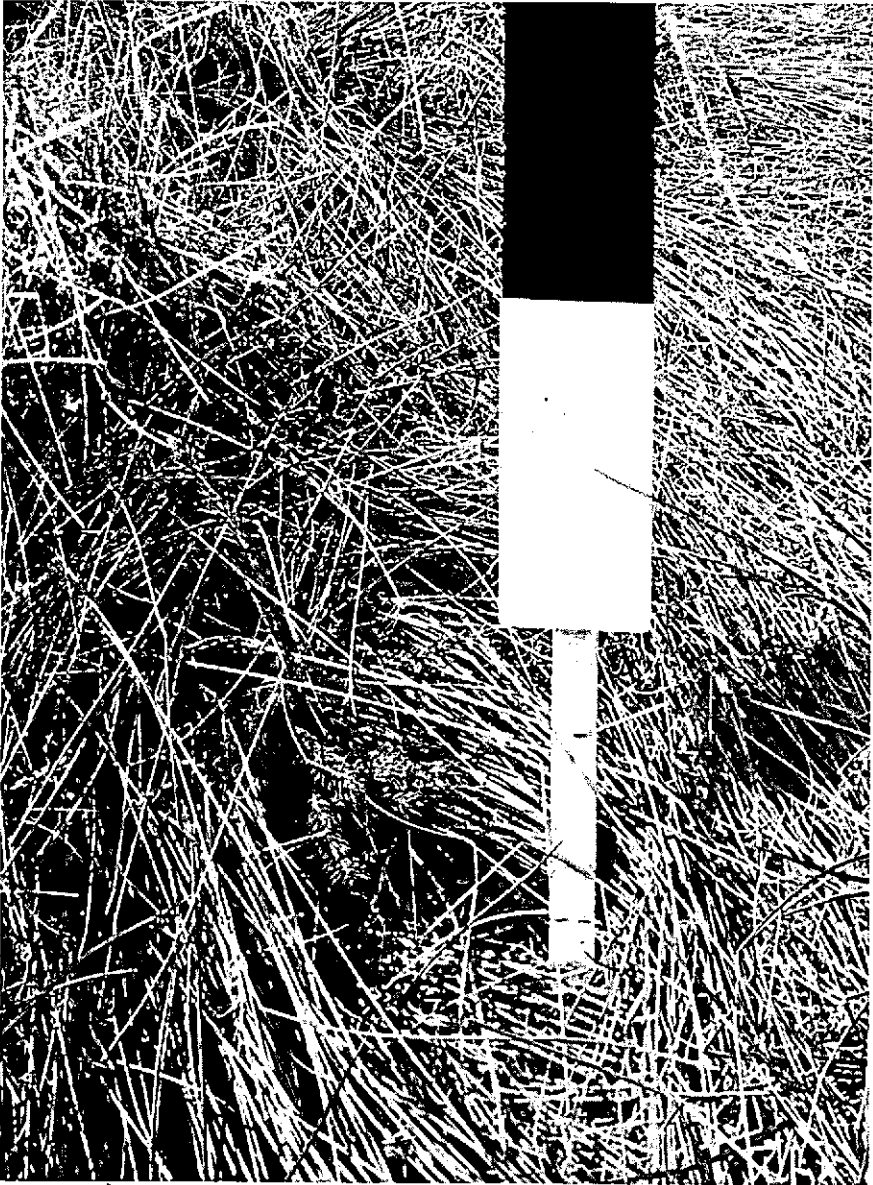
Met behulp van gegevens uit de literatuur valt geen vergelijking te maken tussen de kosten van bosaanleg bij toepassing van verschillende plantafstanden. De oorzaak daarvan is dat er bij het tot nu toe uitgevoerde onderzoek geen gebruik werd gemaakt van het voor ruime plantverbanden noodzakelijke aangepaste plantsoen, dat aan bepaalde kwaliteitsnormen voldoet.

Ook in ons land zijn niet voldoende gegevens beschikbaar om een exacte berekening op te zetten. Wel kan een globale lijst van kostenverhogende en kostenverlagende factoren worden samengesteld wanneer grotere plantafstanden worden toegepast:

- Het plantsoen wordt duurder (ruimere afstanden op de kwekerij, sterker gesorteerd en soms gedurende een langere periode op de kwekerij dan voorheen).
- Door een geringer aantal planten per ha kan het voorgaande geheel of ten dele worden gecompenseerd.
- De totale planttijd per ha neemt af bij gebruik van geringere aantallen planten; door de grotere omvang van het plantsoen neemt daarentegen de planttijd per plant toe (vooral ook door de langere rij- of looptijden per plant).
- De kosten per ha voor een behandeling met DDT, een plantsgewijze bemesting of vrijstelling, nemen door het geringere aantal planten af.
- Bij gebruik van plantsoen van hoge kwaliteit zal een onkruidbestrijding, behalve voor douglas, niet of nauwelijks nodig zijn. Dit betreft vooral een tamelijk laag blijvende vegetatie, zoals grassen en kruiden. Bij ernstig gevaar voor verwildering met loofhout e.d. zal overigens rekening moeten worden gehouden met een bestrijding die meermalen moet worden uitgevoerd.
- Een intensiever toezicht is noodzakelijk, zowel met betrekking tot het kweken en behandelen als tijdens het uitplanten van het plantsoen.
- Bij gebruik van steviger en groter plantsoen kan soms met minder kosten voor bescherming tegen kleinwild worden volstaan.

Het inboeten van een beplanting veroorzaakt in de praktijk veelal zeer hoge aanlegkosten. De kans op inboeten wordt vooral door de kwaliteit van het plantsoen en de houtsoortenkeuze beheerst. Juist bij toepassing van grotere plantafstanden moet aan deze punten extra zorg worden besteed.

Waarschijnlijk zullen de totale kosten van bosaanleg bij toepassing van



Voormalige landbouwgrond, twee jaar geleden beplant met tweejarige sitkaspar (*Picea sitchensis*). Regelmatig vrijstellen is noodzakelijk.
*Former agricultural soil, planted two years ago with two-year-old sitka spruce (*Picea sitchensis*). It is necessary to release the crop regularly.*

grotere plantafstanden ongeveer op hetzelfde niveau komen als bij de huidige houtteeltkundig verantwoorde methoden van bosaanleg. De kosten van bosaanleg zullen bij ruimere plantverbanden in ieder geval niet zo sterk dalen als sommige onderzoekers (2, 5, 9, 21, 28, 31) doen vermoeden.

7. Aanbevelingen voor enkele naaldhoutsoorten

Voor de belangrijkste naaldhoutsoorten zullen in een tabel aan het einde van dit hoofdstuk aanbevelingen worden gegeven met betrekking tot de kwaliteitsnormen van plantsoen en de toe te passen plantafstanden.

Het onderzoek is overigens nog niet zo ver gevorderd dat exacte voorschriften te geven zijn. Dit geldt met name voor de kwaliteitsnormen van het plantsoen. Men beschouwe deze als „voorlopig”. Bovendien kunnen de ideale plantafstanden pas exact worden bepaald, zodra voor onze omstandigheden en bij gebruik van sterk gesorteerd plantsoen van goede selecties of herkomsten opbrengsttabellen zijn samengesteld. Die ideale afstand wordt dan bepaald door de mogelijkheid om bij de dunning verkoopbare dimensies rendabel te oogsten. Voor Engeland heeft Wardle (31) een theoretische berekening gemaakt voor het bepalen van de economisch meest gunstige plantafstand van sitkaspar. Hij beschouwt daarbij zowel de variatie in plantkosten als de variatie in houtproduktie en geldopbrengst. Uitgaande van de meest pessimistische en de meest optimistische verwachting blijkt over het algemeen een verband van $\pm 2,5 \times 2,5$ meter (± 1700 planten per ha) de meest gunstige perspectieven te bieden. Een verband overigens dat in het onderstaande niet wordt aanbevolen vanwege bovengenoemde hiaten in het onderzoek en vanwege de problemen rond de plantsoenvoorziening. De aanbevolen plantverbanden houden dus in, dat er nog tenminste één keer een zuivering moet worden uitgevoerd.

7.1 *Pinus*

De planten, die uit een partij *Pinus*-zaad worden gekweekt, vertonen meestal een grote heterogeniteit, zowel in hun groeikracht als in hun vorm. Er worden daarom hoge eisen aan de sorteergraad gesteld. Ten opzichte van de andere naaldhoutsoorten vertonen de *Pinus*-soorten een langzame jeugd-groei en zijn ze in sterke mate gevoelig voor lichtconcurrentie. Bij toepassing van grotere plantafstanden op sterk vervuilende terreinen is het voor de *Pinus*-soorten dan ook uitermate belangrijk van ouder (groter) materiaal uit te gaan. In het verleden werden de *Pinus*-soorten zeer dicht gezaaid of geplant. Ook nu worden in Duitsland meestal nog meer dan 20.000 planten per ha geplant. In Nederland is een aantal van ± 10.000 stuks per ha nog zeer gebruikelijk. Juist voor de groveden geldt evenwel in sterke mate het kostenprobleem van de zuiveringen.

7.2 *Picea*

De *Picea*-soorten worden over het algemeen beschouwd als houtsoorten, die geruime tijd een dichte stand kunnen verdragen. Een dichte stand kan dan overigens wel met groeiremmingen gepaard gaan (4).



Bepanting met vierjarige groveden (*Pinus silvestris*), drie jaar geleden aangelegd.
 Plantverband $1,5 \times 1,5$ m; geen onkruidbestrijding.
*Plantation with four-year-old Scots pine (*Pinus silvestris*), planted three years ago.*
Spacing $1,5 \times 1,5$ m; no weed control.

Uit onkruidbestrijdingsproeven is gebleken, dat de *Picea*-soorten weinig gevoelig zijn voor onkruidconcurrentie. Alleen zeer sterke overgroeiing door onkruid is bezwaarlijk en dan vooral in droge jaren.

Het plantsoen is na een- of tweemaal sorteren op de kwekerij meestal voldoende homogeen.

Vooraf in Duitsland bestaat thans de neiging bij beplantingen van fijnspar gebruik te maken van groot plantsoen in ruime plantverbanden. Men denkt daarbij in het uiterste geval tot 3000 stuks per ha terug te kunnen gaan. Overigens zijn er voorbeelden uit Duitse, Zweedse en Belgische literatuur, dat bij veel ruimere plantverbanden ($5 \times 2,5$; $2,5 \times 2,5$ en 3×3 meter) nog een zeer goede houtproduktie wordt verkregen (1, 13, 19). Het zijn op het ogenblik meestal reeds oudere beplantingen, waaruit duidelijk blijkt, dat bij dunning de produktie van zwaardere sortimenten gunstiger ligt.

In de tabel wordt ook driejarige fijnspar vermeld. Over het algemeen zullen

deze planten slechts aan de kwaliteitseisen voldoen, wanneer ze in het najaar in de periode augustus—september als anderhalfjarige zaailingen worden verspeend.

7.3 *Pseudotsuga*

Reeds vroeger werden bij deze houtsoort grote plantafstanden toegepast (4×4 meter), waarbij vooral in Duitsland met loofhout werd gemengd en de bomen werden opgesnoeid.

Voor deze soort worden strenge eisen aan het sorteren gesteld; de partijen plantsoen zijn namelijk vaak zeer heterogeen. De douglas vertoont ook vaak de vorming van St. Jansloten en dubbelstammen, waardoor minder goede vormen kunnen ontstaan. In sommige gevallen blijkt het zogenaamde „op een zetten” een gunstige invloed te hebben, in andere gevallen niet, wanneer namelijk vroeg of laat opnieuw slechte vormen ontstaan. De mogelijkheid voor selectie moet dus aanwezig blijven, tenzij in de toekomst de in de handel gebrachte geselecteerde herkomsten deze verschijnselen niet meer vertonen.

De douglas is zeer gevoelig voor onkruidconcurrentie, speciaal van grassen en heide. Een bestrijding daarvan zal vooral in de eerste twee jaren na de aanleg gunstig zijn voor de ontwikkeling van de douglas.

7.4 *Larix*

Deze houtsoort vertoont een snelle jeugdgroei en is vrij goed tegen onkruidconcurrentie bestand. Het is een lighthoutsoort, die een ruime stand zeer goed verdraagt (Gathy (6): 2×2 of 2×3 meter, Kramer (14, 15): 2×2 meter).

Bij lariks doet zich een probleem voor waardoor de toepassing van grotere plantafstanden in gevaar komt. Vaak komen namelijk in lariksculturen slechte vormen voor: slingerende scheuten, instervende scheuteinden, achterblijvende eindscheut en bossige vormen. Deze verschijnselen hebben waarschijnlijk verschillende oorzaken (16). Ten dele zijn die oorzaken van bodemkundige aard (o.a. wellicht tweede generatie lariks op rijkere gronden) ten dele van genetische aard. Bij de aanleg zal men daarom rekening moeten houden met het selecteren op goede vormen in de cultuur.

In de hierna volgende tabel zijn de aangegeven aantallen planten per ha gebaseerd op de overweging dat bij toepassing van ruimere plantverbanden sterker gesorteerd plantsoen moet worden gebruikt. In het voorgaande werd behandeld dat een sterkere sortering in meer fasen dient te geschieden zodat het kweken van ouder plantsoen noodzakelijk is. *De toe te passen plantafstand is dus afhankelijk van de mate waarin het plantsoen kan worden gesorteerd.*

Op sterk vervuilende terreinen zal meestal het gebruik van ouder plantsoen, dat aan de hier genoemde voorwaarden voldoet, de minste risico's bij de bosaanleg opleveren. Op minder sterk vervuilende terreinen, of op terreinen waar de vegetatie gemakkelijk en verantwoord kan worden bestreden, kan ook jonger plantsoen worden gebruikt. De plantafstand dient dan evenwel te worden aangepast.

Lijst met voorlopige kwaliteitsnormen voor plantsoen en het daarbij behorende globale aantal planten per ha.

List of provisional standards of quality for planting stock and the approximate number of plants per ha related to them.

houtsoort <i>species</i>	leeftijd plantsoen age of planting stock	aard van het plantsoen <i>type of planting stock</i> + = verspeend transplanted a = afgepend undercut	min. lengte min. length (cm)	min. diam. wortel- hals min. diam. root collar (mm)	max. verh. lengte/ diam. max. length/ diam. ratio	globaal aantal appr. number (ha)	verband spacing (m)
<i>Pinus silvestris</i>	2	1 + 1	12	5	± 2,5	4500	2 × 1,10
	3	1 + 1 + 1	20	8	± 2,5	2500	2 × 1,40
	4	1 + 1 + 1 + 1	40	16	± 2,5	2500	2 × 2
<i>Pinus nigra</i>	3	1a 1 + 1	15	6	± 2,5	3500	2 × 1,40
	4	1a 1 + 1a 1 (1a 1 + 1 + 1)	20	9	± 2,5	3000	2 × 1,70
	5	1a 1 + 1a 1 + 1	35	15	± 2,5	2500	2 × 2
<i>Picea abies</i>	3	1½ + 1½	30	8	4	2500	2 × 2
	4	1½ + 2½ (2 + 2)	40	10	4	2500	2 × 2
	5	1½ + 1½ + 2	80	20	4	2000	2,5 × 2
		1½ + 2 + 1½					
6	1½ + 2 + 2½	100	25	4	2000	2,5 × 2	
	2 + 2 + 2						
<i>Picea sitchensis</i>	3	1½ + 1½	40	8	5	2500	2 × 2
	4	1½ + 2½ (2 + 2)	50	10	5	2500	2 × 2
	5	1½ + 1½ + 2	100	20	5	2000	2,5 × 2
		1½ + 2 + 1½					
6	1½ + 2 + 2½	125	25	5	2000	2,5 × 2	
	2 + 2 + 2						
<i>Pseudotsuga menziesii</i>	3	1 + 2 (60-80 cm)	60	12	5	3500	2 × 1,40
	3	1 + 2 (80 cm en op)	80	17	4,5	3500	2 × 1,40
	4	2 + 2	75	16	4,5	2500	2 × 2
	5	1 + 2 + 2	125	29	4,5	2000	2,5 × 2
<i>Larix spec.</i>	2	1 + 1	50	10	5	4500	2 × 1,10
	3	1 + 1 + 1 (1 + 1a 1)	100	20	5	3500	2 × 1,40
	4	1 + 1 + 1 + 1	150	25	6	3500	2 × 1,40
		1a 1 + 1a 1 1 + 1a 1 + 1					

8. Conclusie

Vanwege economische motieven bestaat de noodzaak tot het toepassen van ruime plantverbanden.

Toepassing van ruimere plantverbanden is zonder bezwaar mogelijk wanneer bij de bosaanleg een verantwoorde houtsoortenkeuze plaats vindt en plantsoen wordt gebruikt dat aan de groeiplaats is aangepast en dat aan door praktijkonderzoek vastgestelde kwaliteitsnormen voldoet.

De belangrijkste voorwaarde voor de toepassing van ruimere plantverbanden is een goede organisatie van de plantsoenvoorziening (het opstellen van een plan in de bosbouwsector en verdere ontwikkeling van het kwekerijbedrijf).

Literatuur:

1. Abetz, P. Zur Bestandsbegründung und Jungbestandspflege in Fichte. Forst- u. Holzw. 21, 1966 (77-80).
2. Altherr, E. Beiträge zum Schwachholzproblem im Fichtenbetrieb. Allg. Forst- u. Jagdztg. 136 (3) 1965 (53-72).
3. — Die Bedeutung des Pflanzverbandes für die Leistung der Fichtenbestände. Allg. Forstzeitschr. 21 (11/12) 1966 (191-200).
4. Assmann, E. Waldertragskunde, organische Produktion, Struktur, Zuwachs und Ertrag von Waldbeständen. München, 1961 (1-490).
5. Bechtold, J. Der Kiefernpflanzverband; eine persönliche Wandlung in der Beurteilung. Allg. Forstzeitschr. 18 (11/12) 1967 (201-202).
6. Gathy, P. Distance de plantation. Bull. S.R. For. Belg. 72 (8-9) 1965 (325-332).
7. Goor, C. P. van. Eisen aan naaldhoutplantsoen te stellen en de consequenties voor de kweekmethoden. Ned. Bosbouw Tijdschr. 38 (1) 1966 (20-28).
8. — Beperkende factoren bij de houtsoortenkeuze. Ned. Bosbouw Tijdschr. 39 (1) 1967 (15-22).
9. Gutschik, Erfahrungen mit grossen Nadelholzpflanzen. Allg. Forstzeitschr. 22 (11-12) 1967 (179-181).
10. Hutnik, R. J., and K. H. Hickok. Effect of spacing on dry matter production in red pine plantations. Contr. XIV. IUFRO-Kongress, München 4 (23) 1967 (314-328).
11. Hellinga, G. Houtteeltkundige problemen ten gevolge van de moeilijke afzet van kleine sortimenten. Ned. Bosbouw Tijdschr. 34 (8) 1962 (300-305).
12. Koster, R. Keuring en selectie van zaad en plantsoen. Ned. Bosbouw Tijdschr. 38 (1) 1966 (3-19).
13. Kramer, H. Kulturverbandsversuche. Forst- u. Holzw. 15 (23) 1960 (1-11).
14. — Kronenaufbau und Kronenentwicklung gleichalter Fichtenpflanzbestände. Allg. Forst- und Jagdztg. 133 (11) 1962 (249-256).
15. Kramer, H. Crown development in conifer stands in Scotland as influenced by initial spacing and subsequent thinning treatment. Forestry 39 (1) 1966 (40-58).
16. Langner, W. Zum Problem des Misswuchsanteiles in Lärchennachkommensschaften. Allg. Forstztg. 77 (5) 1966 (90-92).
17. Lynden, K. R. van. De houtsoortenkeuze in verband met de bodem. Ned. Bosbouw Tijdschr. 39 (1) 1967 (3-14).
18. Merkel, O. Der Einfluss des Baumabstandes auf die Aststärke der Fichte. Allg. Forst- u. Jagdztg. 138 (6) 1967 (113-125).
19. Meurice, C. Résultats concernant une expérience sur l'écartement à donner aux plantations d'épicéas. Bull. S.R. For. Belg. 74 (8-9) 1967 (365-371).
20. Møller, C. M. The influence of pruning on the growth of conifers. Forestry 33 (1) 1960 (37-53).
21. Reissinger, G. Fichten-Grosspflanzen. Allg. Forstzeitschr. 19 (11) 1964 (158).
22. Schmidt-Vogt, H. Zwischen engen und weiten Verbänden. Forst- u. Holzw. 21 (4) 1966 (73-77).
23. — Wachstum und Qualität von Forstpflanzen. München, BLV, 1966 (1-210).
24. Sikkel, D. Naar een grotere plantafstand bij naaldhoutculturen. Ned. Bosbouw Tijdschr. 35 (10) 1963 (396-404).
25. Stiel, W. M. Twenty-year growth of red pine planted at three spacings. Publ. Dept. Forestry, Ottawa, 1045, 1964 (1-24).
26. — Red pine crown development in relation to spacing. Publ. Dept. Forestry, Ottawa, 1145, 1966 (1-44).
27. Strehlke, E. G. Kostensenkung durch billigere Kulturen. Forst- u. Holzw. 19 1964 (61-64).
28. Thonon, H. Considération sur l'accroissement des pins de Corse en fonction de l'écartement de plantation. Bull. S.R. For. Belg. 70 (3) 1963 (172-185).
29. Vanselow, K. Die Frage des Pflanzverbandes bei der Fichte. Holz-Zentr. bl. 85 (49) 1959 (649-651).

30. Voûte, A. D. Cultuurmaatregelen die de weerstand van de bossen tegen insektenplagen verhogen. Ned. Bosbouw Tijdschr. 33 (1) 1961 (11-20).
31. Wardle, P. A. Spacing in plantations; a management investigation. Forestry 40 (1) 1967 (47-69).

Samenvatting en conclusies

DE STUDIEKRINGCOMMISSIE

Het voornaamste motief voor de toepassing van wijdere plantverbanden wordt gevormd door de sterk gestegen arbeidskosten bij aanleg en zuivering. Door de hoge kosten worden de kosten van de bij nauwe plantverbanden noodzakelijke vroegtijdige zuiveringen en van de eerste dunningen niet gedekt door de opbrengsten. Houtteeltkundig lijkt de toepassing van ruime plantverbanden zonder bezwaar mogelijk, wanneer de houtsoortenkeuze verantwoord is en plantsoen wordt gebruikt dat aan hoge kwaliteitseisen voldoet. Daarbij moet er echter wel op worden gewezen dat nog weinig feitelijke gegevens bekend zijn over de konsekwentie op het totale complex van groei-plaatsfactoren. Vooral als men bedenkt, dat de beplanting een aantal jaren later in sluiting zal komen.

Een probleem is de teelt van het plantsoen. Technisch is deze wel mogelijk, maar dat eist van de kwekers, naast een andere wijze van telen, grote investeringen in verband met een ver doorgevoerde mechanisatie en de bouw van koelruimten. Dit zal zeker voor de kleinere bedrijven moeilijkheden opleveren. Een technisch-organisatorische aanpassing van het kwekerijbedrijf is dan ook noodzakelijk. Hierdoor doet zich ook de noodzaak voelen van een prognose van de afname van het grotere plantsoen en wel voor minstens enkele jaren achtereen. Zonder een dergelijke prognose wordt het risico van de teelt van dit duurdere plantsoen voor de kwekers wel erg groot. Overleg tussen kwekers, afnemers en onderzoek hierover is dan ook dringend noodzakelijk. De Studiekringcommissie zal overwegen hoe zij dit overleg kan bevorderen, waarbij in eerste instantie gedacht zou kunnen worden aan contact tussen Vereniging van Boseigenaren en de Vereniging van Boomzaadhandelaren-eesters en bosplantsoenkwekers. Tevens dient te worden nagegaan hoe duur het plantsoen van goede kwaliteit wordt, want uit de discussies bleek duidelijk dat de meningen hierover nog verdeeld zijn. Overigens is voor een regelmatige afname van het plantsoen ook, zij het op langere termijn, de continuïteit van de velling en daarmee de afzet van het hout van bijzonder groot belang. Ook de bosbeheerder zal zijn methoden moeten aanpassen en er begrip voor moeten hebben dat de plantsoenprijs — per stuk — belangrijk zal stijgen. Nog meer dan tot nu toe zal hierover voorlichting gegeven dienen te worden.