

EFFICIENCY EN SLAGING BIJ PLANTEN MET
HANDGEREEDSCHAP ¹⁾

EFFICIENCY AND SURVIVAL WITH SEVERAL METHODS OF
HAND PLANTING
[307 : 232.42]

door/by

M. BOL

SUMMARY

As a result of compound interest calculations, justified cost savings with formation of stands, have a considerable effect on the financial results of forest enterprises. For this reason some years ago, a series of experiments was conducted to inquire into the possibilities of rationalization of hand planting. In the near future an increased utilization of several types of planting machines can be expected (1). However, there will still remain a use for hand planting, especially on sites, which, for reasons of size, form or topography, are less suited for mechanical planting.

The aims of the experiments (carried out in the years 1956 to 1959 inclusive) were:

to inquire into the influence of root pruning, puddling and several planting tools on the survival of two year old Pinus species (A experiments).

to inquire into the influence of several planting tools and working methods on planting time and plant survival, again with two year old Pinus (B experiments).

On each site planting was done by two forest workers, about one week after the moment of heeling in; sites 1—9 were planted by the same workers, sites 10—12 in each case by two other workers. Distance of rows was about 1.00 to 1.25 m, plant distance on the average 0.80 m.

The criteria of superiority was measured by mortality (unit of treatment was a row of mostly 100 plants). Mortality rate was determined about five months after planting; in some cases (sites 1, 2, 3, 4 and 8) a second count was made one year after the first.

On sites 1, 2 and 3 moreover the longest shoot of the second growing season was measured once every 7 m in each row. Data on experiments, soil treatment and planting stock are collected in table 1.

A number of designs was used for the planting experiments. For the A experiments a factorial design with the factors root pruning (S), puddling (M) and planting tools (G), each at three levels was used, with confounding of one of the components of the interaction MSG with block effect. For the B experiments the design was a non-orthogonal split-plot with a first grouping in planting tools (G), a second grouping in working method (W) and a

¹⁾ Publikatie van de Stichting Bosbouwproefstation „De Dorschkamp” en de afdeling Bosexploitatie en Boshuishoudkunde van de Landbouwhogeschool. Verschijnt tevens als Korte Mededeling nr. 62 van het Bosbouwproefstation.

third in subjects (P); the 1959 design was a 2³ scheme with the factors puddling (M), working method (W) and subjects (P). Details with regard to statistical analysis are given in (2).

A experiments. Root pruning was executed by trimming the roots as far as about 15 cm (measured to the root collar) with root scissors (photo 1). Table 2 shows that this treatment has no effect on mortality, after the first or second growing season. Neither has puddling (photo's 2 and 3) any measurable effect (table 3). In the A experiments a planting wedge, a planting borer and a planting hoe (photo 5) were used as planting tools. Planting was done as one-man work; with the wedges, according to the method "plant after plant" (photo 8), which means: making a slit, planting, closing the slit by pushing the soil by pressure of the foot (contrary to the method "first wedging, then planting" (photo 9), which means: making all planting slits in a row first, followed by planting all plants in that row).

It is argued that the planting wedge creates a fulcrum point, which produces an opening at the bottom of the planting hole, resulting in higher mortality. Therefore the method "reinserting the wedge a few cm from the first position", was specially introduced (photo 4); by applying this method, followed by tramping the soil into place with the foot, the opening would disappear. Table 4 illustrates that as a rule there are no significant differences between planting tools with regard to mortality; nor has the method of reinserting the wedge any effect. As appears from table 5 the length of the shoot of the second growing season shows no systematic variation.

B experiments. Table 6 shows that working method (one-man work versus two-man work) and planting tool have no significant influence on mortality after the first growing season (see also table 4). However, from the viewpoint of time consumption (measured with time studies), one-man work is much more favourable than two-man work; the use of wedges, especially the iron wedge, is to be preferred above the planting hoe or the planting borer.

From table 7 it is apparent that the method "plant after plant" is more time-consuming, but results in a somewhat lower mortality than the method "first wedging, then planting".

From table 8 the conclusion can be drawn that there are significant differences between forest workers, with regard to plant mortality. It was noticed that worker a was tramping the soil around the plant with a heel, worker b was doing this by pressure of a toe. The hypothesis that packing by a heel results in better fastening of the plants (as measured by pulling up 5% of the plants, with the aid of a steelyard), was affirmed in a split-plot design with a main grouping in subjects and a sub-grouping in methods (table 9). However, the differences, as mentioned in table 9, did not result in a significant difference in mortality rate (table 10).

Mortality after the first growing season amounts to about 20% on the average. The differences in mortality between sites are significant. Data in table 11 do not make it probable that tree species, pF value and total volume of pores are responsible for these differences.

On the average, a plant production of a good 300 plants per man-hour (including 30% "general times") was reached in investigations for the quickest planting method (one-man work, iron wedge, method "first wedging, then planting") (table 12). This is comparable to a labour-input of about 32 man-

hours per ha (10.000 plants), which can be regarded as a normal labour input for well-trained forest workers (working on sandy soils, where a furrow slice is removed with a forest plough).

I. Inleiding

Tengevolge van de renterekening hebben verantwoorde verlagingen van cultuurkosten een beduidend effect op de financiële uitkomsten van het bosbedrijf. Met deze gedachte als achtergrond is enkele jaren geleden een onderzoek ingesteld naar de mogelijkheden van rationalisatie bij plantwerk met handgereedschappen. Dit onderzoek maakte deel uit van de activiteiten van een werkgroep Rationalisatie Bosaanleg, waarin het Bosbouwproefstation, de afdelingen Bosexploitatie, Houtteelt en Wiskunde van de Landbouwhogeschool, de Koninklijke Nederlandsche Heidemaatschappij en het Staatsbosbeheer samenwerkten. Hoewel voor de toekomst, in verband met de stijgende arbeidskosten, verwacht mag worden dat ook plantwerk in toenemende mate gemechaniseerd wordt (1, 3), zal planten met handgereedschap betekenis houden, zij het wellicht in beperkte mate, vooral op terreinen die voor machinaal werk door b.v. ligging, grootte, vorm of topografie minder geschikt zijn.

Het onderzoek is uitgevoerd door ir A. G. Gerritsen en de schrijver van dit rapport, beiden toen verbonden aan de afdeling Bosexploitatie en dr J. van Soest, in die tijd werkzaam bij het Bosbouwproefstation. Onontbeerlijke medewerking verleende ir S. H. Justesen van de afdeling Wiskunde bij het opstellen en bij de verwerking van de proefschemata's.

Doel van de in het najaar van 1956 en in het voorjaar van 1957, 1958 en 1959 genomen proeven was om na te gaan:

welke invloed wortelsnoei, „modderen” en plantgereedschap hebben op het aanslaan van tweejarige Pinussoorten (A proeven — hoofdstuk II).

welke invloed verschillende plantgereedschappen en werkmethoden hebben op de voor het planten benodigde arbeidstijd enerzijds en op het aanslaan anderzijds, opnieuw bij tweejarige Pinussoorten (B proeven — Hoofdstuk III).

Voor dit doel kon dank zij de medewerking van de Koninklijke Nederlandsche Heidemaatschappij en het Staatsbosbeheer gebruik worden gemaakt van de in tabel 1 vermelde objecten.

Het bij de plantproeven gebruikte plantmateriaal was tweejarig handelsplantsoen, met uitzondering van object 1 (plantsoen uit gemeentelijke kwekerij). Het plantsoen werd nadat de bundels waren losgemaakt op een schaduwrijke plaats in een gespitte vore ingekuuld.

Het planten gebeurde op elk object met twee personen, ongeveer één week na het inkuilen; de objecten 1 t/m 9 werden door dezelfde twee man (instructeurs van de Stichting Bosbouw Praktijk Onderwijs) ingeplant, de objecten 10, 11 en 12 door telkens twee andere bosarbeiders. De rijafstand was ongeveer 1,00 tot 1,25 m, de plantafstand gemiddeld 0,80 m.

De plantproeven zijn beoordeeld op hun aanslaan, door per behandelings-eenheid (één rij met bekend aantal, meestal ongeveer 100 planten) het aantal dode planten (geen groene naalden en geen levende top) te tellen en in een percentage van het oorspronkelijke aantal uit te drukken. De uitvalpercentages zijn vastgesteld ongeveer vijf maanden na het planten; op enkele objecten (1, 2, 3, 4 en 8) is bovendien ongeveer een jaar na de eerste telling een tweede telling uitgevoerd.

Tabel 1. Gegevens over proeven, proefterreinen en plantsoen

object site	A proef experiment A	B proef experiment B	grondbewerking soil treatment	houtsoort tree species
1 Horst	vak 1 c	vak 16	bosploegbewerking <i>furrowing</i>	<i>Pinus silvestris</i>
2 Barchem	vak x		bosploegbewerking <i>furrowing</i>	<i>Pinus silvestris</i>
3 Chaam	vak 54 b	vak 54 b	bosploegbewerking <i>furrowing</i>	<i>Pinus nigra</i> var. <i>corsicana</i>
4 Austerlitz	vak 58 c	vak 58 a	bosploegbewerking <i>furrowing</i>	<i>Pinus nigra</i> var. <i>corsicana</i>
5 Hooghalen	vak 42	vak 42	Hessische boscultivator <i>scarifying</i>	<i>Pinus nigra</i> var. <i>austriaca</i>
6 Ulvenhout	vak 10 b	vak 10 b	ploegen, eggen <i>ploughing, harrowing</i>	<i>Pinus silvestris</i>
7 Austerlitz	vak 48 j	vak 48 j	bosploegbewerking <i>furrowing</i>	<i>Pinus silvestris</i>
8 Hoenderlo	vak 31 b	vak 31 b	bosploegbewerking <i>furrowing</i>	<i>Pinus silvestris</i>
9 Haarle	vak 133 b	vak 133 b	bosploegbewerking <i>furrowing</i>	<i>Pinus silvestris</i>
10 Chaam		vak 91	onbewerkt <i>no treatment</i>	<i>Pinus silvestris</i>
Chaatm		vak 91	onbewerkt <i>no treatment</i>	<i>Pinus nigra</i> var. <i>corsicana</i>
11 Kootwijk		vak 5	bosploegbewerking <i>furrowing</i>	<i>Pinus silvestris</i>
Kootwijk		vak 5	bosploegbewerking <i>furrowing</i>	<i>Pinus nigra</i> var. <i>austriaca</i>
12 Borger		vak 69 a	plantplekken <i>spot scalping</i>	<i>Pinus nigra</i> var. <i>austriaca</i>
Borger		vak 69 a	plantplekken <i>spot scalping</i>	<i>Pinus nigra</i> var. <i>corsicana</i>

In hoofdstuk IV wordt ingegaan op de invloed van de bosarbeiders op de plantslaging, in hoofdstuk V op de verschillen in plantslaging tussen de objecten en in hoofdstuk VI op de productie per man-uur; conclusies volgen in hoofdstuk VII.

II. De invloed van wortelsnoei, modderen en plantgereedschap op het aanslaan (A proeven)

Wortelsnoei

De wortels van een deel van het gebruikte plantmateriaal zijn of bij het inkuilen of bij het uitplanten met een wortelschaar ingekort tot ongeveer 15 cm (gemeten tot aan de wortelhals); de wijze waarop dit is gebeurd, is te zien op foto 1. Een deel van het plantsoen is niet gesnoeid. Als motief voor wortelsnoei geldt enerzijds dat dit een betere haarwortelontwikkeling zou geven, hetgeen zou resulteren in een beter aanslaan en anderzijds dat het het planten zou vergemakkelijken.

Table 1. Data on experiments, sample plots and planting stock

inkuilen heeled in, on	uitplanten trees planted on	1e sterfte- telling mortality rate deter- mined in	2e sterfte- telling mortality rate deter- mined in	jaarscheut- meting shoot of first growing season measured in
27-11-1956	3 t/m 8-12-1956	8-1957	8-1958	8-1958
12- 3-1957	18 t/m 19- 3-1957	8-1957	9-1958	9-1958
20- 3-1957	25 t/m 28- 3-1957	8-1957	8-1958	8-1958
26- 3-1957	1 t/m 5- 4-1957	8-1957	8-1958	—
2- 4-1957	8 t/m 12- 4-1957	—	—	—
17- 3-1958	26 t/m 27- 3;	8-1958	—	—
	17 t/m 18- 4-1958			
26- 3-1958	31-3 t/m 3-4-1958	8-1958	—	—
31- 3-1958	8 t/m 10- 4-1958	8-1958	8-1959	—
9- 4-1958	14 t/m 16- 4-1958	9-1958	—	—
9- 3-1959	16 t/m 18- 3-1959	8-1959	—	—
9- 3-1959	16 t/m 18- 3-1959	8-1959	—	—
16- 3-1959	23 t/m 25- 3-1959	8-1959	—	—
16- 3-1959	23 t/m 25- 3-1959	8-1959	—	—
24- 3-1959	31-3 t/m 2-4-1959	8-1959	—	—
24- 3-1959	31-3 t/m 2-4-1959	8-1959	—	—

Modderen

Van een deel van het plantsoen zijn de wortels bij het inkuilen of bij het uitplanten „gemodderd”. Dit modderen gebeurde bij het inkuilen door de wortels in de inkuilvoren te begieten met water en ze daarna met aarde af te dekken; indien het modderen bij het uitplanten gebeurde, dan werden de wortels in een emmer water gedompeld (foto 2) en vervolgens „geveegd” over rulle grond (foto 3). Door dit modderen zou het aanslaan van de planten worden bevorderd.

Plantgereedschappen

Het planten gebeurde in eenmanswerk met een plantwig of met een plantboor, methode „plant voor plant”, d.w.z. een plantgat maken en direct inplanten (dit in tegenstelling tot de methode „heen wiggén, terug planten”, waarbij eerst de plantgaten worden gestoken, later gevolgd door inplanten). Bij het werken met de plantwig is al of niet „nagestoken” (foto 4). Dit nasteken (na het planten de wig nog eens enkele cm's achter de plant in de



Foto 1. Inkorten van wortels met de wortelschaar*)
 Photo 1. Root pruning with root scissors

grond steken) zou de plantslagings verhoging, omdat een tijdens het „wiggen” ontstane holte rond de wortels hierdoor zou worden dichtgedrukt.

De gebruikte plantwig was een ijzeren wig, gewicht 4500 g, lengte van hilt tot onderkant blad 0,80 m, behalve op object 1 waar een houten wig, gewicht 3500 g, lengte 0,80 m, werd gebruikt. De kleine plantboor woog 1900 g, lengte 0,80 m. Object 1 wijkt nog af, omdat daar een Zweedse planthak (gewicht 1600 g, steellengte 0,80 m), gebruikt is in plaats van „wig met nastek” (foto 5). (Deze planthak wordt in de grond geslagen, zo, dat het blad een verticale stand heeft; na heffen en weer in horizontale stand brengen van de steel ontstaat vóór het blad een plantgat.)

Proefschema

De invloed van wortelsnoei, modderen en plantgereedschap op de plantslagings is nagegaan in de A proeven van de objecten 1 t/m 9. De proeven waren opgezet als factorproeven met drie factoren:

wortelsnoei (S) modderen (M) gereedschap (G)
 elk in drie trappen (met strengeling van een component van de interactie MSG met blokeffect):

*) Dr. J. van Soest, foto 1, 2, 3, 4, 8. J. B. W. Weg, foto 5, 6, 7. Ir. G. Smit, foto 9.



Foto 2. Modderen bij uitplanten; dompelen in water
 Photo 2. Puddling at time of planting; dipping in water

geen snoei	(1)	modderen bij uitplanten	(3)
snoei bij inkuilen	(2)	wig zonder nastEEK	(1)
snoei bij uitplanten	(3)	wig met nastEEK	(2)
niet modderen	(1)	plantboor	(3)
modderen bij inkuilen	(2)		

De invloed van modderen is bovendien nog nagegaan in de B proeven van de objecten 10 t/m 12 in een factorproef met drie factoren:

modderen (M)

werkmethode (W)

personen (P)



Foto 3. Modderen bij uitplanten; vegen over rulle grond
Photo 3. Puddling at time of planting; sweeping of roots on soil surface

elk in twee trappen:

niet modderen	(1)	heen wiggen, terug planten	(2)
modderen bij inkuilen	(2)	persoon	(1)
plant voor plant	(1)	persoon	(2)

Bij deze laatstgenoemde objecten (10 t/m 12) waren „personen” als onafhankelijke factor ingevoerd in tegenstelling tot de A proeven van de objecten 1 t/m 9.

Bij alle proeven gold een plantrij van ongeveer 100 planten als behandelingsseenheid. De A proeven telden allemaal 54 rijen, waarvan 1 t/m 27 geplaat door arbeider a en 28 t/m 54 door arbeider b.

Effect van wortelsnoei op plantslaging

Het effect van wortelsnoei op de plantslaging is nagegaan op de objecten 1 t/m 9. Een van deze objecten (nr 5) moest worden afgeschreven, omdat (na bewerking met de Hessische boscultivator) een zodanige verwildering



Foto 4. Nasteken met plantwig
 Photo 4. Reinserting the planting wedge to avoid an opening at the roots

van bunt opgetreden was dat beoordeling van het aanslaan ondoenlijk was. De uitkomsten zijn weergegeven in tabel 2.

De verschillen tussen de behandelingen per object zijn (na boogsinus transformatie) niet significant ($P < 0,05$), d.w.z. uit het beschikbare materiaal kan niet worden geconcludeerd dat wortelsnoei, op welk tijdstip ook uitgevoerd, invloed heeft op het sterftepercentage. Zo de theorie dat wortelsnoei de ontwikkeling van haarwortels stimuleert al juist is, dan heeft dit niet geresulteerd in een beter aanslaan. Op de vraag of gesnoeid plantsoen gemakkelijker plant, zal straks nog worden terug gekomen.

In (5) heeft men zich bezig gehouden met snoei van *Picea glauca*. Deze snoei werd echter op het kweekbed, een jaar voor het uitplanten, uitgevoerd. Bij wortelsnoei werden drie stadia gekozen: zwaar (op een diepte van ongeveer 4 cm beneden bodemoppervlak), matig (op ongeveer 8 cm) en licht

Tabel 2. Effect van wortelsnoei op sterftepercentage van de beplanting na het eerste groeiseizoen; tussen haakjes de uitkomsten van de telling na het tweede groeiseizoen.

Table 2. Effect of root pruning on mortality rate after first growing season; in brackets results after second growing season.

object site	geen wortelsnoei no root pruning	snoei bij inkuilen pruning at time of heeling in	snoei bij uitplanten pruning at time of planting
	sterftepercentages/mortality rate		
1	20 (24)	17 (23)	18 (22)
2	5 (34)	6 (33)	5 (31)
3	25 (36)	23 (34)	25 (39)
4	13 (33)	14 (31)	12 (31)
6	27	24	23
7	15	16	18
8	22 (60)	25 (59)	22 (56)
9	36	37	37
gemiddeld mean	20	20	20

(op ongeveer 12 cm). Behalve wortelsnoei werd ook de invloed van snoei der topscheut nagegaan. De conclusie was dat snoei van de topscheut alleen, noch invloed had op het slagingspercentage in de kwekerij, noch op dat na uitplanten op het veld. Zware wortelsnoei had een ongunstige invloed op de slaging in de kwekerij, matige wortelsnoei had geen, lichte snoei een gunstige invloed; de invloed op de slaging op het veld was echter bij alle drie stadia nihil. *Combinatie* van matige wortelsnoei en snoei der topscheut bleek geen invloed te hebben op de slaging in de kwekerij, echter een gunstig effect bij uitplanten op het veld.

De uitkomsten wijzen in zoverre in dezelfde richting als tabel 2, dat „lichte” wortelsnoei (vergelijkbaar met snoei tot ongeveer 15 cm vanaf de wortelhals) geen invloed heeft op het slagingspercentage.

Effect van modderen op plantslaging

Het effect van modderen op de plantslaging is nagegaan op de objecten 1 t/m 12. Om eerder vermelde reden is object 5 afgevallen. Tabel 3 geeft de uitkomsten.

Uit tabel 3 blijkt dat aan de invloed van modderen op het sterftepercentage geen praktische betekenis kan worden toegekend (de twee significante effecten, objecten 6 en 10, wijzen niet in dezelfde richting). Het onderzoek heeft zich over vier jaren uitgestrekt, onder zeer verschillende weersomstandigheden. Er is bijvoorbeeld bij droog en schraal weer geplant op de objecten 4, 8 en 10; ook op deze objecten is van een gunstige invloed op het sterftepercentage niets te bespeuren.

Effect van plantgereedschap op plantslaging

Het effect van plantgereedschap op het aanslaan is onderzocht op de objecten 1 t/m 9 (weer met uitzondering van object 5). De uitkomsten zijn in tabel 4 opgenomen.

Table 3. Effect van modderen op sterftepercentage van de beplanting na het eerste groeiseizoen; tussen haakjes de uitkomsten na het tweede groeiseizoen. De vetgedrukte cijfers geven een significant effect aan.

Table 3. *Effect of puddling on mortality rate after first growing season; in brackets results after second growing season. Heavy typed figures refer to significant differences.*

object site	niet modderen <i>no puddling</i>	modderen bij inkuilen <i>puddling at time of heeling in</i>	modderen bij uitplanten <i>puddling at time of planting</i>
	sterftepercentage / mortality rate		
1	18 (23)	18 (22)	19 (23)
2	7 (34)	5 (33)	6 (30)
3	23 (33)	24 (37)	27 (39)
4	12 (31)	14 (33)	12 (30)
6	25	21	27
7	17	16	18
8	24 (59)	21 (58)	24 (58)
9	39	37	34
gemiddeld mean	21	20	21
10	46	53	
	41	43	
11	11	12	
	15	14	
12	15	15	
	20	19	
gemiddeld mean	25	26	

Tabel 4. Effect van plantgereedschap op sterftepercentage van de beplanting na het eerste groeiseizoen; tussen haakjes de uitkomsten na het tweede groeiseizoen. De vetgedrukte cijfers geven een significant effect aan.

Table 4. *Effect of planting tools on mortality rate after first growing season; in brackets results after second growing season. Heavy typed figures refer to significant differences.*

object site	wig zonder nastEEK <i>planting wedge</i>	wig met nastEEK <i>planting wedge; reinserting the wedge after planting</i>	plantboor <i>planting borer</i>	planthak <i>planting hoe</i>
	sterftepercentages / mortality rate			
1	20 (24)	—	17 (21)	19 (24)
2	5 (35)	6 (30)	5 (32)	
3	28 (37)	23 (36)	23 (36)	
4	11 (30)	13 (31)	14 (33)	
6	23	28	23	
7	18	17	15	
8	22 (61)	23 (62)	24 (52)	
9	34	39	38	
gemiddeld mean	20	21	20	

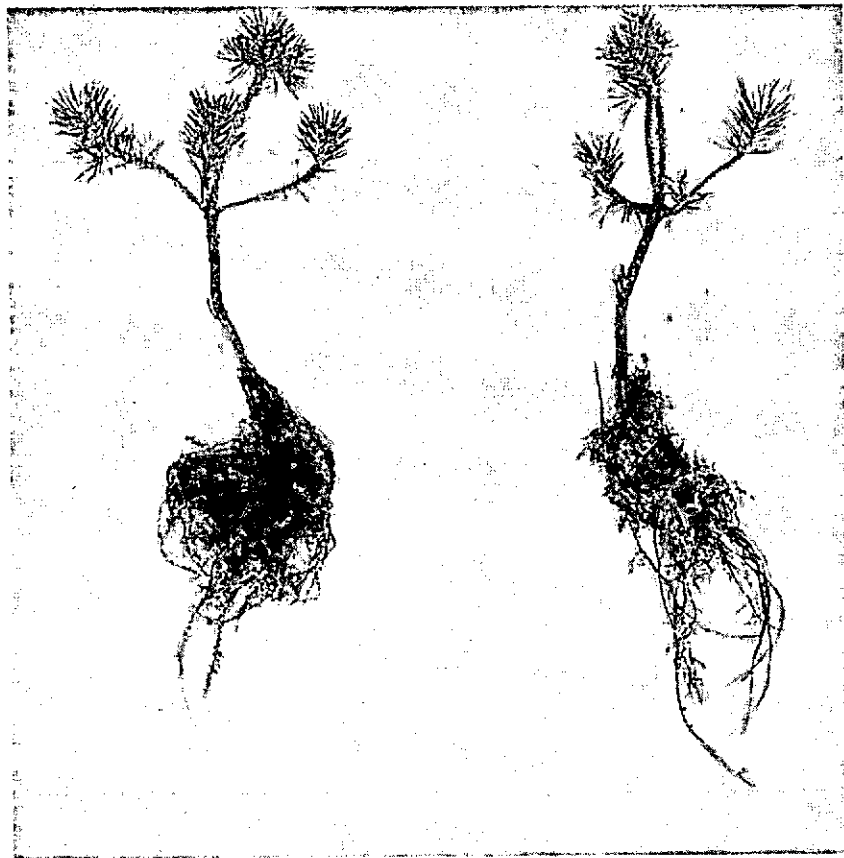


Foto 5. „Klemlanting” bij wig (links) en bij boor (rechts); aanzicht \perp wortelvlak
 Photo 5. Roots are forced in a flat surface by wedge (left) and in a conical surface by borer (right); view \perp plane of the roots

Uit tabel 4 blijkt dat ook de genoemde plantgereedschappen geen duidelijke invloed hebben op het uitvalpercentage. Deze uitkomst is niet zo verwonderlijk, daar alle gebruikte gereedschappen leiden tot „klemlanting” (foto 5 en 6).

In een in Canada uitgevoerd onderzoek (7) met *Picea* soorten werden in het algemeen evenmin significante verschillen in plantslaging tussen plantgereedschappen geconstateerd; ten aanzien van eventuele groeiverschillen wordt nog niets met zekerheid gezegd. Een ander onderzoek bij *Pinus* en *Picea* soorten (6) leidt tot dezelfde slotsom. Zelfs bleken gereedschappen die „klemlanting” veroorzaken, geen hogere uitval te hebben dan methoden, waarbij na het maken van een plantgat de grond in gekruimelde toestand rondom de plantenwortels in het plantgat wordt teruggebracht.

Effect van wortelsnoei, modderen en plantgereedschap op lengtegroei

Teneinde na te gaan of de genoemde behandelingen soms invloed zouden hebben op de lengtegroei, is op drie objecten (1 t/m 3) op iedere 7 m in

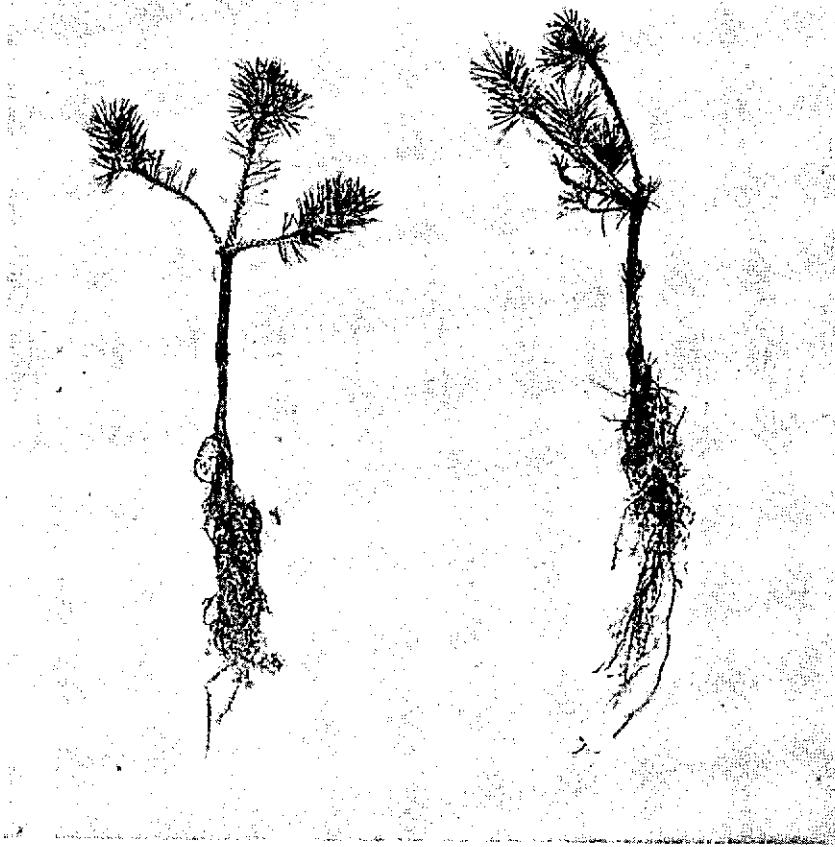


Foto 6. „Klemlanting” bij wig (links) en bij boor (rechts); aanzicht // wortelvlak
 Photo 6. Roots are forced in a flat surface by wedge (left) and in a conical surface by borer (right); view // plane of the roots

iedere plantrij (= behandelingsseenheid) de langste jaarscheut van het tweede groeiseizoen gemeten met een meetlat; op deze wijze zijn per rij telkens twaalf waarnemingen gedaan. De uitkomsten staan in tabel 5.

Uit tabel 5 blijkt dat ook de lengte van de snelst gegroeide scheuten geen systematische variatie vertoont. Aan de hand van literatuurstudie wordt in (4) gesteld dat verschillende plantwijzen niet van invloed zouden zijn op jeugd-groei en groei op latere leeftijd.

III. De invloed van plantgereedschap en werkmethode op benodigde arbeidstijd en op het aanslaan (B proeven)

Plantgereedschap

De volgende plantgereedschappen (foto 7) zijn gebruikt:

ijzeren plantwig (g_1) houten plantwig (g_2) plantboor (g_3)

Op object 1 is in plaats van met de ijzeren plantwig met de eerder genoemde planthak gewerkt.

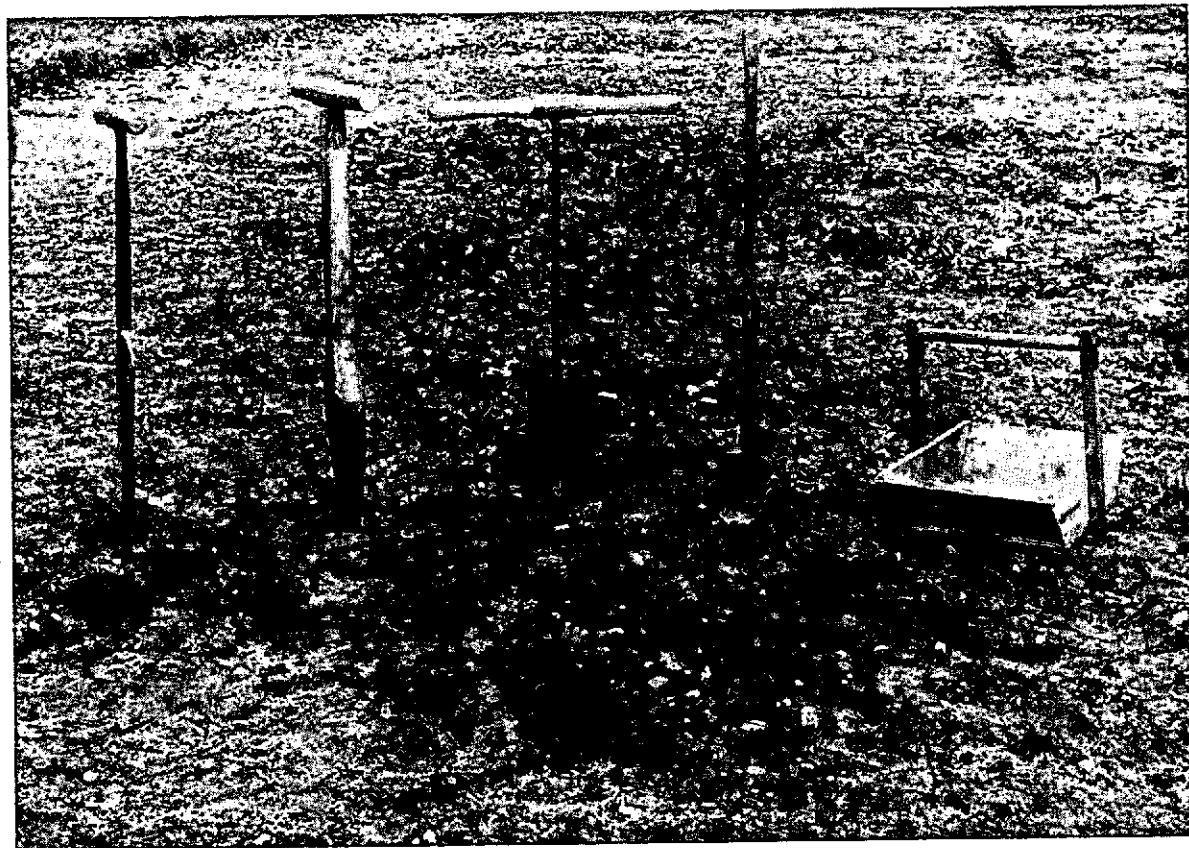


Foto 7. Plantgereedschap: van links naar rechts ijzeren en houten wig, plantboor, planthak en plantbak
Photo 7. Planting tools: from the left to the right iron and wooden planting wedge, planting borer, planting hoe and plant-box

Tabel 5. Effect van wortelsnoei, modderen en plantgereedschap op de jaarscheut van het tweede groeiseizoen.

Table 5. Effect of root pruning, puddling and planting tools on length of shoot in second growing season.

object site	wortelsnoei root pruning			modderen puddling			gereedschap tools			
	geen no pruning	bij inkuilen at time of heeling in	bij uitplanten at time of planting	niet no puddling	bij inkuilen at time of heeling in	bij uitplanten at time of planting	ijzeren wig iron wedge	ijzeren wig met nasteek iron wedge with reinserting	boor borer	hak hoe
	Lengte jaarscheut in cm/length of shoot in cm									
1	17	16	17	17	17	16	17		17	17
2	20	20	20	20	20	19	20	20	19	19
3	13	12	12	13	12	12	12	13	12	
gemiddeld mean	17	16	16	17	16	16	16		16	

Werkmethoden

Met alle gereedschappen is zowel in een- als in tweemanswerk gewerkt.

Het eenmanswerk bij gebruik van de plantwiggen (in alle gevallen zonder nasteken) is op twee manieren uitgevoerd:

methode „plant voor plant” (w_1): plantgat maken, direct gevolgd door inplanten (foto 8)

methode „heen wiggen, terug planten” (w_2): eerst een serie gaten maken, daarna inplanten (foto 9).*)

Bij tweemanswerk (w_3) maakt één arbeider (vooruitlopend) het plantgat, daarna houdt de tweede arbeider (achteruitlopend) een plant in het gat; de eerste arbeider drukt het plantgat met de voet dicht.

Personen

De proeven zijn op elk object uitgevoerd door twee bosarbeiders p_1 en p_2 ; bij tweemanswerk is de notatie p_1p_2 (p_1 maakt het plantgat, p_2 draagt het plantsoen) en p_2p_1 (p_2 maakt het plantgat, p_1 draagt het plantsoen) gebruikt.

Proefschema

De invloed van gereedschap (G), werkmethode (W) en personen (P) op arbeidstijd en plantslaging is nagegaan in de B proeven. Deze proeven waren in 1956 en in 1957 (objecten 1, 3, 4 en 5) opgezet als „split-plots” met een hoofdingeling naar G, een onderverdeling naar W en een derde indeling naar P. De volgorde van g_1 , g_2 en g_3 , en binnen deze indeling de volgorde van w_1 , w_2 en w_3 is door loting vastgesteld; de proeven zijn in zesvoud (blokken)

*) In de praktijk zou deze methode kunnen worden uitgevoerd door achtereenvolgens in twee rijen de plantgaten te wiggen en daarna beide rijen in te planten.



Foto 8. Methode „plant voor plant”.
 Photo 8. Method „plant after plant”.

uitgevoerd. Tengevolge van het niet voorkomen van de combinatie g_3w_2 is het proefschema niet-orthogonaal (zie schema op blz. 58).

Een „veldje” bestaat uit één rij van meestal 100 planten. De benodigde arbeidstijd per rij is met een stopwatch gemeten, het aantal dode planten is later geteld.

De proeven zijn in 1958 (objecten 6 t/m 9) herhaald, met weglating van tweemanswerk (w_3). In 1959 (objecten 10 t/m 12) is ook de plantboor (g_3) uit het proefschema verwijderd en is in plaats van „gereedschap”, „modderen” als variabele ingevoerd; het schema werd toen als onder II (proefschema, B proeven) reeds beschreven. Voor de wiskundige verwerking van de proefschema's wordt verwezen naar (2).



Foto 9. Metode „heen wiggen, terug planten”.
Photo 9. Method „first wedging, then planting”

Tabel 6. Effect van gereedschap en werkmethode op arbeidstijd (in man-minuten zuivere arbeidstijd*) per 100 planten); tussen haakjes de sterfte (in %) na het eerste groeiseizoen. In de kolommen der sterftepercentages geven de vetgedrukte cijfers een significant effect aan.

Table 6. Effect of planting tools and working method on time (in man-minutes observed working time per 100 plants); in brackets mortality rate after first growing season. In the columns of mortality rate heavy typed figures refer to significant differences.

object site	eenmanswerk one man work				tweemanswerk two man work										
	ijzeren wig iron wedge		houten wig wooden wedge		boor borer		hak hoe								
	man- min	%	man- min	%	man- min	%	man- min	%							
1	—	—	9,5		13,1	(28)	10,0	(30)		14,1		15,8	(26)	18,5	(27)
3	9,5	(29)	10,8	(33)	15,0	(25)			16,5	(25)	16,6	(25)	19,1	(30)	
4	11,4	(12)	12,7	(13)	17,6	(11)			19,4	(11)	20,1	(14)	23,4	(12)	
5	13,7		14,2		14,9				21,5		22,3		22,0		
gemiddeld mean	11,5		12,6		15,8				19,1		19,7		21,5		
6	10,8	(17)	11,1	(18)	14,7	(17)									
7	9,4	(19)	10,5	(20)	13,4	(19)									
8	8,6	(21)	8,9	(21)	11,9	(17)									
9	9,5	(33)	10,8	(34)	12,8	(30)									
gemiddeld mean	9,6	(23)	10,3	(23)	13,2	(21)									

*) Tijden zonder „algemene voorbereiding, rust en persoonlijke verzorging, onderhoud gereedschap, storingen”. Ook de tijd voor „vullen plantsoenbak” is niet in deze tabel opgenomen.

Effect van gereedschap en werkmethode op arbeidstijd en plantslaging

Het effect van gereedschap en werkmethode op arbeidstijd en plantslaging na het eerste groeiseizoen is nagegaan op de objecten 1 t/m 9 en weergegeven in tabel 6.

Uit tabel 6 blijkt duidelijk dat tweemanswerk uit een oogpunt van benodigde arbeidstijd veel ongunstiger is dan eenmanswerk (bij de wiggen licht tweemanswerk ca 60% hoger dan eenmanswerk, bij de boor ca 35%; schatting uit objecten 3, 4 en 5); het sterftepercentage wordt in overeenstemming met de verwachting niet beïnvloed door dit verschil in werkmethode.

Voorts blijkt gebruik van de plantboor meer tijd vraagt dan de plantwiggen (bij eenmanswerk gemiddeld ca 32% meer; schatting uit objecten 3 t/m 9), terwijl het sterftepercentage niet significant lager is (vergelijk ook tabel 4).

Met de ijzeren wig wordt sneller gewerkt dan met de houten wig (bij eenmanswerk vraagt de houten wig ongeveer 8% meer tijd; schatting uit objecten 3 t/m 9); (het voordeel van de ijzeren wig zal vooral van belang zijn op stijve of grint- of bankhoudende gronden); het sterftepercentage bij beide gereedschappen verschilt niet.

De planthak biedt voor de Nederlandse omstandigheden, noch wat arbeidstijd, noch wat plantslaging betreft, bijzondere voordelen. Verschillen in arbeidstijd bij planten van gesnoeid of niet gesnoeid plantsoen zijn niet geconstateerd.

In tabel 7 zijn de eenmanswerkmethoden „plant voor plant” en „heen wiggen, terug planten” vergeleken.

Tabel 7. Effect van werkmethode op arbeidstijd (in man-minuten zuivere arbeidstijd per 100 planten); tussen haakjes sterfte (%) na het eerste groeiseizoen. In de kolommen der sterftepercentages geven de vetgedrukte cijfers een significant effect aan.

Table 7. Effect of work method on working time (in man-minutes observed working time per 100 plants); in brackets mortality rate after first growing season. In the columns of mortality rate heavy typed figures refer to significant differences.

object site	plant voor plant plant after plant		heen wiggen, terug planten first wedging, then planting	
	man-min	%	man-min	%
3	11,5	(29)	8,8	(32)
4	12,9	(12)	11,3	(13)
5	14,7		13,1	
6	12,0	(16)	9,9	(19)
7	10,7	(18)	9,2	(21)
8	9,1	(17)	8,4	(24)
9	11,2	(29)	9,1	(38)
10	13,7	(48)	12,0	(50)
	14,6	(39)	12,3	(46)
11	14,8	(10)	12,0	(13)
	14,7	(12)	11,7	(18)
12	17,0	(15)	15,2	(16)
	17,4	(19)	15,5	(19)
gemiddeld mean	13,3	(22)	11,3	(26)

Uit tabel 7 blijkt dat de methode „plant voor plant” uit een oogpunt van benodigde arbeidstijd ongunstiger is dan de methode „heen wiggen, terug planten” (gemiddeld voor de ijzeren en de houten wig ongeveer 17% meer tijd). Daarentegen schijnt de methode „plant voor plant” een iets lager uitvalpercentage te hebben, hoewel het verschil gering is. De oorzaak van het verschil zou kunnen zijn dat de plantgaten bij de methode „heen wiggen, terug planten” langer geopend zijn dan bij de methode „plant voor plant” (uitdrogen?).

IV. Invloed van personen op plantslaging

De invloed van de bosarbeiders op de plantslaging kan statistisch gezien alleen worden nagegaan in de B proeven, daar in de A proeven het persoons-effect gestrengeld is met blokeffect.

Tabel 8. Effect van personen op sterftepercentage van de beplanting na het eerste groeiseizoen; tussen haakjes de uitkomsten van de telling na het tweede groeiseizoen. De vetgedrukte cijfers geven een significant effect aan.

Table 8. Effect of forest workers on mortality rate after first growing season; in brackets results after second growing season. Heavy typed figures refer to significant differences.

object site	bosarbeider a <i>forest worker a</i>	bosarbeider b <i>forest worker b</i>
	sterftepercentages / mortality rate	
1 (1956)	30 (35)	31 (34)
3 (1957)	29	30
4 (1957)	13	12
6 (1958)	14	21
7 (1958)	18	20
8 (1958)	16	25
9 (1958)	29 (38)	39 (45)
gemiddeld <i>mean</i>	21	25
	bosarbeider c, e, g <i>forest worker c, e, g</i>	bosarbeider d, f, h <i>forest worker d, f, h</i>
10 (1959)	44	48
11 (1959)	11	15
12 (1959)	14	21

Duidelijk blijkt dat er verschillen in plantslaging tussen de bosarbeiders bestaan. Bekendheid met de oorzaak hiervan zou, na betreffende instructie, het slagingspercentage der beplantingen verhogen. Om deze reden is aan deze materie meer aandacht besteed.

Het was opgevallen dat proefpersoon a de plant met de hak aantrapte; b deed dit met de teen. Op grond hiervan werd verondersteld dat na aantrappen met de hak de plant steviger in de grond zit en dat dit resulteert in een lagere uitval. Deze hypothese werd getoetst in een „split-plot” met een hoofdingeling naar personen en een tweede indeling naar aantrappen met hak of teen. De proef werd uitgevoerd in vier herhalingen, met zes bosarbeiders, waaronder a en b (object 13).

Na het planten is 5% der beplanting opgetrokken met behulp van een unster. De kracht nodig om de plant op te trekken gold als maat voor de vastheid waarmee deze in de grond zat. De uitkomsten zijn vermeld in tabel 9.

Tabel 9. Effect van aantrappen op vastheid waarmee de plant in de grond zit.
 Table 9. Effect of packing the soil by pressure of toe or heel.

bosarbeiders <i>forest workers</i>	aantrappen met teen <i>packing by pressure of toe</i>	aantrappen met hak <i>packing by pressure of heel</i>
	trekkracht in kg per plant / <i>pulling power in kg per plant</i>	
a	2,83	2,88
b	3,08	4,35
e	2,88	3,50
f	2,65	3,17
i	2,73	3,38
j	2,79	3,46
gemiddeld <i>mean</i>	2,83	3,45

Het verschil tussen optrekken na aantrappen met teen of hak is significant ($P < 0,05$). De hypothese dat de planten na aantrappen met de hak vaster in de grond zitten, wordt hierdoor bevestigd.

Na het eerste groeiseizoen is het sterftepercentage der beplanting vastgesteld. De uitkomsten staan in tabel 10.

Tabel 10. Effect van aantrappen (teen of hak) op sterftepercentage na het eerste groeiseizoen.

Table 10. Effect of packing the soil by pressure of toe or heel on mortality rate after first growing season.

bosarbeiders <i>forest workers</i>	aantrappen met teen <i>packing by pressure of toe</i>	aantrappen met hak <i>packing by pressure of heel</i>
	sterftepercentage / <i>mortality rate</i>	
a	6	6
b	14	10
e	9	12
f	11	10
i	7	8
j	11	11
gemiddeld <i>mean</i>	10	10

Uit tabel 10 blijkt dat het verschil in aantrappen (binnen de in tabel 9 gegeven grenzen) niet resulteert in verschil in plantslaging. Wel blijkt er weer persoonseffect te zijn.

Resumerend moet worden gezegd dat de oorzaak van het persoonseffect niet duidelijk is geworden. De mogelijkheid dat verschil in diepte van planten een rol heeft gespeeld, is niet waarschijnlijk, daar geen opvallende verschillen terzake tussen de proefpersonen zijn opgemerkt. De snelheid waarmee wordt geplant, is zonder meer zeker geen oorzaak van hogere sterfte; in dit geval had zelfs de snelste planter de minste uitval.

V. Verschil in plantslaging tussen de objecten

Bij de A-proeven is het gemiddelde sterftepercentage na het eerste groeiseizoen ongeveer 20%. Ten dele kan deze hoge uitval worden toegeschreven aan konijnenvraat en aantasting door de dennensnuittor (*Hylobius abietis*).

Na het tweede groeiseizoen is de uitval opgelopen tot 35—40%. Deze toename kan voor een deel verklaard worden door het afsterven van twijfelgevallen, die bij de eerste opname nog als levend moesten worden gerekend. Anderzijds blijken er ook in het tweede jaar planten te sterven, die in het eerste jaar goed waren aangeslagen. Meestal zijn de dode planten aangevreten aan de wortelhals. Het is de vraag of deze schade zuiver secundair is en primair op rekening komt van bijvoorbeeld onkruidgroei.

De verschillen in sterftepercentage tussen de objecten zijn opvallend en worden kennelijk niet of niet alleen door de boomsoort bepaald. Om na te gaan in hoeverre bodemverschillen hiervoor verantwoordelijk zijn, zijn op de verschillende objecten gedurende de plantwerkzaamheden grondmonsters genomen. Deze zijn onderzocht op pF waarde en totaal poriënvolume. Er is geen verband te zien (tabel 11) tussen pF en totaal poriënvolume met het gemiddelde sterftepercentage.

Wellicht is de kwaliteit van het plantsoen, naast andere factoren als wijze van transport, weersgesteldheid tijdens en direct na het planten, van beslissende invloed op het sterftepercentage.

Tabel 11. Sterftepercentage na het eerste groeiseizoen en boomsoort, pF-waarde en totaal poriënvolume van de grond.

Table 11. Mortality rate after first growing season and tree species, pF value and total volume of pores of the soil.

object site	sterftepercentage mortality rate	boomsoort species	totaal poriënvolume pF total volume of pores	
1	18	<i>P. silvestris</i>	2,0	45,4
2	5	<i>P. silvestris</i>	2,1	57,1
3	24	<i>P. nigra cors.</i>	1,4	51,2
4	13	<i>P. nigra cors.</i>	1,9	58,7
6	24	<i>P. silvestris</i>	1,9	49,5
7	16	<i>P. silvestris</i>	1,9	50,0
8	23	<i>P. silvestris</i>	1,8	39,0
9	37	<i>P. silvestris</i>	2,0	51,9
gemiddeld mean	20		1,9	50,4

VI. Produktie per man-uur

Voor calculatiedoeleinden kan het van belang zijn de beschikking te hebben over cijfermateriaal, betrekking hebbende op werkhoeveelheden per tijdseenheid of tijd per arbeidseenheid. Om die reden is uit de B proeven (en uit de proef, bedoeld in IV) een schatting gemaakt van de benodigde arbeidstijd in man-minuten per 100 planten. De waargenomen arbeidstijd voor de methode „eenmanswerk, ijzeren wig, heen wiggen, terug planten” (alleen voor planten zonder „plantbak vullen”), varieerde tussen 8,3 en 15,5, gemiddeld 10,9 man-minuten per 100 planten.

De waargenomen arbeidstijd is met gemiddeld ongeveer 25% verhoogd (correctie voor inspanning en vaardigheid) en daarna nog eens met 30% *) „algemene tijden” (algemene voorbereiding, rust en persoonlijke verzorging, onderhoud gereedschap en storing). Deze tijd is tenslotte verhoogd met een gemiddelde tijd voor „plantbak vullen”, inclusief correctie voor inspanning en vaardigheid en „algemene tijden” (1,8 man-minuten/100 planten).

*) De „algemene tijden” voor vellingswerk zijn gemiddeld op 35% berekend.

Tabel 12. Benodigde arbeidstijd in man-minuten per 100 planten; eenmanswerk, ijzeren wig, heen wiggen, terug planten.
 Table 12. Working time in man-minutes per 100 plants; one man work, iron wedge, first wedging, then planting.

tijd in man-minuten per 100 planten <i>time in man-minutes per 100 plants</i>	19,2
aantal man-uren per ha (10.000 planten) <i>number of man-hours per ha (10.000 plants)</i>	32,0
aantal planten per man-uur <i>number of plants per man-hour</i>	313

Bij gebruik van de ijzeren wig en van de methode plant voor plant, moet de tijd met ongeveer 15% worden verhoogd. Voor moeilijke werkomstandigheden (stugge grond, bank- of grinthoudend) moet de tijd met 15—20% worden verhoogd (objecten 5, 6 en 12), voor gemakkelijke omstandigheden (losse zandgrond) met 10—15% worden verlaagd (objecten 7, 8, 9 en 13).

Met nadruk zij er op gewezen dat dit gemiddelde cijfers zijn (exclusief wortelsnoei, modderen, nasteken), die gelden voor in tarief werkende, getrainde bosarbeiders op terreinen die oppervlakkig bewerkt zijn met een bosploeg. Het plantsoen moet op verschillende plaatsen aan beide zijden van het plantterrein zijn ingekuuld en bij lange rijen ook op het midden.

VII. Conclusies

1. Bij de plantproeven kon niet worden aangetoond dat wortelsnoei, modderen en nasteken invloed hebben op het slagingspercentage van tweejarige Pinus beplantingen. Ook leidde wortelsnoei niet tot een aanwijsbare productieverhoging per man-uur; alleen bij zeer lange wortelstelsels kan daarom snoei in dit opzicht wellicht effect sorteren.

2. Bij vergelijking van werkmethoden bleek tweemanswerk niet te leiden tot betere plantslagings, het vraagt, afhankelijk van het gebruikte gereedschap, 35—60% meer arbeidstijd dan eenmanswerk. De methode „plant voor plant” bleek minder uitval te veroorzaken dan de methode „heen wiggen, terug planten” (ongeveer 15% minder opzichte van het uitvalpercentage bij „heen wiggen, terug planten” of gemiddeld 4% minder ten opzichte van het totaal aantal planten), daarentegen ligt de benodigde arbeidstijd ongeveer 15% hoger.

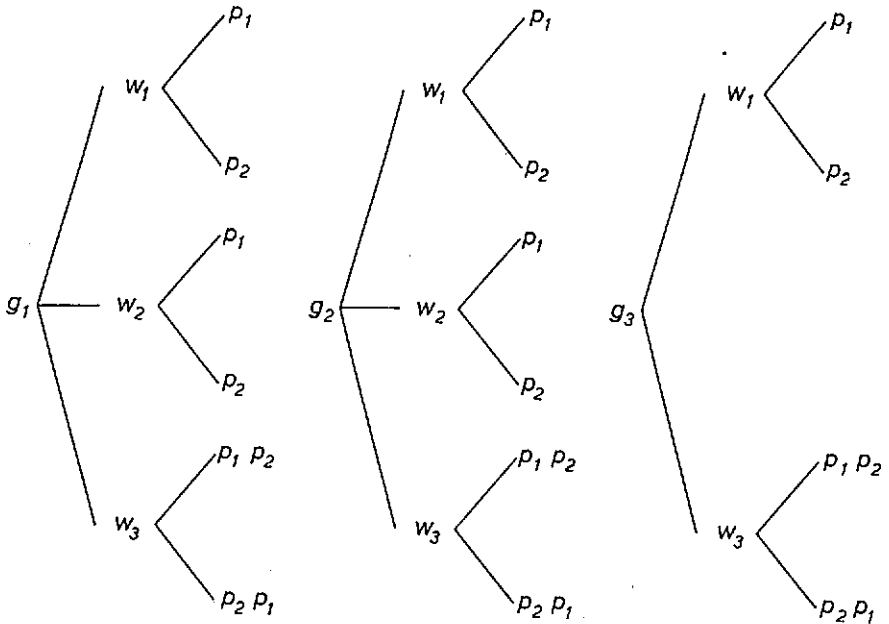
3. Bij de vergeleken plantgereedschappen werd geen verschil in plantslagings gevonden, wel echter ten aanzien van benodigde arbeidstijd. De plantboor vraagt meer tijd dan de plantwiggen (bij eenmanswerk gemiddeld 32% meer); de houten wig meer tijd dan de ijzeren wig (bij eenmanswerk gemiddeld 8% meer).

Bij het planten van tweejarige Pinussoorten kan derhalve de methode eenmanswerk, uitgevoerd met de ijzeren wig worden aanbevolen. Daarbij is de methode „heen wiggen, terug planten” sneller dan de methode „plant voor plant”, maar geeft meer uitval.

4. Ten behoeve van calculatiedoeleinden werd de onder „normale” omstandigheden voor planten benodigde arbeidsbehoefte per ha (= 10.000 planten) berekend. Bij toepassing van de methode „eenmanswerk, ijzeren wig, heen wiggen, terug planten” bleek deze te liggen op gemiddeld 32 man-uren per ha; bij toepassing van de methode „plant voor plant” op gemiddeld ongeveer 37 man-uren (hetgeen aansluit bij in (1) vermelde cijfers).

Literatuur

1. Bol, M. Planten in handkracht en met plantmachine (Manual planting and planting with combined ploughing-planting machine). Ned. Bosbouw Tijdschrift 35 (2) 1963 (35—41); Berichten Bosbouwproefstation (36) 1963.
2. Bol, M., A. G. Gerritsen en J. van Soest. Verhoging van de arbeidsproductiviteit in de bosbouw door rationalisatieonderzoek. Stat. Neerl. 13 (2) 1959 (197—202).
3. Druyff, A. H. Bosploegplantmachine voor stobbenterrein. Tijdschr. Ned. Heidemij 73 (10) 1962 (296—299).
4. Kuhn, A. C. A., en J. van Soest. Rationalisatie van de bosaanleg. Ned. Bosb. Tijdschr. 28 (4) 1956, (83—85).
5. Mullin, R. E. Experiments with root and top pruning of white spruce nursery stock. Res. rep. Ontario Dept. Lands and Forest, Div. Res. Techn. Ser., (36) 1959.
6. Mullin, R. E., T. T. Schweitzer and L. M. Morrison. Planting depths and methods experiments. Res. rep. Ontario Dept. Lands and Forest, Div. Res., Tech. ser. (26) 1954.
7. Stiehl, W. M., A co-operative experiment planting project in Ontario. Pulp Paper Mag. Can. 1960 (114—117).



Proefschema, behorend bij tekst op blz. 50