

**RESULTAAT VAN EEN VERGELIJKEND ONDERZOEK NAAR  
HERBEBOSSINGSSYSTEMEN**

**N.A. Leek**

**RIJKSINSTITUUT VOOR ONDERZOEK IN DE BOS-  
EN LANDSCHAPSBOUW "DE DORSCHKAMP"  
WAGENINGEN**

**Rapport nr. 554**

**1989**

275362 .

INHOUD	blz.
Samenvatting	5
1. Inleiding	7
2. Achtergronden en opzet van het onderzoek	8
3. Resultaten	11
3.1. Technische uitvoering van het machinaal planten	11
3.2. Aanslag en groei	12
3.3. Tijden en kosten	14
4. Discussie	17
5. Conclusies	20
Literatuur	21
Bijlage 1. Percentage planten niet geplant door de bosploegplantmachine na terreinvoorbereiding met klepelmaaier	23

## SAMENVATTING

In 1978 en 1979 zijn een aantal proeven opgezet om de produktiviteit en effectiviteit van verschillende herbebossingssystemen met elkaar te vergelijken onder verschillende terreinomstandigheden.

Het onderzoek is uitgevoerd op vijf verjongingsvlakten, te weten twee kapvlakten van fijnspar en drie van groveden. Op elk van deze terreinen zijn in principe de volgende vijf herbebossingssystemen vergeleken:

1. handplanten zonder terreinvoorbereiding,
2. verbrijzelen kapafval - handplanten,
3. verbrijzelen kapafval - plantengaten woelen - handplanten,
- 4a. verbrijzelen kapafval - bosploegplantmachine,
- 4b. verbrijzelen kapafval - Quickwood-plantmachine,
5. kapafval op rillen - bosploegplantmachine.

Kapvlakten van groveden en lariks hebben relatief eenvoudige terreinomstandigheden. De herbebossing kan hier efficiënt worden uitgevoerd met de bosploegplantmachine in combinatie met een terreinvoorbereiding waarbij het kapafval op rillen wordt geschoven of wordt verbrijzeld. Inzet van de klepelmaaier verhoogt de totale herbebossingskosten.

Kapvlakten van fijnspar en douglas hebben moeilijke terreinomstandigheden en zijn met de huidige in ons land beschikbare plantmachines niet in te planten. Op deze verjongingsvlakten resulteert het planten zonder terreinvoorbereiding in de laagste herbebossingskosten. De zeer slechte arbeidsomstandigheden pleiten ervoor op deze terreinen toch de klepelmaaier in te zetten, waardoor de kosten ca. 30% hoger uitvallen.

## 1. INLEIDING

In 1978 en 1979 zijn door de vakgroep Bosbedrijfskunde een aantal proeven opgezet om een vergelijking mogelijk te maken tussen een aantal herbebossingssystemen op kapvlakten van fijnspar en groveden. De aanleiding tot dit onderzoek was de sterke afname van het aantal planten per ha, welk concept in de jaren zeventig steeds meer toepassing vond. Minder planten per ha bij de aanleg maken machinale bewerkingen in principe minder interessant. In de praktijk nam de belangstelling dan ook toe voor herbebossing zonder enige vorm van terreinvoorbereiding en grondbewerking. Uit een analyse van Elsenaar (1977) was inmiddels gebleken dat het herbebossen van grovedennenterreinen zelfs met 2500 planten per ha nog altijd het goedkoopst met de bosploegplantmachine kan plaatsvinden. Overigens is het aardig hier te vermelden, dat de plantaantallen in de jaren tachtig weer fors zijn toegenomen (Braam, 1987).

De proeven zijn opgezet om de produktiviteit en effectiviteit van de verschillende herbebossingssystemen met elkaar te vergelijken, d.w.z. zowel qua kosten als qua aanslag en groei, en dat onder verschillende terreinomstandigheden. Daarbij gaat het vooral om de moeilijke omstandigheden op fijnspar-kapvlakten en de relatief eenvoudige kapvlakten van groveden.

## 2. ACHTERGRONDEN EN OPZET VAN HET ONDERZOEK

De door Elsenaar (1977) gemaakte analyse, waarin een vergelijking is gemaakt tussen de verschillende herbebossingssystemen met twee- en driejarige groveden, toonde de sterke invloed die de terreinvoorbereiding heeft op de totale herbebossingskosten. Het kapafval op rillen schuiven bleek f 100,- tot f 400,- per ha goedkoper te zijn dan gebruik van de klepelmaaier. Dit wordt veroorzaakt door de hoge kosten van de klepelmaaier: veel vermogen is nodig en de slijtage aan trekker en maai-unit is hoog. Tegen het kapafval op rillen schuiven bestaan bezwaren, vooral in gebieden waar veel konijnen voorkomen. De rillen vormen een schuilplaats, waaruit de konijnen moeilijk zijn te verwijderen. Andere nadelen van het concentreren van kapafval zijn de moeilijkere controle van ongewenste opslag en het eventuele verlies aan voedingsstoffen, vooral door het verwijderen van organische stof. Dit laatste kan worden vermeden door bij het schuiven gebruik te maken van een geschikte takkenschuif. Daarbij komt dan nog dat ca. 20% van de te beplanten oppervlakte met rillen is bezet. Dit geeft wel een verlaging van de plantsoen- en plantkosten te zien, maar tegelijkertijd is er sprake van een minder evenwichtige ontwikkeling van de beplanting door randeffecten. Uit de analyse van Elsenaar bleek tevens dat herbebossingssystemen met machinaal planten op kaalslagen van groveden resulteerden in de laagste aanlegkosten. Daar komt nog bij dat deze systemen een hogere arbeidsproduktiviteit geven, waardoor meer plantsoen in de vaak beperkte plantperiode kan worden geplant.

De resultaten van Elsenaar zijn ook geldig voor het beplanten van grovedennenkapvlakten met andere naaldhoutsoorten (lariks, douglas, fijnspar etc.). Alhoewel dit plantsoen meestal groter is, verlaagt machinaal planten ook hier de herbebossingskosten.

Geheel anders is de situatie voor het beplanten van kapvlakten van fijnspar en douglas. In de praktijk worden deze terreinen altijd met de hand geplant. Gebruik van plantmachines is hier veel moeilijker dan op terreinen van groveden en lariks: het aantal bomen bij eindhak is groter met als gevolg meer stobben en aanmerkelijk meer kapafval. Continu werkende plantmachines, zoals de bosploegplantmachine, krijgen vooral problemen wanneer de stobben dicht op elkaar staan. De ploeg loopt dan vast op de zware zijwortels. Niet-continu werkende plantmachines, zoals de Oostenrijkse Quickwood, bieden onder deze

omstandigheden meer mogelijkheden.

Om de mogelijkheden van de verschillende plantmachines onder moeilijker omstandigheden vast te stellen en qua uitvoeringskosten en kwaliteit te vergelijken met andere gangbare herbebossingssystemen zijn in het plantseizoen 1977/1978 drie proefterreinen aangelegd: een kaalkap van fijnspar en twee coulissenkappen van resp. fijnspar en groveden. In 1979 is de studie uitgebreid met twee kaalkappen van groveden. Op elk van deze vijf terreinen werden in principe de volgende vijf herbebossingssystemen toegepast:

1. handplanten zonder terreinvoorbereiding,
2. verbrijzelen kapafval - handplanten,
3. verbrijzelen kapafval - plantgaten woelen - handplanten,
- 4a. verbrijzelen kapafval - bosploegplantmachine,
- 4b. verbrijzelen kapafval - Quickwood-plantmachine,
5. kapafval op rillen - bosploegplantmachine.

Elk van genoemde systemen is op ieder proefterrein twee maal uitgevoerd. Binnen ieder proefterrein is het handwerk steeds door dezelfde personen uitgevoerd, tussen de objecten waren de personen verschillend. De beschrijving van de terreinen en de gegevens over het gebruikte plantsoen staan vermeld in tabel 1.

Tabel 1. Beschrijving van proefterreinen en plantsoen

	P1 Smilde vak 85b	P2 Smilde vak 89	P3 Gortel vak 62c	P4 Gortel vak 9c	P5 Woeste Hoeve vak 6h
kapsysteem	kaalkap	coulissen- kap	coulissen- kap	kaalkap	kaalkap
gekapte houtsoort	fijnspar	fijnspar	groveden	groveden	groveden
gem. dbh, cm	19	15	25	25	26
gem. aftopdiameter, cm	8	8	10	10	11
stobben per ha	500	850	300 (+ 300 berk)	400	325 (+ 125 eik)
hoogte van de stobben, cm	14	14	13	13	15
hoogte kapafval, %:					
- schoon	22	35	39	37	15
- bedekt tot 25 cm	50	30	17	35	18
- bedekt van 26-50 cm	19	33	29	15	22
- bedekt boven 50 cm	8	2	15	13	45
vegetatie	geen	geen	40% bosbes 60% gras	25% bosbes 50% gras	60% gras
geplante boomsoort	sitkaspar	douglas	douglas	groveden	groveden
plantseizoen	1977/78	1977/78	1977/78	1978/79	1978/79
leeftijd plantsoen, jaren	3	3	3	2	2
lengte plantsoen, cm	75	95	50	18	22
plantverband, m x m	1,5x2,75	1,5x2,75	2x2	2x2	1,5x1,5
gem. oppervlakte per methode, ha	0,24 (0,28) <sup>1)</sup>	0,20	0,22	0,15 (0,24) <sup>1)</sup>	0,15 (0,25) <sup>1)</sup>

1) oppervlakte bij methode 5

### 3. RESULTATEN

#### 3.1. Technische uitvoering van het machinaal planten

In deze paragraaf wordt vooral ingegaan op de technische problemen bij het machinaal planten. Zoals te verwachten viel, was de bosploegplantmachine niet in staat na het klepelen van het kapafval de fijnspar-kapvlakte (P1) en de buitenste rijen van de coulissenkap van fijnspar (P2) correct in te planten. Vooral op de plaatsen waar veel kapafval lag ontstond na het klepelen een dik pakket takhout waar het schijfkouter niet doorheensneed. Het gevolg was dat de ploeg onvoldoende de grond in kwam. Werd het kapafval op rillen geschoven dan bleek de bosploegplantmachine op dit terrein wel in staat tot planten, echter wel met matig resultaat: 44% van de planten moest worden gecorrigeerd (zie tabel 2).

Tabel 2. Nawerk bij het machinaal planten in percentages van het totale aantal planten

	bosploegplantmachine		Quickwood
	na klepelm.	na wiellader	na klepelm.
P1 kaalkap fijnspar	1)	44%	30%
P2 coul. kap fijnspar	1)	2)	15%
P3 coul. kap groveden	32%	2)	15%
P4 kaalkap groveden	19%	18%	2)
P5 kaalkap groveden	28%	14%	2)

1) niet uitvoerbaar

2) niet in de proef opgenomen



Ook in de buitenste rijen van de grovedennen-coulissenkap (P3) ging het plantwerk met de bosploegplantmachine moeilijk. De bomen werden naarbuiten geveld met als gevolg concentratie van kapafval aan de randen. Door de aanwezigheid van veel berken werd het klepelwerk nog eens extra bemoeilijkt. Onder deze omstandigheden moest op P3 uiteindelijk 32% van de planten met de hand worden bijgeplant.

Met de intermitterend werkende Quickwood-plantmachine konden alle drie de proefvakken in P1, P2 en P3 worden ingeplant. Wel moest in P1 op de kapvlakte van fijnspar 30% correctiewerk worden uitgevoerd. Op P2 en P3 was slechts 15% correctiewerk nodig.

Op de grovedennenkapvlakten P4 en P5 waren de problemen met de bosploegplantmachine zowel na de klepelmaaier als na de wiellader veel geringer. Op deze terreinen moest 15 - 20% worden bijgeplant. Alleen op het geklepelde gedeelte van P5 moest 28% van de planten worden gecorrigeerd of bijgeplant. Dit werd veroorzaakt door de aanwezigheid van extra kapafval van eik. Het klepelen wordt hierdoor extra moeilijk. Zelfs twee maal het kapafval behandelen was niet voldoende om met de bosploegplantmachine goed te kunnen planten.

Uit een inventarisatie van 34 praktijkobjecten op de Veluwe waar met de bosploegplantmachine werd geplant nadat het kapafval met de klepelmaaier was behandeld bleek dat gemiddeld 20% van de plantplaatsen door de plantmachine waren gemist met een spreiding van 7 tot 47% (zie bijlage 1). Het betrof alle kapvlakten van groveden, hier en daar met eik. Vooral de aanwezigheid van kapafval van eik bemoeilijkt het planten met de bosploegplantmachine: in vijf objecten was het percentage gemiste plantplaatsen 33%.

### 3.2. Aanslag en groei

Op de proefvakken in P1, P2 en P3, aangelegd in 1978, was de aanslag na het eerste groeiseizoen over het algemeen goed (zie tabel 3). Alleen de resultaten met de Quickwood bleven duidelijk achter. Dit is overeenkomstig eerdere ervaringen (Leek, 1974; Schlaghammersky, 1974). De systemen met handplanten ontlieden elkaar weinig. Alleen in P3 was de aanslag met handplanten zonder terreinvoorbereiding duidelijk minder. De aanslagresultaten in de proefvakken van P4 en P5, geplant in 1979, waren geheel anders. De beste resultaten werden hier behaald met de bosploegplantmachine gevolgd door planten in gewoelde

Tabel 3. Het aanslagpercentage na het eerste groeiseizoen en de lengtegroei in cm na 6 (P1, P2, P3) resp. 5 (P4 en P5) groeiseizoenen.

systemen	P1 (sitkaspar)		P2 (douglas)		P3 (douglas)		P4 (groveden)		P5 (groveden)	
	% aanslag	lengte-groei 1978 t/m '84	% aanslag	lengte-groei 1978 t/m '84	% aanslag	lengte-groei 1978 t/m '84	% aanslag	lengte-groei 1979 t/m '84	% aanslag	lengte-groei 1979 t/m '84
1. handpl.	88	170	99	367	76	216	24	216	48	216
2. kl.m. + handpl.	88	181	98	400	87	214	42	214	62	214
3. kl.m. + pl.g.w. + h.pl.	91	183	99	365	87	216	75	216	75	216
4a. kl.m. + bospl.	-	-	-	-	87	211	74	211	87	211
4b. kl.m. + Quickw.	69	- 1)	89	334	79	223	-	-	-	-
5. wieell. + bospl.	81	174	-	-	-	-	68	169	85	169

1) veel uitval na le groeiseizoen door konijnenvraat, waardoor te weinig meetbomen

2) te weinig meetbomen

plantgaten. De systemen 1 en 2 gaven een matige tot zeer slechte aanslag te zien. Bij het planten zonder terreinvoorbereiding (systeem 1) was de uitval zo hoog dat geen planten overbleven om de lengtegroei te meten. De gemiddeld lagere aanslagpercentages zijn te wijten aan de kwaliteit van het geleverde grovedennenplantsoen. Veel toppen waren ingedroogd. Ook werd veel Hylobius-schade geconstateerd. Opvallend bij dit laatste was dat de systemen waarbij het strooisel van de plantplaats werd verwijderd minder Hylobius-schade vertoonden.

De lengtegroei is over een periode van vijf respectievelijk zes groeiseizoenen gemeten (zie tabel 3). Er konden statistisch geen verschillen tussen de methoden worden aangetoond. Alleen op P2 bleef de groei bij de door de Quickwood geplante douglas achter bij de overige systemen. In P2 waren de verschillen tussen de systemen het grootst. Opvallend was hier dat vooral bij systeem 1 kopergebrek bij douglas werd geconstateerd.

### 3.3. Tijden en kosten

De resultaten van de tijdstudies zijn omgerekend naar het aantal uren per ha voor de diverse bewerkingen (zie tabel 4).

Met behulp van de volgende uurkosten (excl. overhead) zijn de kosten per ha berekend:

loonkosten (incl. soc. lasten)	f. 32,50
trekker (60 kW) + chauffeur + kl.m. Nicolas D105 (P1, P2)	" 91,--
trekker (90 kW) + chauffeur + kl.m. Willibald UFM 150 (P4)	" 114,--
trekker (90 kW) + chauffeur + kl.m. W. UFM 180 (P3 en P5)	" 121,--
wiellader + chauffeur + puinvork	" 77,--
trekker (45 kW) + chauffeur + woeler	" 57,--
trekker (60 kW) + bosploegplantmachine + 2 man	" 105,--
trekker (60 kW) + Quickwood plantm. + 2 man	" 106,--

Tabel 4. Tijden voor de diverse bewerkingen in uren per ha (inclusief 35% Algemene Tijd voor handwerk en 40% voor machinewerk).

proefterreinen	P1	P2	P3	P4	P5
. klepelen	9,7	5,7	3,5	3,6	8,1
. woelen	14,6	14,6	8,5	11,2	16,5
. schuiven	10,8			5,3	4,8
. bosploegplantmachine			7,7	5,3	10,5
. Quickwood-plantmach.	5,3	6,4	10,2		
. bosploegplantmach. op geschoven terrein	8,0			3,8	5,8
. handplanten:					
- in de takken	45,0	36,2	40,5	40,0	74,0 <sup>1)</sup>
- geklepeld	33,4	35,8	35,0	34,7 <sup>2)</sup>	70,4 <sup>2)</sup>
- gewoeld	32,0	33,0	27,3	23,8 <sup>2)</sup>	25,0 <sup>2)</sup>
. nawerk bij:					
- bosploegplantmach.			16,5	7,4	14,7
- Quickwood	10,7	11,5	10,2		
- bosploegplantmach. op geschoven terrein	12,7			3,8	5,8

1) exclusief 10 uur/ha takkenkorten met motorzaag

2) in de gewoelde gaten op P4 en P5 is geplant met de wig

De relatieve aanlegkosten worden per systeem gegeven in tabel 5. Het gaat hier alleen om de bewerkingskosten, dus exclusief plantsoenkosten.

Tabel 5. Relatieve kosten. Berekend door per proefterrein de laagste uitvoeringskosten op 100 te stellen

systemen	proefterreinen	P1	P2	P3	P4	P5
1. handpl.		100	100	100	140	239
2. kl.m. + handpl.		135	143	119	165	280
3. kl.m. + pl.g.w. + handpl.		188	206	136	196	234
4a. kl.m. + bospl.pl.m.				134	137	219
4b. kl.m. + Quickw.		123	134	140		
5. wiell. + bospl.pl.m.		143			100	100

Tabel 5 laat zien dat de laagste aanlegkosten in de drie proefterreinen, aangelegd in 1978 (P1, P2 en P3), werden gerealiseerd met planten zonder enige vorm van terreinvoorbereiding (systeem 1). Machinaal planten was hier of niet mogelijk of resulteerde in hogere kosten.

Op de twee kaalslagen van groveden (P4 en P5) is de bosploegplantmachine op geschoven terrein duidelijk het goedkoopst. De lagere kosten worden mede veroorzaakt door de aanwezigheid van takkenrillen op het terrein, waardoor ca. 20% minder oppervlakte kan worden beplant.

Het gebruik van de plantgatenwoeler leidde in vier van de vijf objecten tot de hoogste aanlegkosten.

#### 4. DISCUSSIE

Het vergelijkend onderzoek laat zien dat de bosploegplantmachine en de Quickwood-plantmachine op moeilijke terreinen niet in staat zijn de aanlegkosten te verlagen. Dat geldt dan speciaal voor verjongingsvlakten van fijnspar en douglas.

Direct planten d.w.z. aanleg zonder enige vorm van terreinvoorbereiding is onder deze omstandigheden het goedkoopst. Het voordeel is bovendien dat de groeiplaats minimaal verandert. Er zijn tegen dit systeem echter nogal wat bezwaren aan te voeren:

- Slechte arbeidsomstandigheden voor het planten en de daarop volgende werkzaamheden.
- Verhoogd risico op slecht plantwerk in de praktijk.
- Hogere kosten voor inboeten en eventuele onkruidbestrijding.
- Groter risico op wildschade (vooral konijnen).
- Gevaar voor brand.

Deze bezwaren worden weggenomen door het terrein voor het planten te behandelen met de klepelmaaier. De aanlegkosten (excl. plantmateriaal) zullen daarmee ca. 30% toenemen.

Dat gemechaniseerd planten ook onder moeilijke terreinomstandigheden mogelijk is, werd vastgesteld in een onderzoek naar de inzetmogelijkheden van de Deense Heidemij-plantmachine uitgevoerd in 1980 (Leek, 1980).

Het sterke punt van deze plantmachine is dat voor het planten geen terreinvoorbereiding nodig is. Dit geldt niet alleen op verjongingsvlakten van groveden en lariks, maar ook voor de moeilijkere terreinomstandigheden op verjongingsvlakten van fijnspar en douglas.

De goede plantresultaten zijn vooral te danken aan de goede doorsnijdende werking van de klepelmaaier (kapafval en wortels tot ca. 10 cm doorsnede) en aan de grote aanpassingsmogelijkheden aan terrein en bodem. Dit laatste wordt bereikt doordat de klepelmaaier en de plantunit scharnierend ten opzichte van elkaar werken.

Op kapvlakten van kort voor de aanleg gevelde fijnspar en Abies bleken de aanlegkosten met de Deense plantmachine ongeveer f. 500,- tot f. 1.000,- per ha lager dan de door het beheer uitgevoerde aanleg. Op kapvlakten van groveden was het verschil in aanlegkosten met de bosploegplantmachine gering.

Ondanks de goede technische mogelijkheden is deze Deense plantmachine niet op de Nederlandse markt verschenen. Reden daarvoor is o.a. de schaalverkleining van verjongingsvlakten, waardoor de aannemerij een afwachtende houding aanneemt ten opzichte van investeringen in plantmachines.

Het vergelijkend onderzoek bevestigt de uitspraak van Elsenaar (1977) dat kapvlakten van groveden het beste met de bosploegplantmachine kunnen worden ingeplant. Gezien de eerder genoemde bezwaren (hoofdstuk 2) tegen het op rillen schuiven van kapafval wordt in de praktijk voornamelijk gebruik gemaakt van de klepelmaaier (Braam, 1987). Met deze vorm van terreinvoorbereiding zijn de condities voor het leveren van kwalitatief goed machinaal plantwerk minder dan bij geschoven terreinen. Dit geldt des te sterker voor terreinen waar veel kapafval van eik aanwezig is, zoals op P5. Het werk met de klepelmaaier wordt dan veel moeilijker en de kosten gaan flink stijgen. Ook het daarop volgende planten (zowel in handkracht als machinaal) wordt lastiger door het onvoldoende verkleinde takhout. In het proefvak in P5 waar de klepelmaaier twee maal over het kapafval is gereden blijken aanlegssystemen met de klepelmaaier als terreinvoorbereiding ruim twee maal zo duur als het machinaal planten op geschoven terrein.

De bosploegplantmachine werkt het best op geschoven grovedennenterreinen (systeem 5). Een driemansploeg is onder dergelijke omstandigheden voldoende (chauffeur, bedieningsman plantmachine en extra planter). De extra planter doet het noodzakelijke correctiewerk terwijl de plantmachine draait. Op de geklepelde terreinen van P4 en P5 was voor het correctiewerk 140% nodig van de machinedraaitijd.

Bij coulissenkap worden bij de eerste verjonging de bomen zoveel mogelijk in de blijvende stroken geveld, zodat het meeste tak- en tophout buiten de verjongingsstrook komt. Alleen aan de randen zal geklepeld moeten worden. Bij de tweede verjonging kunnen de bomen alleen in de verjongingsstrook worden geveld, anders ontstaat er te veel schade in de ernaast liggende beplanting. De bomen kunnen nu het best zo verspreid mogelijk worden geveld, zodat de klepelmaaier het kapafval goed kan verbrijzelen.

Systeem 3, het planten in gewoelde gaten, gaf in vier van de vijf proefvakken de beste aanslag of, beter gezegd, behoorde tot de betere methoden. Als we naar de kosten kijken blijkt dit systeem tot de

duurste aanleg te leiden. In vergelijking met systeem 1 zijn de kosten op P1, P2 en P3 ca. 90% hoger en op P4 en P5 ca. 30%. Het verschil in kosten wordt verklaard door gebruik van de plantwig bij P4 en P5. Dit was mogelijk door het kleine plantmateriaal van groveden. In een later onderzoek is gekeken naar de mogelijkheden om ook groter plantsoen met een aangepaste plantwig te planten waardoor methode 3 qua kosten aantrekkelijker wordt (Leek en Schaafsma, 1989).



## 5. CONCLUSIES

Kapvlakten van groveden en lariks kunnen tegen de laagste kosten verantwoord met de bosploegplantmachine worden beplant. Wordt daarbij het kapafval op rillen geschoven, dan zijn de omstandigheden voor de plantmachine optimaal, waardoor, mede door de kleinere te beplanten oppervlakte, de laagste herbebossingskosten worden verkregen. De nadelen van de rillen worden voorkomen door het kapafval te verbrijzelen. De kosten voor het verbrijzelen liggen meestal aanmerkelijk hoger en de condities voor machinaal plantwerk zijn, afhankelijk van het soort kapafval, minder gunstig waardoor de totale herbebossingskosten hoger uitvallen.

Met de huidige plantmachines in ons land kunnen kapvlakten van fijnspar en douglas niet of zeer moeilijk worden ingeplant. De laagste kosten worden verkregen door in te planten zonder enige vorm van terreinvoorbereiding. Vanwege de slechte arbeidsomstandigheden in dat geval zou eigenlijk op deze terreinen toch de klepelmaaier ingezet moeten worden, waardoor de kosten ca. 30% hoger uitkomen. Tussentijds onderzoek heeft aangetoond dat machinaal planten onder deze moeilijke omstandigheden wel kan worden uitgevoerd met de plantmachine van de Deense Heidemaatschappij. Daarmee komen de kosten f. 500,- à f. 1.000,- per ha lager dan bij de gebruikelijke methoden.

## LITERATUUR

- Braam, B.M. 1987. Landelijke inventaristie herbebossing 1985. Doctoraalscriptie nr. 3. Vakgroep Bosbouwtechniek LU, Wageningen.
- Elsenaar, R. 1977. Kostenvergelijking van verschillende herbebossings-systemen. Rapport Rijksinstituut voor onderzoek in bos- en landschapsbouw "De Dorschkamp", Wageningen, nr. 180.
- Leek, N.A. 1979. Techniques of stand establishment in The Netherlands. IUFRO symposium on Stand Establishment Techniques and Technology, Moscow.
- Leek, N.A. 1980. Ervaringen met de plantmachine van de Deense Heide-maatschappij. Rapport Rijksinstituut voor onderzoek in bos- en landschapsbouw "De Dorschkamp", Wageningen, nr. 232.
- Leek, N.A. & A.H. Schaafsma. 1989. Een vergelijking tussen het planten in woelgaten en in onbewerkte grond. Rapport Rijksinstituut voor onderzoek in bos- en landschapsbouw "De Dorschkamp", Wageningen, nr. 553.
- Schlaghammersky, A., S. Boesen & Regel. 1974. Erfahrungen über den Einsatz der Quickwood Pflanzmaschine. Forstl. Inf. (KWF) 26(7): 49-54.

BIJLAGE 1. PERCENTAGE PLANTEN NIET GEPLANT DOOR DE BOSPLOEGPLANT-  
MACHINE NA TERREINVOORBEREIDING MET KLEPELMAAIER.

kapvlakte	aantal stobben/ ha	plantsoen	plantver- band m x m	% niet geplant		opmerkingen
grd	1000	2j lariks	2 x 2	26.2		weinig takhout
"	1000	3j fspar	2 x 2	16.6		"
"	950	2j corsd.	2 x 2	20.3		"
"	730	3j gr.den	1.5 x 1.5	30.1		"
"	700	3j "	1.5 x 1.5	11.7		"
"	540	2j "	1.5 x 1.5	23.0		"
"	530	2j lariks	1.5 x 1.5	17.0		"
"	510	3j gr.den	1.5 x 1.5	12.5		"
"	480	2j "	1.5 x 1.5	18.4		"
eik/grd	450	2j "	1.5 x 1.5	34.1	schuiven 20.5%	veel loofhout-takhout
grd	430	3j "	1.5 x 1.5	8.2		weinig takhout
grd/eik	420	2j loofh/wey	2 x 2	26.2		"
grd	400	2j gr.den	2 x 2	20.2	schuiven 16.7%	"
"	400	2j weymouth	2 x 2	13.2		
"	380	2j lariks	1.5 x 1.5	13.8		
"	360	2j p.omorica	2 x 2	15.8		
"	350	2j gr.den	1.5 x 2	19.7		veel takhout
"	340	2j "	2 x 2	10.7		bosbes, gras
"	350	2j "	2 x 2	25.3		
"	350	2j "	2 x 2	30.6		licht geaccidenteerd
"	350	2j weymouth	2 x 2	13.1		weinig takhout
grd/la.	330	3j beuk	1.5 x 1.5	15.9		veel loofhout takhout
grd	300	2j gr.den	2 x 2	42.4		" "
grd/eik	300	2j gr.den	2 x 2	29.0		bosbes en gras
eik/grd	280	3j dgl	2 x 2	47.2		veel eikentakhout
grd	280	2j gr.den	1.5 x 1.5	15.4		" "
"	260	2j dgl	1.5 x 1.5	20.5		weinig takhout
"	230	2j gr.den	2 x 2	5,6		"
eik/grd	220	2j loofhout	2 x 2	27.8		eikenstobbene.d.
grd	220	2j weymouth	2 x 2	17,0		weinig takhout
"	210	2j gr.den	1.5 x 1.5	10.5		"
"	180	2j gr.den	1.5 x 1.5	6.8		"
"	160	2/3j.grd/fsp	2 x 2	17.0		"
"	350	2j gr.den	2 x 2	24.4		veel takhout, dik
				gem.	20% (7%-47%)	