

S39164



ERVARINGEN MET DE PLANTMACHINE VAN DE DEENSE
HEIDEMAATSCHAPPIJ

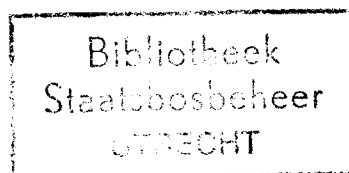
N.A. Leek

RIJKSINSTITUUT VOOR ONDERZOEK IN DE BOS- EN
LANDSCHAPSBOW "DE DORSCHKAMP"
WAGENINGEN

Rapport nr. 232

1980

E-161799



ERVARINGEN MET DE PLANTMACHINE VAN DE DEENSE
HEIDEMAATSCHAPPIJ

N.A. Leek

RIJKSINSTITUUT VOOR ONDERZOEK IN DE BOS- EN
LANDSCHAPSBOW "DE DORSCHKAMP"
WAGENINGEN

Rapport nr. 232

1980



INHOUD

blz.

1.	Inleiding	5
2.	Technische beschrijving	6
3.	Proefterreinen	9
4.	Resultaten	11
4.1.	Plantkwaliteit	11
4.2.	Aanslag	14
4.3.	Ergonomie	16
4.4.	Productie en kosten	19
5.	Conclusies	23
	Literatuur	24
	Bijlagen	

1. INLEIDING

Uit recente bosaanlegproeven is gebleken dat op kapvlakten van groveden de beste resultaten worden verkregen met de bosploegplantmachine (3). Dit geldt vooral op terreinen waar het kapafval op rillen is geschoven. De laatste jaren is deze wijze van terreinvoorbereiding in sterke mate vervangen door het verbrijzelen van het kapafval. Na het verbrijzelen verloopt het planten met de bosploegplantmachine moeilijker dan op geschoven terreinen.

Het beplanten van kapvlakten van douglas en fijnspar met de bosploegplantmachine bleek zelfs zeer moeilijk tot onmogelijk. Alleen op geschoven terreinen zijn hier beperkte mogelijkheden.

De afgelopen jaren is vooral in Zweden en Noord-Amerika erg veel onderzoek verricht naar de ontwikkeling van al of niet automatisch, pleksgewijs plantende machines. De bestaande plantmachines werken meestal volgens het continue plantprincipe d.w.z. zij maken een ploegvoor waarin wordt geplant. Dit principe is ook toegepast bij de recent door de Deense Heidemaatschappij ontwikkelde plantmachine. Deze machine is echter in staat niet bewerkte terreinen te beplanten. Dit is mogelijk gemaakt door de bewerkingen verbrijzelen en planten in één machine te combineren.

Voor het plantelement is een klepelmaaier gemonteerd, die in een smalle strook het kapafval verkleind, waarna de ploeg verdere vegetatie en kapafval opzijshift. Uit onderzoek in Denemarken en West-Duitsland (1,2) bleken de resultaten dermate gunstig dat in samenwerking met Heidemij Nederland B.V. werd besloten deze plantmachine in ons land te beproeven.

2. TECHNISCHE BESCHRIJVING

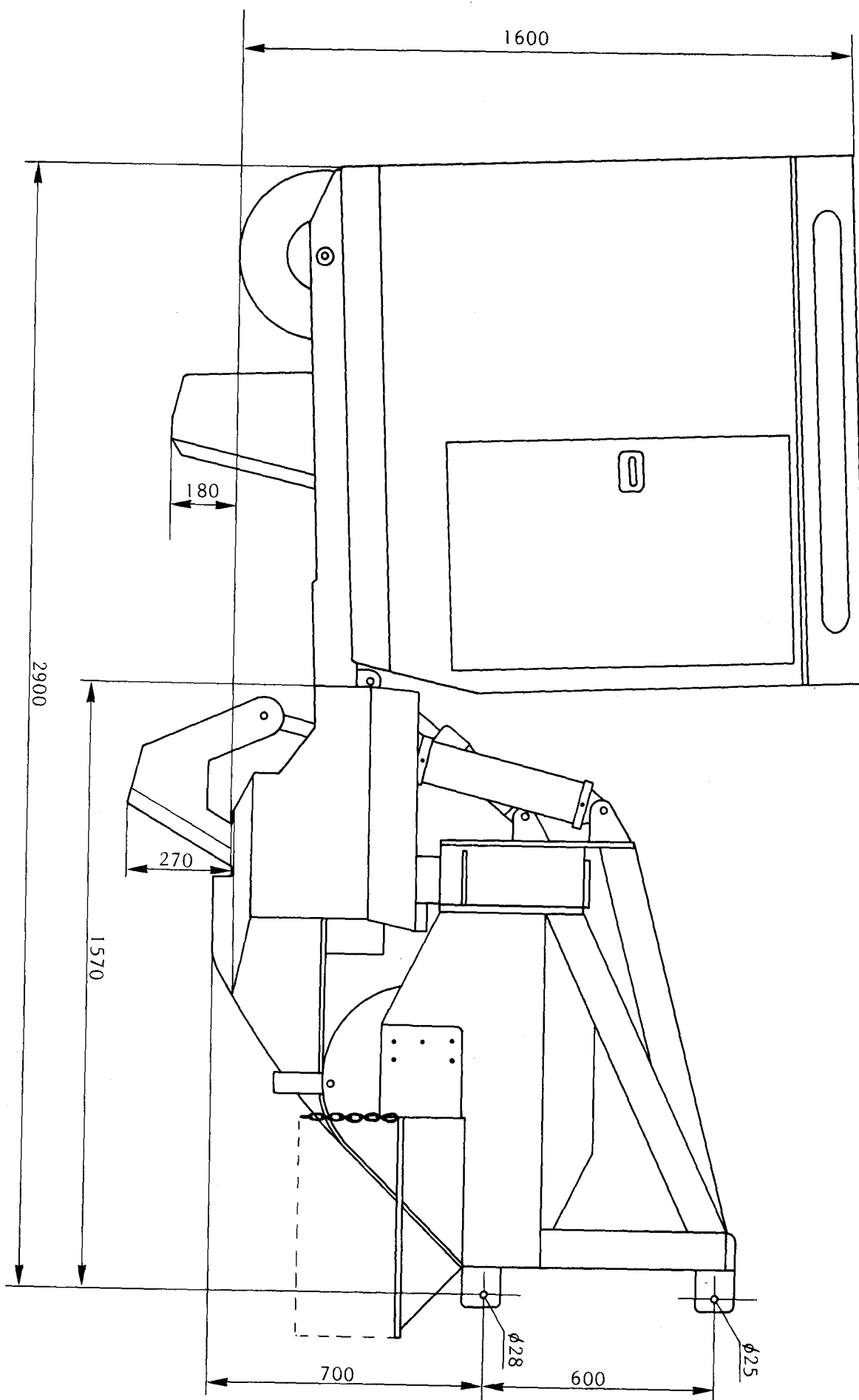
De plantmachine is ontwikkeld uit de Tolne plantmachine en bestaat uit twee delen. Het voorste deel omvat de klepelmaaier, ploeg en diepwoeler. Dit gedeelte kan ook zelfstandig gebruikt worden om plantstroken te maken. Het achterste gedeelte vormt de plantunit. Het geheel wordt aangebouwd aan de driepuntsophanging van een landbouwtrekker.

De plantmachine staat afgebeeld op tekening 1. Per onderdeel kan verder het volgende worden opgemerkt:

- de klepelmaaier slaat over een breedte van ca. 15 cm het kapafval en aan de oppervlakte liggende wortels door. Aandrijving vindt plaats via de aftakas. (toerental 2000 omw. / min.) De klepelunit bestaat uit drie ronde schijven, waarin vier klepels zijn opgehangen. De klepels zijn simpel van constructie, goedkoop en gaan twee tot drie dagen mee.
- De ploeg schuift het kapafval en de bodembegroeiing over een breedte van ca. 30 cm. naar buiten. Het voorste gedeelte van de ploeg is geconstrueerd als een steven van een schip en loopt daarom gemakkelijk over stobben heen.
- De pneumatisch bediende diepwoeler maakt de grond tot ca. 25 cm los. Het voordeel van deze extra bewerking is dat weinig druk nodig is voor het maken van de plantvoor, waardoor de aandrukwielen optimaal functioneren.
- De plantkabine is met uitzondering van de achterzijde geheel gesloten en bevat de zitplaats, laadruimte voor het plantsoen, de vorentrekker en twee aandrukwielen. De kabine is verwarmd en heeft spreekverbinding met de chauffeur. De plantkabine kan alleen geheven worden.
- De vorentrekker en de diepwoeler werken pneumatisch, door middel van een op de plantmachine geplaatste compressor. Beide gaan automatisch omhoog als zij een opstakel tegenkomen.

De totale lengte van de plantmachine is 290 cm en het gewicht bedraagt 1660 kg. Trekker en plantmachine kunnen worden uitgevoerd met extra verlichting zodat ook in het donker kan worden geplant.

Tekening 1. Opbouw Deense Plantmachine (maten in mm).



Eisen aan de landbouwtrekker

Het hoge gewicht van de plantmachine, het ver naar achter liggende zwaartepunt en de noodzakelijke trekkracht en aftakasvermogen stellen de volgende eisen aan de trekker:

- aftakasvermogen van 60-70 kW (80-95 pK)
- vierwielaandrijving
- kruipversnelling
- grote bodemvrijheid (40 cm)
- afscherming aan de onderkant
- frontgewichten
- de driepuntsbevestiging moet de plantmachine minstens 40 tot 50 cm van de grond kunnen heffen en sterk zijn uitgevoerd.

De problemen die zich in West-Duitsland en Denemarken voordeden met de MB Trac 65/90, konden met de nu gebruikte International Harvester 955 geheel worden voorkomen.

3. PROEFTERREINEN

De plantmachine is met Deense bemanning ingezet op vier objecten. Daarbij is voorzover mogelijk gezocht naar verschillende terreinomstandigheden. In tabel 1 worden de meest karakteristieke terreinfactoren vermeld. Het terrein in Arnhem is in zijn geheel voor het planten bewerkt dat wil zeggen zware toppen zijn doorgezaagd en lang, dik hout is zoveel mogelijk in de plantrichting gelegd. Op de andere drie terreinen zijn gedeelten op deze wijze behandeld. Deze voorbereiding is uitgevoerd omdat het niet zeker was of de plantmachine zonder enige voorbereiding in staat was de gekozen objecten te beplanten.

Tabel 1. Terreinbeschrijving van de proefterreinen

Tussen haakjes wordt de spreiding aangegeven.

gevelde houtsoort	Arnhem douglas en groveden abies	Moshul	Sleenerzand fijnspar	Grollo sitkaspar
leeftijd kapafval, jaren	0	1/2	0 en 2 en 3	3
dbh gevelde houts., cm	28(18-42)	26(16-38)	17(9-21)	24(16-32)
hoogte kapafval, cm	34(10-65)	30(10-90)	30(10-60)	30(15-65)
% v d bodem bedekt met kapafval	70	40	80	80
dikte tophout, cm	8(6-12)	9(7-16)	7(6-9)	9(8-12)
aantal stobben per ha	500(+900) ¹⁾	260(+50)	2800	1800
hoogte stobben, cm	15(9-23)	13(9-19)	16(12-20)	16(7-28)
voorkomende vegetatie	wat gras en kruiden	zware gras- mat met bosbes	gras en veel wil- geroosje op de ou- dere ge- deelten	wat gras en bramen

1) extra loofhoutstobben

Verdere bijzonderheden:

- Moshul: dit grovedennevak was door de storm in voorgaande jaren sterk gedund. Vandaar dat hier relatief weinig kapafval lag.
- Sleenerzand: dit terrein bestond in feite uit drie gedeelten.
 1. geveld in 1976 en 1977 en geklepeld in 1977.
 2. geveld in 1977.
 3. geveld in 1979.Dit vak was nauwelijks gedund, vandaar het zeer hoge stamtal.
- Grollo: om de 12-15 m. lag een greppel dwars op de plantrichting.

In tabel 2 staan de gegevens vermeld van het plantsoen.

Tabel 2. Plantsoengegevens

	Arnhem inl. eik	Moshul groveden	Sleenerzand Weymouth den	Grollo sitkaspar
leeftijd, jaren	2	3	3	4
gem. lengte, cm.	75(40-100)	35(20-50)	20(11-27)	65(40-90)
wortelstelsel	normaal	goed	goed	goed
plantverband	1.0x1,0m	1,7x1,7m	4,5x1,4m	2,5x1,5m

4. RESULTATEN

4.1. Plantkwaliteit

De kwaliteit van het plantwerk wordt bepaald door de terreinomstandigheden, de planter en natuurlijk de plantmachine zelf. Dat de terreinomstandigheden sterk varieerden blijkt uit tabel 1. Waren de omstandigheden op het object Moshul betrekkelijk gunstig, de overige terreinen moeten als moeilijk tot zeer moeilijk worden aangemerkt.

In tabel 3 worden het percentage slecht en niet-geplante planten en de afwijkingen van het gewenste plantverband weergegeven.

Tabel 3. Percentage slecht en niet-geplante planten en de afwijkingen van het plantverband.

	Arnhem	Moshul	Sleenerzand			Grollo
			A ^{*)}	B	C	
% slecht + niet ge-plant	16,2%	8,0%	10,1%	12,0%	28,4%	7,2%
Afwijkingen plantverband						
- gepland	1,0 x 1,0m	1,7 x 1,7m	4,5 x 1,4m			2,5 x 1,5 m
-gerealiseerd	1,3 x 1,0m	1,8 x 1,8m	4,5 x 1,4m			2,5 x 1,65m

- *) A: gevelde 1976 en 1977 geklepeld
 B: gevelde 1977
 C: gevelde 1979

Weinig problemen gaven de objecten Moshul, Grollo en de in 1976/77 gevelde gedeelten in Sleenerzand. Het percentage slecht en niet-geplante planten bedroeg op deze terreinen 7 tot 12 %. In Grollo kon uitstekend tussen de stobbenrijen worden geplant. Er lagen hier weliswaar grote concentraties kapafval, maar omdat het kapafval van sitkaspar na 3 jaar erg bros is, gaf dit geen moeilijkheden. Alleen in de buitenste plantrijen bevonden zich veel stobben, hier liep het aandeel gemiste planten op tot 16 %.

Dit percentage bedroeg in Sleenerzand voor de reeds eerder gevelde en gedeeltelijk ook met de klepelmaaier behandelde gedeelten resp. 10 en 12 %. Dat dit hoger ligt dan in Moshul en Grollo moet worden geweten aan het feit dat in Sleenerzand bijna loodrecht op de oude stobberijen moest worden geplant. Dit was nodig in verband met de toekomstige aanleg van douglas tussen de rijen Weymouthden.

Gebleken is hier dat oudere stobben minder problemen geven. De ploeg glijdt er gemakkelijk overheen en komt achter de stob weer snel in de grond. Veel moeilijker verliep het plantwerk op het vers gevelde gedeelte in Sleenerzand. De omstandigheden waren hier bijzonder ongunstig: 2800 verse stobben per hectare met zeer veel kapafval en dan loodrecht op de stobbenrijen planten. De moeilijkheden ontstaan in feite door de stobben: de ploeg loopt eruit en door de dichte laag kapafval komt de klepelmaaier er niet snel genoeg doorheen, waardoor de ploeg enige meters op het kapafval blijft lopen. Op die manier worden enige plantplaatsen gemist. Op zich is het nog verwonderlijk dat onder deze bijzonder ongunstige omstandigheden het percentage gemiste planten niet meer dan 28 % bedroeg.

In Arnhem lag dit aandeel op 16 %. Dit was te wijten aan de grote hoeveelheid kapafval en het grote aantal loofhoutstobben (900 per ha.)

Bij beproevingen in West-Duitsland werden eveneens zeer goede resultaten behaald. Het aandeel gemiste planten liep van 5 tot 12%. Uit eigen onderzoek is gebleken dat deze percentages voor de bosploegplantmachine en de Quickwood onder moeilijke terreinomstandigheden oplopen tot 30 à 45 %. Uit een recent gehouden inventarisatie bleek dit percentage voor de bosploegplantmachine op grovedennekapvlakten neer te komen op gemiddeld 20 % met een spreiding van 7 tot 47 %.

Met het realiseren van het gewenste plantverband waren er alleen problemen in Arnhem. De plantmachine is excentrisch naar rechts achter de trekker geplaatst. Bij heen en terug planten is het dan niet mogelijk korte afstanden tussen de rijen aan te houden. De trekker moet namelijk voldoende afstand houden van de vorige plantrij. De indeling van het perceel in Arnhem dwong de machine om steeds vanaf één zijde te beginnen. De minimale gemiddelde afstand tussen de rijen bedroeg nu 1.30m.

De goede resultaten met de Deense plantmachine zijn vooral te danken aan de goede doorsnijdende werking van de klepelmaaier (kapafval en wortels tot ca. 10 cm. doorsnede) en aan de goede aanpassingsmogelijkheden aan terrein en bodem door de beide onafhankelijk werkende delen van de plantmachine. Het aandeel gemiste planten hangt natuurlijk in de eerste plaats af van de mogelijkheden om tussen de stobbenrijen door te planten. Dit geldt vooral bij een hoog stobbenaantal, waar de rijen nog duidelijk zichtbaar zijn. Is het aantal stobben per ha laag, dan is ook meestal de oorspronkelijke rijrichting niet meer duidelijk aanwezig. Dit geldt vooral bij groveden.

Daarnaast is van invloed het aantal en de hoogte van de stobben en de hoeveelheid en ouderdom van het kapafval. Stobben met maximale afmeting van 10-15 cm diameter worden door de ploeg opzij geschoven.

4.2 AANSLAG

Midden juni is de aanslag bepaald. De percentages kwijnende en dode planten staan vermeld in tabel 4. In Arnhem, Grollo en het in 1976/77 gevelde gedeelte in Sleenerzand is het percentage dode planten laag en is nauwelijks verschil te constateren tussen de Deense plantmachine en de praktijkmethoden. In Moshul en het in 1979 gevelde gedeelte in Sleenerzand is meer uitval. In Moshul zijn bijna 14 % van de planten dood die met de bosploegplantmachine zijn geplant en 18% kwijnend. Voor de Deense plantmachine zijn deze percentages resp. 6 % en 5 %. De planten in het met de bosploegplantmachine aangelegde gedeelten zijn over het algemeen slecht ontwikkeld, wat mede te wijten is aan konijnenvraat.

Opvallend was het verschil in aanslag tussen het in 1979 en het in 1976/77 gevelde gedeelte in Sleenerzand. Hiervoor zijn twee oorzaken:

1. Vreterij door *Hylobius*. Dit komt alleen voor op het vers gevelde gedeelte. In dezelfde week als de opname zijn de planten bespoten met Gardona. Op plaatsen waar de plantmachine duidelijk voren heeft getrokken is de aantasting geringer. De meeste dode planten bij het machinaal planten komen voor op de plaatsen waar met de hand is bijgeplant. Beide laatste punten lijken een bevestiging van de Zweedse ervaring dat *Hylobius* aantasting geringer is als de plantplaats vrij is gemaakt van organisch materiaal.
2. Slechtere plantomstandigheden. Dit geldt zowel voor planten met de hand als met de machine. Vooral na het klepelen ontstaat een dikke mat takmateriaal, waarin het planten moeilijk is.

De verschillen tussen de Deense plantmachine en de praktijkmethoden zijn ook in Sleenerzand gering. Alleen handplandten na klepelen geeft een hoger percentage uitval(14%).

Tabel 4. Het percentage kwijnende en dode planten (opname 12 en 13 juni 1980)

	Arnhem		Moshul		Sleenerzand		geveld 79		Grollo	
	2 j. eik		3 j. groveden		3 j. Weym. den		geveld 76/77		4 j. sitkaspar	
	plm	hand 1	plm	bospl. plm	plm	hand 1	plm	hand 1	plm	hand 2
% kwijnend	3,8	4,1	5	18,3	0,6	2,1	3,8	3,8	2,2	0,9
% dood	4,7	3,1	6,1	13,8	0,8	0,7	8,7	14	1,5	0,7
totaal aantal planten in op- name (=100%)	948	414	1119	758	475	284	393	265	781	535

*) plm: Deense plantmachine

Bospl. plm: Bosploegplantmachine

hand 1: handkracht planten na klepelmaaier

hand 2: handkracht planten zonder terreinvoorbereiding

4.3 ERGONOMIE

Er zijn geen specifieke ergonomische metingen uitgevoerd. Bij de beproevingen in West-Duitsland zijn door dr. Lünzmann van het Instituut für Arbeitswissenschaften in Reinbek trillings- en geluidsmetingen verricht. De resultaten worden hier onder vermeld.

Op geruimde terreinen lag de versnelling van de trillingen gemeten op de zitting in alle frequentiebereiken onder $0,1 \text{ m/sec}^2$. Hiermee worden de toelaatbare grenzen voor het welbevinden van de planter tijdens een 8-urige werkdag niet overschreden. Op niet geruimde kaalslagen werden in verticale richting hogere versnellingen gemeten nl $0,84 \text{ m/sec}^2$ bij 31,5 Herz. Hierbij zal het welbevinden van de planter na 3 uur veranderen. De prestatie werd echter niet wezenlijk beïnvloed. De trillingen in de plantmachine werden voornamelijk veroorzaakt door de draaiende klepelmaaier bij het verbrijzelen van kapafval. In zijn totaliteit hebben de trillingen geen wezenlijke invloed op het welbevinden van de planter (grafiek 1).

Wat betreft het geluid werden in de kabine van de trekker (MB-Trac 65/70) maximale dB(A) waarden gemeten van 92-94. Voor de planter bedroegen deze in het frequentiebereik 31-63 Hz, 102 tot 104 dB(A). Bescherming is dus voor beide nodig. De spreekverbinding tussen chauffeur en planter geldt tevens als gehoorbescherming.

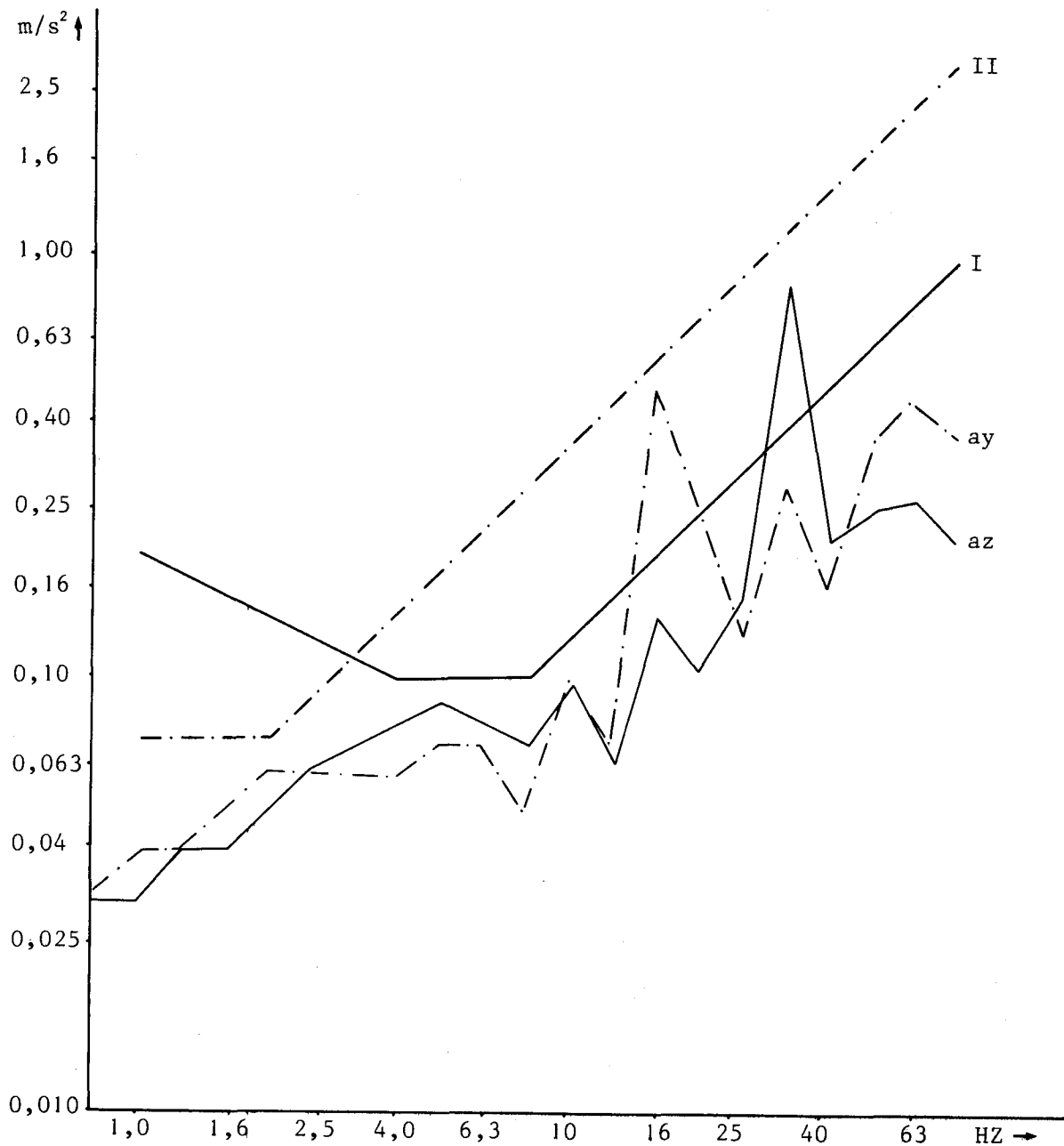
De zitting (40 cm breed en 35 cm diep) is voorzien van een goede rugleuning. De zitting kan niet aan de planter worden aangepast, dit kan wel met de voetsteunen.

Bij zeer klein plantsoen moet de planter zich diep bukken en werkt in een ongunstige werkhouding. De nadelige effecten hiervan kunnen worden verminderd door planter en chauffeur te verwisselen. Vanaf 40 cm plantsoenlengte is de werkhouding volgens de planter goed.

De klepelmaaier is aan de achterzijde niet zoals aan de zijkant beschermd met een kettinggordijn. Dit is gedaan om gemakkelijker onderhoud te plegen. Tijdens de inzet in Duitsland en Nederland hebben zich geen problemen met de veiligheid voorgedaan.

De chauffeur moet zich gedurende het plantproces nogal veel omdraaien. Dit betekent dat het bovenlichaam, het hoofd en de nek in een ergonomisch ongunstige positie komen. Dit kan alleen worden verholpen door de planter en chauffeur om de twee uur te laten wisselen.

Grafiek 1. Versnelling op de zitting bij het planten in verticale (az) en horizontale richting (ay) in vergelijking met de ISO grens-kurven (I voor az en II voor ay) voor een 8-urige werkdag. (naar DENNINGER 1978)



Technische hulpmiddelen zoals bijvoorbeeld spiegels bieden hier geen uitkomst. De Deense plantploeg wisselde niet.

Wordt de Deense plantmachine vergeleken met vergelijkbare plantmachines, dan is deze machine ergonomisch een verbetering.

4.4. PRODUCTIE EN KOSTEN

Ter vergelijking zijn naast de Deense plantmachine op de resterende gedeelten van de vier objecten de gebruikelijke herbebossingsmethoden toegepast. De resultaten van de tijdstudies van de Deense plantmachine en de praktijkmethoden zijn vermeld in bijlage 1.

De invloed van de extra maatregelen vóór het planten op de produktie van de plantmachine was minimaal. Met dit onderscheid is verder geen rekening gehouden. Het aantal planten per produktief machine-uur ¹⁾ (PMU) varieerde van 285 tot 475 (zie tabel 5). De produktie wordt in sterke mate bepaald door de terreinomstandigheden op de kapvlakte (aantal en zwaarte van de stobben en hoeveelheid kapafval), het plantverband en de grootte en soort plantsoen. Zo is de produktie in Sleenerzand en Grollo aan de lage kant, doordat in Sleenerzand dwars op de stobberijen is geplant en in Grollo groot vierjarige sitka spar is gebruikt. Onder Nederlandse omstandigheden kan voor sparren worden gerekend op 300-350 en voor dennen op 400-500 planten per PMU. De richtgetallen uit West-Duitsland zijn voor fijnspar dezelfde en voor groveden 500-600 planten per PMU. Bij groveden werden meer planten per hectare geplant. Na een half jaar draaien bij de Deense Heidemaatschappij werd een produktie vastgesteld van 400 sparren per PMU.

¹⁾ Een produktief machine-uur is gedefinieerd als de tijd waarin de machine werkt. Hierin opgenomen zijn onderbrekingen die korter duren dan 15 minuten.

Tabel 5. Produktie per produktief machineuur (PMU) van de Deense Plantmachine

	Arnhem 2j. eik	Moshul 3j. groveden	Sleenerzand 3j. Wey.m.den	Grollo 4j. Sitka spar
plantverband	1,3x1,0m	1,8x1,8m	4,5x1,4m	2,5x1,65m
aantal stobben per ha (+loofh.st.)	500(+900)	260(+50)	2800	1800
			A*) B C	
totaal aantal geplant (incl. slecht- en niet geplant)	2960	5190	1100 990 220	2920
aantal planten per PMU	439	476	349 372 332	286

*) A geveld '76 en '77 en geklepeld

B geveld '77

C geveld '79

Voor de berekening van de uurkosten van de Deense plantmachine wordt uitgegaan van een aanschafprijs van 100.000 DKr. (f 36.500). De reparatie en servicekosten zijn gebaseerd op gegevens van de Deense Heidemaatschappij (bijlage 2). Voor de eerste helft van 1979 kwamen deze op ca. f15,-- per uur (kosten van onderdelen en loonkosten in werkplaats en in bos). Gedurende de 42 uren waarmee met de plantmachine is gewerkt, heeft zich één grotere storing voorgedaan (100 minuten). Het betrof een uitgelopen lager van één van de aandrukwielen.

De uurkosten zijn berekend bij 200, 300 en 400 PMU per jaar. Er zijn geen overheadkosten opgenomen.

Uitgangspunten voor de kostenberekening:

Aanschafprijs	f 36.500,--
Afschrijvingsperiode	6 jaar
Aantal PMU per jaar	200, 300 en 400
Rente	10 %
Restwaarde	geen

De kosten per PMU zijn dan als volgt samengesteld:

Aantal PMU/jaar	200	300	400
Plantmachine			
Afschrijving	30,40	20,30	15,20
Rente	9,10	6,10	4,60
Reparatie + onderhoud	15,--	15,--	15,--
Totaal plantmachine	54,50	41,40	34,80

Trekker, 60-70 kW met vierwielaandrijving	24,--	24,--	24,--
Loonkosten cauffeur en planter	50,--	50,--	50,--
Totale kosten	<u>f 128,50</u>	<u>f 115,40</u>	<u>f 108,80</u>

In tabel 6 wordt een overzicht gegeven van de aanlegkosten per hectare voor de Deense plantmachine en de door het beheer toegepaste methoden. Daarbij is uitgegaan van de volgende uurkosten (incl. bediening, excl. overhead):

Loonkosten (incl. sociale lasten)	f 25,--
Klepelmaaier Willibald UFM 180 + trekker 90 kW	f 86,--
Klepelmaaier Nicolas D105 + trekker 60-70 kW	f 70,--
Bosploegplantmachine + trekker 45 kW	f 80,--
Deense plantmachine + trekker 60-70 kW	f 115,--

Tabel 6. Aanlegkosten per hectare voor de Deense plantmachine en de praktijkmethoden

	Arnhem	Moshul	Sleenerzand			Grollo
plantsoen:	2-j. eik	3-j.groveden	3-j.Weym.den			4-j.sitkaspar
aantal planten per ha	7700	3100	1600			2400
DEENSE PLANTMACHINE						
			A ^{*)}	B	C	
planten	f 2017	f 749	f 527	495	554	f 965
nawerk	" 223	" 108	" 83	83	180	" 100
Totaal	f 2230	f 857	f 610	578	734	f1065
PRAKTIJKMETHODEN						
klepelmaaier	f 465	f 327		f 378		
handplanten	2833		f 620	" 828	832	f1500
bospl.plantm.		512				
nawerk		153				
Totaal	f 3298	f 992	f 620	f 1206 832		f1500

*) A: geveld '76 en '77 en geklepeld
B: geveld '77
C: geveld '79

Op de kaalslag van groveden in Moshul is het verschil in kosten tussen de Deense en de Nederlandse plantmachine gering. Dit wordt veroorzaakt door de lage kosten voor het verbrijzelen. Op dit terrein lag namelijk betrekkelijk weinig kapafval.

De bosploegplantmachine kon op de overige objecten niet worden ingezet vanwege de grote hoeveelheid kapafval. Op de kort voor het planten gevelde objecten Sleenerzand en Arnhem was de Deense plantmachine *f* 500 resp. *f* 1000 per hectare goedkoper dan hand planten na klepelen. Planten zonder klepelen bleek in Sleenerzand *f* 100 duurder te zijn dan de Deense plantmachine. Vooral bij grotere aantallen planten per hectare wordt de inzet van de plantmachine aantrekkelijker. Op de kaalslagen, die twee tot drie jaar over hebben gelegen, was er of geen verschil in kosten (Sleenerzand) of werkte de Deense plantmachine ruim *f* 400 per hectare goedkoper (Grollo). In Sleenerzand zijn bij het handplanten geen kosten meegerekend voor het indertijd uitgevoerde klepelwerk.

Bij de kostenvergelijking in tabel 6 is uitgegaan van *f* 115 per uur voor de Deense plantmachine bij 300 PMU per jaar. Uit de tijdregistratie van een week (zie bijlage 3) bleek de tijd voor transport en onderbrekingen langer dan 15 minuten neer te komen op 25 % van de produktieve machinetijd. 300 PMU's komen dan bij een achturige werkdag neer op 9 à 10 werkweken. Bij een produktie van 0,1-0,15 ha per PMU betekent dit dat in één plantseizoen 30 tot 45 hectare moet worden ingeplant.

5. CONCLUSIES

De resultaten met de plantmachine van de Deense Heidemaatschappij waren boven verwachting goed. De gedeeltelijk uitgevoerde terreinvoorbereidende maatregelen bleken grotendeels overbodig te zijn.

Het sterke punt van deze plantmachine is dat voor het planten geen terreinvoorbereiding nodig is. Dit geldt niet alleen op kapvlakten van groveden en lariks maar ook voor de moeilijker terreinomstandigheden op kapvlakten 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 door de beide onafhankelijk werkende delen van de plantmachine.

De produktie bedraagt voor sparren 300-500 planten en voor dennen 400-500 planten per produktief machineuur. Op kapvlakten van kort voor de aanleg gevelde fijnspar en Abies bleken de aanlegkosten met de Deense plantmachine ongeveer f 500 tot f 1000 per hectare lager dan de door het beheer uitgevoerde aanleg. Op kapvlakten van groveden was het verschil in aanlegkosten met de bosploegmachine gering. Bij deze kostenvergelijking is voor de Deense plantmachine f 115 per produktief machineuur gerekend.

LITERATUUR

1. Denniger, W. 1978. Einsatzerfahrungen mit der Forstpflanzmaschine der Dänischen Heidegesellschaft. Stencil KWF
2. Honoré, S. 1975. Experiments on planting systems. Skovteknisk Institut Denemarken.
3. Leek, N.A. 1979. Techniques of stand establishment in the Netherlands. Optional paper for the Symposium in Stand Establishment Techniques and Technology, Moscow.

BIJLAGE 1. RESULTATEN TIJDSTUDIES

	Arnhem	Moshul	Sleenerzand	Grollo
houtsoort:	2-j. eik	3-j. groveden	3-j. Weymouthden	4-j. fijnspar
aantal stobben per ha(+ loofhout)	500(+900)	260(+50)	2800	1800
plantverband:	1,3x1.0m	1,8x1,8m	4,5x1,4m	2,5x1,65m
aantal planten per ha:	7700	3100	1600	2400
DEENSE PLANTMACHINE				
planten	min/100pl	gevel'd '77+ gekl.	gevel'd '77	gevel'd '79
draaien	"	8,70	7,67	9,62
plantsoen laden	"	2,89	2,89	1,22
pers. verz. (15 min)	"	1,64	1,25	5,48
mach. stor. (15 min)	"	1,40	1,13	1,60
aan- en afloop	"	0,11	1,14	1,32
inlichtingen werk	"	0,88	1,28	1,56
produktieve mach.tijd	"	0,32	0,78	0,78
	13,66	17,17	16,14	20,99
aantal planten per PMU	439	349	372	286
Nawerk				
aantal planten per ha	1240	150	195	145
min. cyclustijd/100 planten	32	97	75	123
manuren/ha(+35%AT)	8,9	3,3	3,3	4,0
PRAKTIJKMETHODEN:				
klepelmaaier ¹⁾				
mach.uren/ha(+26%AT ²⁾	5,4	3,8	5,4	
handplanten				
min.cyclustijd/100 planten	65	69	92	111
manuren/ha(+35%AT)	112,6	24,8	33,1	60,0
bosploegplantmachine				
mach.uren/ha(+26%AT)				
nawerk min.cyclustijd/100 pl.				
manuren/ha(+35%AT)	5,7			
	2,8			
	6,1			

- 1) In Arnhem en Moshul: Willibald UFM 180
In Sleenerzand : Nicolas D105 (alleen plantstroken)
- 2) Om een zo goed mogelijke vergelijking te kunnen maken tussen de praktijkmethoden en de Deense plantmachine is voor de klepelmaaier en de bosploegplantmachine het percentage Algemene Tijden gebruikt, dat bij de Deense plantmachine werd waargenomen, nl. 26 %. Hierin is geen transport opgenomen.

THE PLANTING SYSTEM OF HEDESELSKABET

Statement of Performance and Cost of Repair in the First Half of 1979

Average Value per Machine

Time Division and Performance

	Ploughing	Planting	Other kinds of work with tractor only	Moving	Repair	Other inter- ruptions	In total	Km of drills	Number of plants (thousand)	M of drills hour	Number of plants hour
Hours	118	328	193	58	111	19	860	116	144	983	439
Percentage	14	38	22	7	13	2	100				

Cost of Repair (the planting machine only)

	Knives	Plough, grubber	Rotor, V-belts	Bearings	Power take-off shaft	Chassis	Compressed air, hydraulics	Planting unit	Miscellaneous	In total
--	--------	--------------------	-------------------	----------	-------------------------	---------	-------------------------------	------------------	---------------	----------

In total										
D.kr.	3,000	2,670	650	650	2,650	250	1,150	800	1,900	13,720
D.kr. per planting machine hour	6.7	5.9	1.5	1.5	5.9	0.6	2.6	1.8	4.3	30.8

Expected Cost of Improved Machine(1979-level)

D.kr. per planting machine hour	6.0	3.0	1.5	0.5	2.0	0.5	1.5	1.0	2.0	18.0
--	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------

Bijlage 3

Tijdregistratie met behulp van tachograaf (in minuten):

datum	planten (incl. aan-en afloop en onderbrekingen <15 min)	onderbre- kingen >15 min.	transport	middagschaft
26-11	235		33	60
27-11	429	25	49	42
28-11	386	122	92	15
29-11	383	81	65	31
30-11	581	17	27	20
Totaal	2014	245	266	168

Transport en onderbrekingen >15 min. bedragen 25 % van de produktieve machinetijd. (2014 minuten).



Foto 1. De Deense plantmachine in actie in Moshul.



Foto 2. Driejarige groveden geplant in Moshul.



Foto 3. De gehele unit in transportstand. Let op de bouw van de ploeg met vlak daarachter de diepwoeler. Onder plantkabine de vorentrekker.

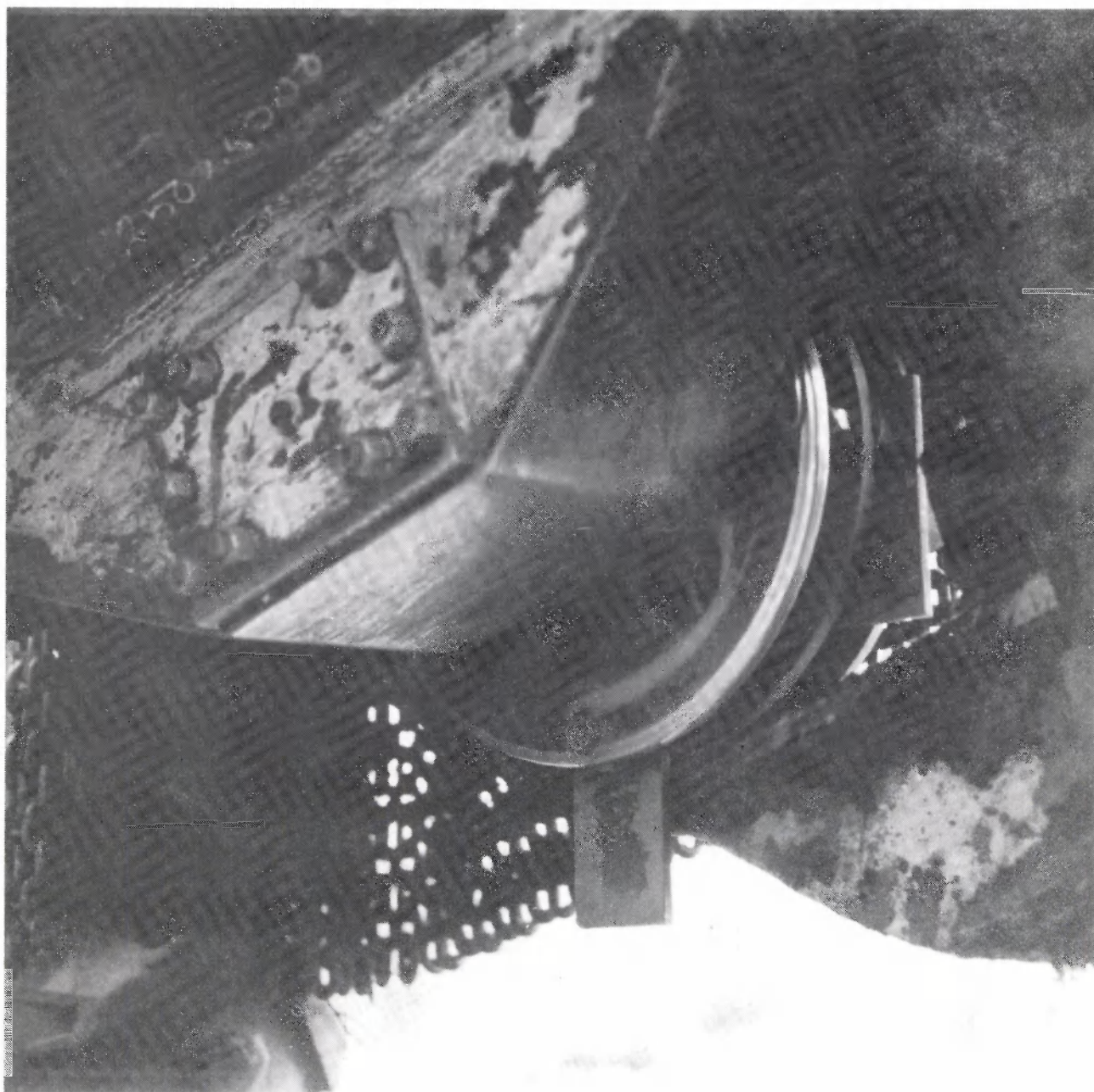


Foto 4. Detailopname van de klepelmaaier.