INSTITUUT VOOR TUINBOUWTECHNIEK WAGENINGEN

MECHANISCH OOGSTEN VAN CHAMPIGNONS MET BEHULP VAN ZUIGNAPPEN

Verslag van een Ingenieursstudie door Ir.J.J.P. Zegers. w.i.

3997
48b

itt
WAGENINGEN

1
intern verslag 40

INSTITUUT VOOR TUINBOUWTECHNIEK

WAGENINGEN

MECHANISCH OOGSTEN VAN CHAMPIGNONS MET BEHULP VAN ZUIGNAPPEN

Verslag van een onderzoek naar mechanisatiemogelijkheden in de champignonteelt (vooral bij de oogst), uitgevoerd als Ingenieursstudie

door: Ir. J.J.P. Zegers, w.i.

December 1971 Intern Verslag 40

Overname van de inhoud is verboden

2284809

Voorwoord

Dit verslag is tot stand gekomen in samenwerking met de Technische Hogeschool Eindhoven (lab. voor Bedrijfsmechanisatie van Prof Ir. J. Erkelens) en het Proefstation voor de Champignoncultuur te Horst.
Het oriënterend onderzoek is uitgevoerd door Ir. J.J.P. Zegers, als afstudeeropdracht bij de afdeling Werktuigen van het ITT in de periode jan-dec. 1971.
Allen die aan dit onderzoek hebben meegewerkt worden hierbij bedankt.

Wageningen, december 1971
Ir. J.C.J. Kuiken
Hfd. Afd. Werktuigen ITT.

Student: J.J.P. Zegers
Instituut: Instituut voor Tuinbouwtechniek - Wageningen
Mentor namens het instituut: ir. J.C.J. Kuiken
Raadgever namens de T.H.E.: ir. P.W. Koumans

OPDRACHT VOOR HET INGENIEURSEXAMEN

Bij de champignonteelt wordt de behoefte om te mechaniseren steeds groter. Vooral het oogsten is erg arbeidsintensief. Gevraagd wordt de mogelijkheden te onderzoeken om dit oogsten te mechaniseren.
Hiertoe zal een methode ontwikkeld moeten worden om de champignons uit het bed los te maken en op te nemen.
Nadat aangetoond is, dat de gevonden methode bevredigende resultaten belooft te geven, zal een voorontwerp gemaakt moeten worden van een kleine oogstmachine, bedoeld als prototype.

Prof. ir. J. Erkelens,
oktober 1971.

Inhoud:

blz.

- De champignonteelt:
  1. De champignon 1
  2. De plaats van de champignon in het plantenrijk 2
  3. De teelt van de champignon 3
  4. Belangrijke gegevens over de champignonteelt 8

- Mechanisatievraagstukken 12

- Aspecten t.a.v. een optimale champignonkwekerij:
  1. Kweken op vaste of verplaatsbare bedden 14
  2. Mogelijke teeltsystemen 15
  3. Eenzône of meerzône systeem 16
  4. Mogelijke meerzônesystemen 17
  5. Nadere beschouwing van de drie mogelijke teeltsystemen 20
  6. De machines voor de bewerkingen 23
  7. Grootte van de cellen 26
  8. Verplaatsbare units 27
  9. Plaatsing van de kisten in de cel 28

- Mechanisatie van de oogst van champignons:
  1. Probleemstelling 31
  2. Plukmethoden 32
  3. Oppakken van de champignons 34
  4. Proeven met zuignappen 36
  5. Opsporen van de champignons 41
  6. Beschrijving van het proefmodel 43
  7. Werking van het proefmodel 51
  8. Resultaat van de proeven 52

- Constructieve uitwerking van de oogstmachine:
  1. Uitgangspunten 53
  2. Plaatsing van de zuigeenheden 54
  3. De zuigeenheid:
     - 3.1. Eisenpakket 60
     - 3.2. Beschrijving van de funktie-elementen:
       - 3.2.1. De taster 63
       - 3.2.2. Aanpassen aan de grootte van de champignon. Compenseren van het gewicht van de zuigeenheid 65
       - 3.2.3. Het losdraaien van de champignons 65
     - 3.3. De werking van de zuigeenheid 67
  4. De afvoer:
     - 4.1. Mogelijke afvoersystemen 69
     - 4.2. Afvoersysteem met transportbanden 72
     - 4.3. Het afvoersysteem voor de gehele plukunit 77
  5. Het afsnijden van de champignonvoet 83
  6. De aandrijving van de transportbanden en messen 85
  7. Beschrijving van de oogstmachine 87

8. Vergelijking oogstmachine-pluksters 90
9. Het schakelschema 92

- Berekeningen:

1. De zuigeenheid 96
2. Motor voor de aandrijving van de transportbanden 96
3. Motor voor het losdraaien van de champignon 97
4. Bevestiging van de losse rollen 97
5. Cilinders voor de verplaatsing van de vaste rollen 98
6. Cilinders voor de verplaatsing van de losse rollen 101
7. Cilinder voor het verplaatsen van de zuigeenheden 102
8. Theoretische beschouwing over het vacuumzuigen 102

- Literatuurlijst 104

De champignonteelt.

1. De champignon.

Het is bekend dat bepaalde soorten paddestoelen sinds mensenheugenis als een bijzondere lekkernij worden beschouwd.
Slechts enkele paddestoelen, waarvan de champignon (oftewel Agaricus Bisporus) er één is, zijn economisch gezien aantrekkelijk om te kweken.
In 1650 werd in Frankrijk met de teelt van champignons begonnen.
In Haarlem werden al in 1825 champignons geteeld. Ook in de grotten van Zuid-Limburg zijn vroeger veel champignons gekweekt.
Tegenwoordig geschiedt de teelt echter in hoofdzaak in geconditioneerde ruimten: de champignoncellen.
Dat de champignonteelt een enorme omvang heeft aangenomen blijkt wel uit het volgende overzicht uit 1969:

USA 85 miljoen kg champignons
Frankrijk 60 miljoen kg champignons
Engeland 40 miljoen kg champignons
Formosa 40 miljoen kg champignons
Nederland 23 miljoen kg champignons

De conservering van champignons neemt in Nederland sterk toe.
In 1970 ging ongeveer 70% van de gekweekte champignons naar de industrie.

2. De plaats van de champignon in het plantenrijk

- De champignon hoort thuis in het rijk der lagere planten en groeit dus in donkere ruimten.
- De champignon is een heterotroof organisme en moet als zodanig de koolhydraten en andere organische stoffen kant en klaar uit de voedingsbodem betrekken.
- De champignon is een parasiet en leeft op dood materiaal.
- De champignon is het vruchtlichaam. Het mycelium dat bestaat uit zeer fijne draadjes en ondergronds leeft, vormt de plant.
- De champignon wordt geoogst als ze nog niet geheel is uitgegroeid, dus nog voor het vlies (dat de onderzijde van de hoed vormt) openscheurt.
- De champignon heeft geen opperhuid zoals de groene plant en is daarom zeer gauw beschadigd.
- De champignon plant zich voort door middel van sporen.

Bij de teelt van champignons zaait men echter geen sporen, maar korrels van een bepaalde voedingsbodem, begroeid met mycelium. Door samenstrengeling van veel myceliumdraden ontstaan op een gegeven moment knoppen, waaruit dan de champignon groeit.

Er bestaan witte, bruine en crême variëteiten van de gekweekte champignon.

3. De teelt van de champignon.

Als voedingsbodem voor de champignon wordt meestal paardenmest gebruikt (in het buitenland gebruikt men ook wel synthetische mest, waarschijnlijk is dit het materiaal voor de toekomst). Alvorens de paardenmest de juiste voedingsstoffen bevat zal deze moeten worden gefermenteerd. Dit fermenteren, dat tegenwoordig niet meer door de kweker zelf wordt gedaan (maar coöperatief), houdt in, dat men de paardenmest gedurende een lange tijd laat broeien. De mest wordt telkens opnieuw omgezet onder toevoeging van verschillende stoffen. Tijdens dit broeien zorgen micro-organismen ervoor dat de mest wordt omgevormd tot een bruikbare voedingsbodem voor de champignon. Hierna wordt de paardenmest, die nu compost heet, in de champignoncellen gebracht. De compost wordt in lagen op bedden of in kisten aangebracht. Er volgt nu een nabehandeling van de compost die uitzweten heet. De compost die nog enig broeivermogen bezit wordt onmiddellijk weer op temperatuur gebracht. Men bereikt hierdoor:
1. dat de aanwezige insekten worden gedood (pasteuriseren)
2. dat ook hier de micro-organismen de mest omzetten (conditioneren).

Na de fermentatie en het uitzweten volgt het enten. Er wordt nu broed (plantmateriaal) in de compost gedaan waarna de myceliumgroei begint. Het broed wordt in verschillende vormen in de handel gebracht. Het broed dat in ons land wordt gebruikt is het korrelbroed dat bestaat uit graankorrels begroeid met mycelium.
Nadat de compost doorgroeid is met mycelium wordt er een laag dekaarde op de laag compost aangebracht (afdekken). In deze dekaarde wordt door het mycelium uit de compost knoppen gevormd waaruit later de champignon groeit.
Zeer belangrijk voor de knopvorming is het CO_2-gehalte. Bij een CO_2-gehalte boven 2% houdt de myceliumgroei op en bij een CO_2-gehalte boven 0,2% stopt de knopvorming.
Door middel van ventileren houdt men het CO_2-gehalte in de dekaarde beneden de 0,2% in de compost wat hoger. Een tweede belangrijke taak van de dekaarde is, de compost van water voorzien. De dekaarde dient als waterreservoir.

Wanneer de champignon nu de juiste grootte heeft, kan deze geoogst worden. Zodra de eerste champignons verschijnen zullen er gedurende de eerste 3 - 4 dagen veel champignons te plukken zijn. Daarna neemt de produktie af en houdt een paar dagen op. Inmiddels groeien er weer nieuwe knoppen en na enkele dagen is er weer een topproduktie. Men noemt dit verschijnsel vluchten. Tussen de toppen van deze vluchten ligt een week. Bij de huidige teeltwijze wordt 5 - 7 weken geoogst. Nadat de oogst (serie vluchten) beëindigd is, wordt de kweekcel op hoge temperatuur (65°C) gebracht (doodstomen). Hierdoor worden schadelijke organismen gedood. Zeer belangrijk is echter het doden van de virus die de afstervingsziekte veroorzaakt. Zodra de cel met inhoud is doodgestoomd kan deze worden leeggemaakt.
De benodigde tijd voor de bovengenoemde fasen in de champignonteelt is als volgt:

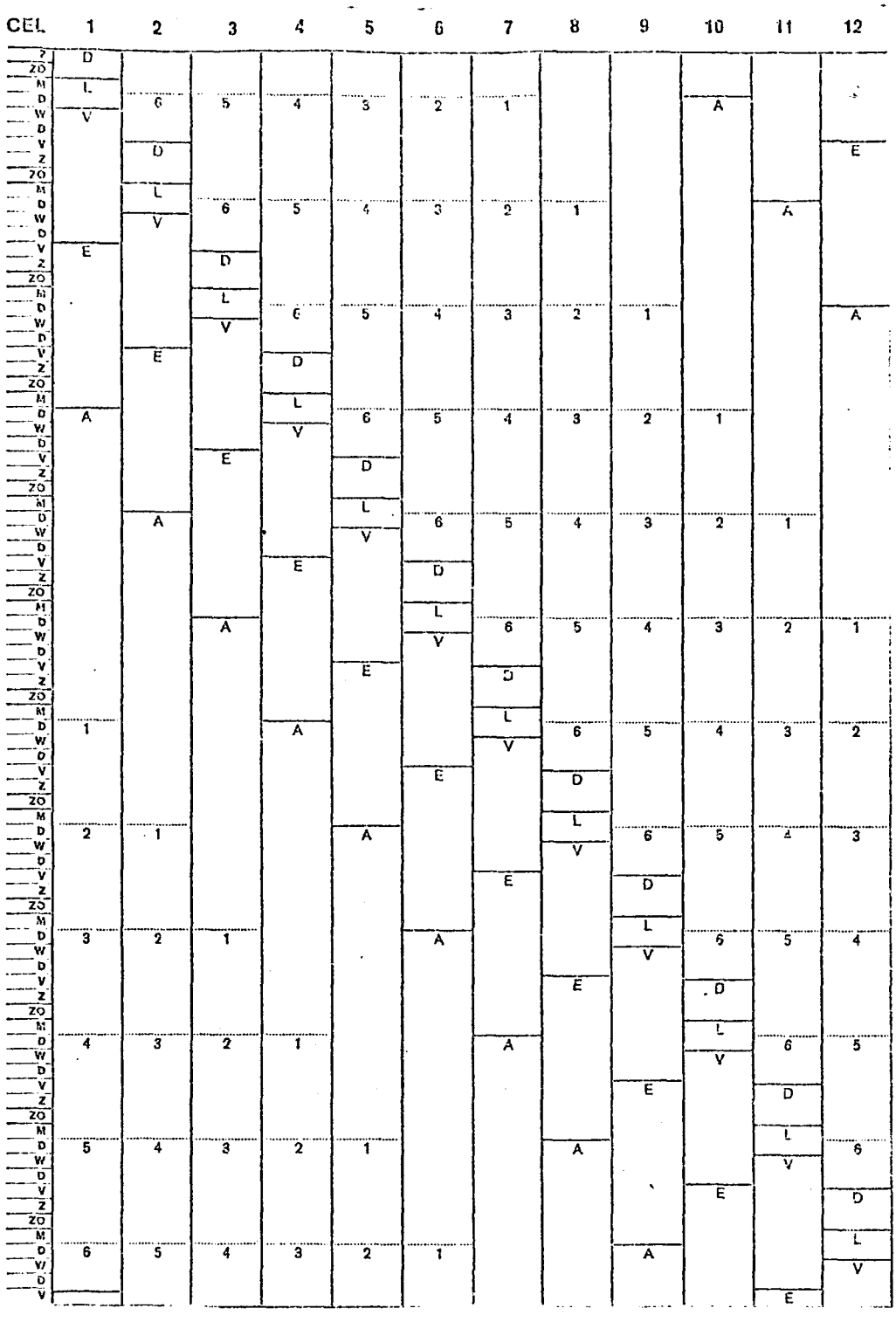
1.	fermenteren door de coöperatie	
	Werkzaamheden in de kweekcel:	
2.	vullen	
3.	uitzweten pasteuriseren (± 2 dagen)	10 dagen
	conditioneren (± 8 dagen)	
4.	enten	11 dagen
5.	myceliumgroei	
6.	afdekken	21 dagen
7.	knopvorming	
8.	oogsten	38 dagen
9.	doodstomen	3 dagen
10.	leegmaken	1 dag
		84 dagen =
		12 weken

In de praktijk komen kleine afwijkingen van dit schema wel voor. De periode van 12 weken noemt men één teelt. Het schema van één teelt kan zodanig worden gehanteerd, dat in de weekenden niet

behoeft te worden uitgewerkt. Uit het schema weergegeven in fig. 1 (schema voor 12 cellen) blijkt duidelijk, dat wanneer men een teelt op woensdag begint, alle werkzaamheden binnen de huidige vijfdaagse werkweek vallen.
Er bestaan op het ogenblik twee typen champignoncellen:

1. éénzône systeem: hierbij wordt gekweekt in bedden die niet verplaatsbaar zijn, zodat alle fasen van een teelt in één cel plaatsvinden (zie fig. 2).
2. meerzône systeem: hierbij wordt gekweekt in verplaatsbare kisten. De teelt vindt nu plaats in meerdere cellen, waar bij in iedere cel één of meer fasen plaatsvinden (zie fig. 3).

   In Nederland wordt nog slechts in één bedrijf gewerkt volgens het meerzône systeem.



V=Vullen

E=Enten

A=Afdekken

D=Doodstomen

L=Leegmaken

1,2,3,4,5,6=Vluchten

Fig.1.



Fig.2.

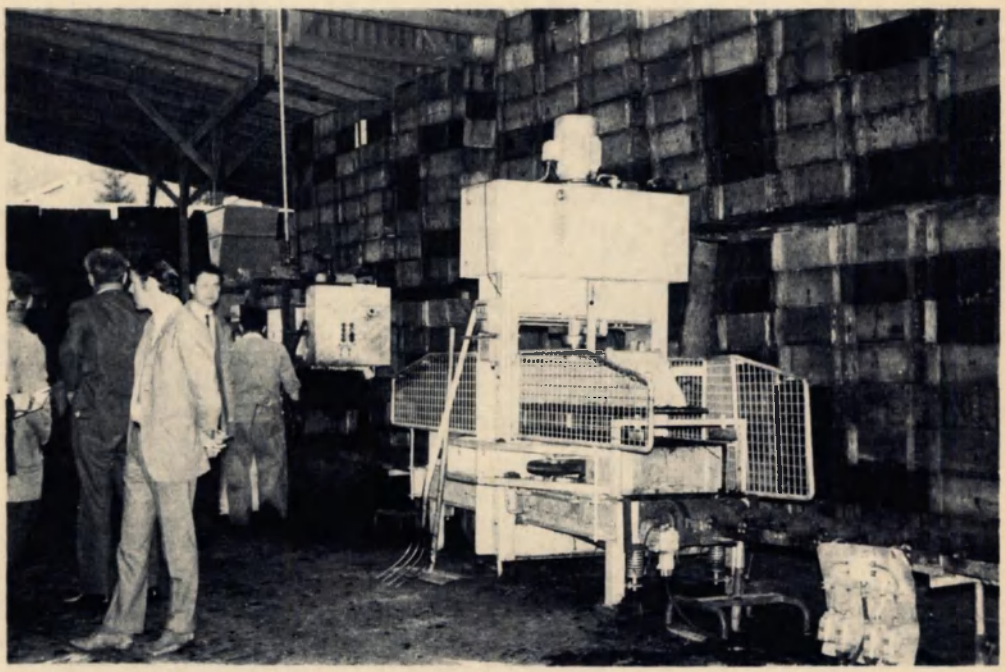


Fig.3.

4. Belangrijke gegevens over de champignonteelt.

1. De produktiekosten van de teelt in het éénzône systeem zijn als volgt te splitsen:

arbeid	± 33,6%
compost	± 21,0%
afzetkosten	± 16,5%
bedrijfsinrichting	± 13,6%
broed	± 5,7%
brandstof	± 4,0%
diversen	± 3,2%
dekaarde	± 2,4%

2. Het arbeidsverbruik per 100 m^2 teeltoppervlak bij een éénzône systeem ziet er als volgt uit (gemiddeld):

leeg en schoonmaken	15 uren	5,4%
vullen van de cel	15 uren	5,4%
uitzweten	3 uren	1,1%
enten tot afdekken	12 uren	4,3%
afdekken	11 uren	4,0%
oogsten (inclusief sproeien)	220 uren	79,8%
totaal	276 uren	100 %

Opgemerkt moet worden dat het vullen van de cel op veel plaatsen reeds machinaal gebeurt (door coöperatie).

3. Het verloop van de opbrengst van één teelt ziet er als volgt uit (uitgegaan van 15 kg/m^2 opbrengst):

eerste vlucht	4,3 kg	26 %
tweede vlucht	5,0 kg	33 %
derde vlucht	2,8 kg	20 %
vierde vlucht	1,6 kg	11 %
vijfde vlucht	0,8 kg	6,5%
zesde vlucht	0,5 kg	3,5%

4. Het verloop van de opbrengst gedurende één vlucht is globaal:

eerste dag	25% (van de opbrengst van de betreffende vlucht)
tweede dag	50% (van de opbrengst van de betreffende vlucht)
derde dag	25% (van de opbrengst van de betreffende vlucht)

5. De plukprestatie van een goede plukster in het éénzône systeem ziet er als volgt uit:

eerste vlucht	7 kg per uur
tweede vlucht	9 kg per uur
derde vlucht	8 kg per uur
vierde vlucht	7 kg per uur
vijfde vlucht	6 kg per uur
zesde vlucht	5 kg per uur

6. De hoeveelheid compost. Proefondervindelijk is vastgesteld, dat tot ongeveer 100 kg/m^2 compost de opbrengst (kg/m^2) rechtevenredig toeneemt met de hoeveelheid compost (kg/m^2).
Boven 100 kg/m^2 compost neemt de opbrengst minder dan rechtevenredig toe. Ter verduidelijking enige getallen.

Hoeveelheid compost	Opbrengst	Opbrengst in kg/ton compost
50 kg/m^2	6,53 kg/m^2	131
75 kg/m^2	10,05 kg/m^2	134
100 kg/m^2	12,48 kg/m^2	125
125 kg/m^2	13,51 kg/m^2	108

7. Hoeveelheid dekaarde. Er wordt meestal een dekaardelaag van 3,5 - 4 cm dikte gekozen, omdat de knopvorming van de champignons op ongeveer 3 cm boven de compostlaag begint.
8. Het broed. Er zijn meer dan 50 soorten broed die kunnen worden toegepast. De verschillen hebben betrekking op:
   1. vorm en kleur
   2. gladheid en stootvastheid
   3. meer en minder vaststaan in de dekaarde
   4. produktiviteit en verloop van de vlucht
   5. vastbaarheid voor ziekten
   6. voedingseisen
   7. geschiktheid en waarde voor conservering.

   Van deze verschillende aspecten is nog niet veel bekend. Tot een bepaalde grens betekent meer broed gebruiken, sneller doorgroeien van de compost. In de praktijk neemt men meestal 5 liter broed per ton compost. Meer broed betekent niet meer opbrengst.

9. De klimatologische eisen waaraan voor een goede teelt moet worden voldaan, zijn hoog te noemen. Zowel composttemperatuur, luchttemperatuur, luchtvochtigheid, koolzuurgehalte van de lucht, compostvochtigheid als dekaardevochtigheid moeten gedurende de verschillende fasen van de teelt goed in de hand worden gehouden. Voor een goede teelt in het huidige éénzône systeem gelden de volgende eisen:

pasteuriseren	composttemperatuur	± 60°C
(± 2 dagen)	luchttemperatuur	55-60°C
	luchtvochtigheid	tot 100% R.V.
conditioneren	composttemperatuur	50-60°C
(± 8 dagen)	luchtvochtigheid	tot 100% R.V.
myceliumgroei	composttemperatuur	25-27°C
(± 11 dagen)	luchtvochtigheid	90-100% R.V.
doorgroeien van de	composttemperatuur	25-27°C
dekaarde (± 7 dagen)	luchtvochtigheid	90-100% R.V.
	vochtgehalte dekaarde	90% van de verz. cap.
knopvorming	luchttemperatuur	15-17°C
(± 14 dagen)	luchtvochtigheid	90-95% R.V.
	koolzuurgehalte van de lucht boven de dekaarde	0,03-0,08 volume procent
	vochtgehalte dekaarde	65-70% van de verz. cap.
oogst	luchttemperatuur	15-17°C
	luchtvochtigheid	90-95% R.V.
	koolzuurgehalte van de lucht boven de dekaarde	0,03-0,08 volume procent
	vochtgehalte dekaarde	65-70% van de verz. cap.
doodstomen	luchttemperatuur	65°C
	luchtvochtigheid	tot 100% R.V.

We zien dus dat er klimatologisch gezien 7 fasen zijn te onderscheiden.

10. Men moet zich goed realiseren dat er enkele zeer besmettelijke ziekten zijn, die de champignon aantasten en die moeilijk uit te roeien zijn. Het optreden van een dergelijke ziekte heeft behalve een belangrijk geldelijk verlies ook het in de war sturen van het teeltschema (belangrijk voor het meer zône systeem) tot gevolg. Het is dus een absolute eis om de nodige voorzorgsmaatregelen te nemen.

Mechanisatie vraagstukken

Nadat ik de champignonteelt nauwkeurig had bekeken, kwam ik tot een viertal bedrijfsmechanische vraagstukken die ik als onderwerp voor mijn eindstudie zou kunnen nemen:

1. Is er een antwoord te geven op de vraag: wat is vanuit bedrijfsmechanisch oogpunt gezien de optimale champignonkwekerij. Belangrijke punten hierbij zijn:
   a. de opstelling van eventueel benodigde machines en gebouwen
   b. het transport
   c. kweken in kisten, in bedden of andere eenheden
   d. het kweken in één ruimte gedurende de gehele teelt
   e. minder dan 5 of 6 weken oogsten
   f. de machine naar de champignon brengen of de champignon naar de machine
   g. het gebruik van andere compost, dekaarde of broed
   h. hoe groot moet het bedrijf zijn
   etc....

2. Het concreet uitwerken van details van de in punt 1 besproken optimale champignonkwekerij.

3. Het verbeteren van bestaande gemechaniseerde hulpmiddelen bij de champignonteelt.

4. Het mechaniseren van nog niet gemechaniseerde werkzaamheden ten behoeve van de champignonteelt.

In overleg met prof. Erkelens en ir. Kuiken is tenslotte besloten de oogst van de champignons (punt 4) als onderwerp van mijn afstudeerwerk te nemen en wel om twee redenen:

1. Behalve de oogst zijn alle handelingen die in de champignoncel worden verricht reeds in grote mate gemechaniseerd.
2. Van het totaal aantal benodigde arbeidsuren voor een teelt neemt de oogst meer dan 2/3 in beslag. Algemeen is men van oordeel dat dit arbeidsintensieve deel van de teelt uit het oogpunt van kostenbestrijding het meeste perspectief biedt.

Behalve het uitwerken van bovengenoemd probleem heb ik enkele uitspraken proberen te doen t.a.v. het onder punt 1 genoemde probleem.

Aspecten t.a.v. een optimale champignonkwekerij.

1. Kweken op vaste of verplaatsbare bedden.

Op de vraag of de machine naar de champignon of de champignon naar de machine moet worden gebracht kan het volgende worden gezegd:
Verplaatsbare units, waarin de champignon wordt gekweekt, hebben de volgende voordelen:

1. de ruimten waarin wordt gekweekt kunnen beter benut worden, d.w.z. er is nu alleen plaats nodig voor de units met inhoud. De machines kunnen in minder dure ruimten worden geplaatst.
2. door de compacte ruimten is het klimaat beter in de hand te houden.
3. in de praktijk betekent goed mechaniseren vaak het goed bereikbaar zijn van de te bewerken plaats. Dit is bij verplaatsbare units een belangrijk voordeel.
4. er blijft weinig materiaal in de cel, dat aan de hoge temperatuur en vochtigheid wordt blootgesteld.
5. in de praktijk blijken de voor meer zône systeem bestaande machines groot en zwaar te zijn. Men zou hieruit kunnen concluderen dat een goede machine voor de betreffende bewerkingen meestal vrij groot en zwaar zal zijn. Zou dit het geval zijn, dan is het bezwaarlijk de machines plus benodigde grondstoffen van cel naar cel te slepen.
6. wanneer de oogst met de hand geschiedt, is het aantrekkelijker om de champignon (dus de units) naar de plukster te brengen. De plukster verlies+ nu geen tijd met het wegbrengen van dozen en afval. Zeker is, dat het mechanisch oogsten in de toekomst beter mogelijk is met een systeem met verplaatsbare units.

Persoonlijk zie ik voor het goed mechaniseren meer in verplaatsbare units. Er blijft nu echter nog de vraag, kweek ik één teelt in één ruimte of kweek ik één teelt in meerdere ruimten.
In beide gevallen dus wel met verplaatsbare units.

2. Mogelijke teeltsystemen.

We hebben gezien dat we de teelt in de volgende fasen kunnen opsplitsen:

pasteuriseren	uitzweten	± 2 dagen
conditioneren		± 8 dagen
myceliumgroei		± 11 dagen
knopvorming		± 21 dagen
oogsten		38 dagen (6 vluchten) of
		31 dagen (5 vluchten) of
		24 dagen (4 vluchten) of
		17 dagen (3 vluchten) of
		10 dagen (2 vluchten) of
		3 dagen (1 vlucht).

We kunnen het schema alleen verlengen of verkorten door de oogstfase met één of meerder weken te verlengen of te verkorten. De totale duur van de teelt blijft echter een geheel aantal weken, hetgeen later van belang zal blijken.
Bij de mogelijke teeltsystemen kunnen we allereerst een onderscheid maken tussen één- en meerzône systeem.
In het éénzône systeem blijven de verplaatsbare units gedurende de gehele teelt in dezelfde ruimte. Het klimaat wordt hier gedurende de teelt enkele malen veranderd (voor de verschillende fasen). Voor de machinale bewerking worden de units uit de cel gehaald.
Bij het meerzône systeem gebruikt men meerdere cellen, voor één teelt. De verschillende fasen van de teelt vinden hier in afzonderlijke cellen plaats. De units moeten dus bij het meerzône systeem telkens verplaats worden van de ene cel naar de andere. Bovendien moeten de units voor de machinale bewerkingen telkens naar de machines worden gebracht. Vaak kan het verwisselen van cel gecombineerd worden met een bewerking.

3. Eénzône of meerzône systeem.

1. De automatische regeling in het meerzône systeem is wat gemakkelijker dan bij het éénzône systeem. Iedere ruimte heeft één klimaat gedurende het gehele jaar.
2. De bouwkosten voor het meerzône systeem zijn in theorie geringer, doordat de isolatie etc. slechts bestand hoeft te zijn voor het voor die cel specifieke klimaat.
   In de praktijk blijkt het zeer wenselijk te zijn i.v.m. ziekten de oogstruimte na het beëindigen van de oogst door te stomen. Bovendien is het aan te raden, dat wanneer ergens anders dan in de oogstruimte ziekten optreden, de inhoud daar ter plaatse dood te stomen (i.v.m. virussen). Neemt men deze belangrijke voorzorgsmaatregelen ter hand dan is het theoretisch voordeel vervallen.
3. Bij éénzône systeem is de kans op ziekten waarschijnlijk minder, omdat de champignon daar alleen besmet kan worden in de ruimte waar de machines staan. Bij een meerzône systeem kan ook nog infectie optreden in de cellen (waar voordien zieke champignons zijn geweest).
4. Het werkschema in het meerzône systeem moet vrij stevig in de hand worden gehouden, omdat de ruimten op elkaar zijn afgestemd.
5. Wanneer er een ziekte in het meerzône systeem aan het begin van de teelt optreedt blijft de rest van de ruimten onbenut (gedurende één cyclus). Het éénzône systeem is wat dat betreft gemakkelijker. De teelt kan hier na een ziekte eerder hervat worden.

Wanneer we bovenstaande punten in ogenschouw nemen en aannemen, dat het bestrijden van ziekten in de toekomst steeds meer mogelijkheden biedt, dan moeten wij constateren, dat er nauwelijks voordelen zijn van het ene systeem t.o.v. het andere.
Een zeer belangrijk punt zijn we echter vergeten n.l. het transport en de opstelling van machines en ruimten.
Dit zal waarschijnlijk de doorslag geven bij de keuze van één- of meerzône systeem

4. Mogelijke meerzône systemen.

1. Theoretisch gezien is het aantrekkelijk om het volgende "continu meerzône systeem" toe te passen.
   - iedere teeltfase geschiedt in een daarvoor bestemde cel
   - de units worden bewerkt door machines, die tussen de cellen worden geplaatst
   - de units worden door transportsystemen continu door de cellen en onder de machines door gevoerd. D.w.z. een unit die een cel binnenkomt waar de betreffende teeltfase plaatsvindt, wordt continu door de cel verplaatst tot hij de vereiste tijd in de cel heeft doorgebracht (dan verlaat hij de cel).

   Aan dit "continu meerzône systeem" zitten enkele onoverkomelijke praktische bezwaren verbonden:
   - gezien de lange tijd dat de units in de cellen blijven, zullen ofwel de cellen onvoorstelbaar groot zijn ofwel de doorstroomsnelheden irreëel klein zijn
   - het klimaat in de cel moet voortdurend worden aangepast aan de conditie van de voedingsbodem van de champignon. Het is onmogelijk om het klimaat aan de conditie van een juist binnengekomen unit en een reeds enige dagen aanwezige unit aan te passen. Het meer zône systeem is dus alleen mogelijk wanneer we werken met serie units (die juist één cel vullen) die tegelijk aan de verschillende teeltfasen beginnen. Een daaruit voortvloeiende eis is dat iedere cel even groot is.

2. Tweezône systeem.
   Hierbij worden de verschillende fasen over twee celtypen verdeeld. De moeilijkheid bij het meerzône systeem, in het algemeen, is dat men het aantal cellen van de verschillende cel-

typen zodanig moet kiezen, dat men een goede doorstroming krijgt, d.w.z. dat niet een bepaalde cel enige dagen onbenut blijft.
Proberen we nu een oplossing te vinden voor het tweezône systeem:
De fasen die wat betreft hun klimatologische eisen niet te veel uiteenlopen vinden zoveel mogelijk in dezelfde ruimte plaats (anders vervalt het voordeel van het meerzône systeem m.b.t. de automatische regeling etc.).
Pasteuriseren en conditioneren kunnen klimatologisch gezien in dezelfde ruimte (A) plaatsvinden.
Knopvorming en oogsten kunnen om dezelfde redenen in ruimte B plaatsvinden.
De enige fase die overblijft, de myceliumgroei, zal in celtype A of B moeten worden ondergebracht.

a. myceliumgroei in ruimte B

10 dagen 74 dagen
A B

De kleinste eenheid die we met dit systeem krijgen is: 5 cellen van type A en 37 cellen van type B.

b. myceliumgroei in ruimte A

21 dagen 63 dagen
A B

De kleinste eenheid die we met dit systeem krijgen is: 1 cel van type A en 3 cellen van type B.
Dit systeem is veel aantrekkelijker dan het vorige en zal in het vervolg worden beschouwd als tweezône systeem.

3. Driezône systeem.
Hierbij worden de verschillende fasen over drie celtypen verdeeld:

a. Pasteuriseren en conditioneren in ruimte A
myceliumgroei in ruimte B
knopvorming en oogsten in ruimte C

10 dagen 11 dagen 63 dagen
A B C

De kleinste eenheid is nu: 10 cellen van type A
11 cellen van type B
63 cellen van type C

Deze oplossing is irreëel.
Het is echter geoorloofd om de volgende kleine wijziging in het teeltschema aan te brengen:
uitzweten duurt 10,5 dagen
myceliumgroei duurt 10,5 dagen.
We krijgen nu:

10,5 dagen 10,5 dagen 63 dagen
A B C

De kleinste eenheid is: 1 cel van type A
1 cel van type B
6 cellen van type C.

b. Andere driezône systemen zijn wel te bedenken maar hebben geen zin, aangezien in het bovenbeschreven systeem de verschillende teeltfasen m.b.t. hun klimaat optimaal zijn verdeeld.

4. Vier, vijf of meer zône systemen hebben geen zin, omdat verdelen over vier of meer celtypen (gezien de klimatologische verschillen) onnodig is. Bovendien zal er dan onnodig veel moeten worden getransporteerd.

Conclusie: Geschikte teeltsystemen zijn dus éénzône systeem en meerzône systemen volgens oplossing 1b (tweezône systeem) en oplossing 2a (driezône systeem).

5. Nadere beschouwing van de drie mogelijke teeltsystemen.

1. Met één cel volgens het éénzône systeem begint men iedere 12 weken met een teelt.
2. Met één eenheid volgens het tweezône systeem begint men elke 3 weken met een teelt.
3. Met één eenheid volgens het driezône systeem begint men elke 10,5 dag met een teelt.

Wanneer we nu het teeltschema van 12 weken bekijken (zie fig. 1), dan zien we dat we het schema zo kunnen hanteren dat de te verrichten werkzaamheden op de volgende dagen vallen:
op een maandag leegmaken
op een dinsdag afdekken en plukken
op een woensdag vullen en plukken
op een donderdag plukken
op een vrijdag enten

We kunnen nu direct constateren dat het driezône systeem nauwelijks een haalbare kaart is:
Begint men op een woensdag met een bepaalde teelt, dan blijven de weekenden vrij, maar de werkzaamheden voor de volgende teelt verschuiven 10,5 dag t.o.v. de eerste teelt. Dit betekent dat men moet werken in de weekenden, hetgeen de kostprijs van de champignon niet ten goede komt.
Het één- en tweezône systeem hebben een geheel aantal weken tussen het begin van de opvolgende teelten en bieden wat dit betreft geen moeilijkheid.
We hebben na deze beschouwing nog slechts twee systemen over:
1. éénzône systeem met verplaatsbare units
2. tweezône systeem met verplaatsbare units.

Het heeft bepaalde voordelen om te zorgen dat men iedere week met een teelt begint (zie fig. 1)
Men heeft dan iedere week hetzelfde werkschema:
- iedere maandag leegmaken van één cel
- iedere dinsdag afdekken van één cel en plukken van zes cellen
- iedere woensdag vullen van één cel en plukken van zes cellen
- iedere donderdag plukken van zes cellen
- iedere vrijdag enten van één cel.

Men krijgt op deze manier een gelijkmatig over de tijd verdeelde opbrengst; iedere week plukken van een eerste, tweede, derde, vierde, vijfde en zesde vlucht.

Met het éénzône systeem is het mogelijk iedere week met een teelt te beginnen. Men heeft hiervoor 12 cellen nodig. Indien de teelt 11 inplaats van 12 weken duurt (5 weken oogst) neemt men 11 cellen. Is de teeltduur 10 weken dan 10 cellen etc. Met het tweezône systeem is het ook mogelijk om iedere week met een teelt te beginnen. Men neemt dan 3 cellen voor het uitzweten en de myceliumgroei en 9 cellen voor de knopvorming en de oogst, dus in totaal 12 cellen.
Duurt de oogst slechts 5 weken (i.p.v. 6 weken) dan neemt men respectievelijk 3 en 8 cellen. Is de teeltduur 10 weken dan neemt men respectievelijk 3 en 7 cellen etc.
De optimale pluktijd van 6 weken of minder zal uit rentabiliteitsberekeningen naar voren komen. Er zal bij deze berekening altijd moeten worden uitgegaan van handplukken, zolang er nog geen plukmachine is. Zodra er echter een plukmachine is, kan het om technische en/of economische redenen nodig zijn de pluktijd te verkorten. Een dergelijke verandering komt dan voor een kwekerij waarvan de optimale oogstperiode op 6 weken is gesteld zeer ongelegen. Een verkorting van de pluktijd tot 5 (of minder) weken betekent voor een dergelijke kwekerij namelijk, dat de eenheid van 12 cellen er eigenlijk een van 11 (of minder) moest zijn. Die ene (of meerdere) cel die dan toch nog gebruikt wordt naast de nieuwe eenheid van 11 (of minder) verstoort dan het werkschema en de gelijkmatige opbrengst.

Bij het bespreken van de opstelling van machines en cellen zal worden uitgegaan van 12 cellen voor beide systemen. De grootte van het bedrijf kan nu worden gevarieerd door het teeltoppervlak per cel te variëren. Zou de grootte van de cel om een of andere reden beperkt zijn en wil de kweker meer teeltoppervlak dan de 12 cellen hem bieden, dan dient hij zijn bedrijf uit te breiden met een eenheid van wederom 12 cellen.

Dit zal hij moeten doen om m.b.t. zijn werkschema en opbrengst zo optimaal mogelijk te werken.

Conclusie: Zowel het éénzône systeem met 12 cellen als het tweezône systeem met 12 cellen zullen nader moeten worden bekeken.

6. De machines voor de bewerkingen.

De volgende bewerkingen zullen buiten de cel plaatsvinden:

1. machine voor het vullen
2. machine voor het enten
3. machine voor het afdekken
4. machine voor het plukken of met de hand plukken
5. machine voor het watergeven of het aanbrengen van een sproeileiding in de cel
6. machine voor het leegmaken.

ad. 1. In het buitenland bestaan hiervoor reeds machines die zouden kunnen worden toegepast (eventueel met kleine wijzigingen). Fig. 4.

ad. 2. Idem

ad. 3. Idem

ad. 6. Idem

ad. 4. Tot dusverre is dit nog niet gemechaniseerd. Er zal rekening worden gehouden met de komst van dergelijke machines. Er zal echter ook rekening moeten worden gehouden met het optreden van defecten aan dergelijke machines. De mogelijkheid tot handplukken moet dus aanwezig blijven. Oogstderving door defecten zou namelijk zeer kostbaar zijn, zodat het handplukken als mogelijke veiligheid kan dienen.

ad. 5. Het besproeien van de compost en dekaarde behoeft niet buiten de cel te gebeuren. Wanneer het in de cel gebeurt, al dan niet automatisch, voorkomt men het tijdverlies, dat men krijgt wanneer men de units uit het voor de groei van de champignon optimale klimaat haalt.

De capaciteiten (ongeveer) van de bestaande machines voor de bewerking van verplaatsbare units zijn als volgt:

1. vullen: ± 200 m^2 teeltoppervlak per uur.

2. enten: ± 300 m^2 teeltoppervlak per uur
3. afdekken: ± 300 m^2 teeltoppervlak per uur
4. leegmaken: ± 200 m^2 teeltoppervlak per uur
5. oogsten met de hand duurt aanzienlijk langer: per persoon ± 6 m^2 teeltoppervlak per uur.

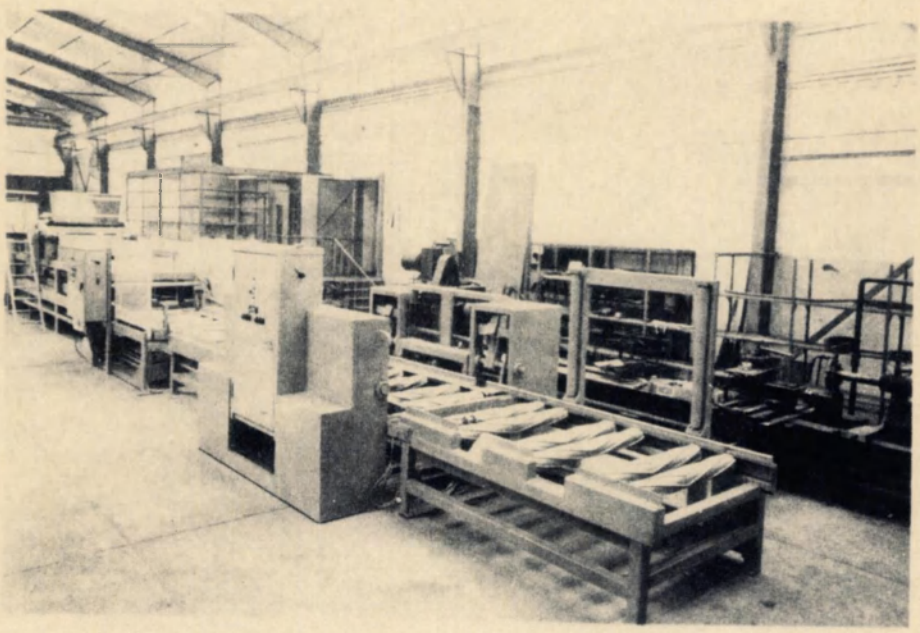


Fig.4.

Grootte van de cellen

Voor beide teeltsystemen worden 12 cellen van dezelfde grootte gebruikt.
Zolang het instandhouden van het juiste klimaat geen problemen geeft kan de cel willekeurig van grootte zijn. Wanneer we er vanuit gaan dat de champignons met de hand moeten worden geplukt, dan dienen we er rekening mee te houden dat er veel pluksters nodig zijn voor een groot bedrijf. Dit vormt vaak de bottleneck.
Wanneer we iedere week met een teelt beginnen krijgen we ook iedere week een eerste, tweede, derde, vierde, vijfde en zesde vlucht, die we moeten plukken.
Uit gegevens op blz. 8 en 9 volgt dat we moeten plukken:

op dinsdag gemiddeld 5 minuten per m^2
op woensdag gemiddeld 10 minuten per m^2
op donderdag gemiddeld 5 minuten per m^2.

Neemt men 12 cellen van 150 m^2 teeltoppervlak (normale grootte) dan moet men 6 cellen (900 m^2) plukken op dinsdag, woensdag en donderdag. Dit betekent dat men op woensdag ongeveer 150 uur moet plukken d.w.z. ongeveer 20 pluksters nodig heeft.
In de praktijk blijkt dat men vaak minder pluksters nodig heeft. Dit is mogelijk wanneer men door middel van luchtkoeling de vluchten een dag eerder of later laat beginnen, zodat de opbrengst wat gelijkmatiger over de tijd wordt verdeeld (niet zo'n hoge piek op woensdag).
Verder is het waarschijnlijk dat wanneer de champignons naar de pluksters worden toegebracht (m.b.v. units) de plukprestatie wordt vergroot.

8. Verplaatsbare units.

De units moeten aan de volgende eisen voldoen:

1. De laag compost + dekaarde die voor een optimale opbrengst een dikte heeft van 21 cm mag niet uit de unit vallen. Het is best mogelijk dat in de toekomst i.v.m. mechanische oogst een andere dikte van de laag optimaal is.
2. De breedte van de unit moet op ongeveer 140 cm worden gehouden i.v.m. de reikwijdte bij het plukken (aan twee kanten plukken).
3. De lengte mag willekeurig genomen worden.
4. De unit moet van bepaald soort hout worden gemaakt. Uit proeven in de praktijk is gebleken, dat noch metaal, noch plastic de vereiste eigenschap bezit om over de gehele oppervlakte lucht te "ademen" en in beperkte mate water door te laten.

Wanneer we willen profiteren van bestaande machines is men verplicht units te nemen met een rechthoekig of vierkant bovenvlak (opening). Dit is geen bezwaar. Bovendien kan men nu reeds voorspellen dat vierkante kisten voor het transport gemakkelijker zijn.
Laten we voorlopig uitgaan van kisten met de volgende afmetingen: 140 cm lang, 140 cm breed, 21 cm hoog.
Mocht het om een of andere reden nodig zijn de kisten langer of korter te nemen, dan is dat toegestaan.

9. Plaatsing van de kisten in de cel.

Wanneer we uitgaan van 12 cellen van ± 150 m^2 teeltoppervlak hetgeen voor de huidige begrippen een groot bedrijf is, dan hebben we ± 76 kisten nodig van 140 cm x 140 cm. We kunnen deze kisten op twee manieren in de cel plaatsen:

1. op stapel(s)
2. naast elkaar.

1. Stapelen van kisten.
   Wanneer we de kisten gaan stapelen moeten we er voor zorgen dat er een ruimte tussen de kisten blijft. Dit is wenselijk om de volgende redenen:
   - Er moet een goede luchtbeweging boven het teeltoppervlak mogelijk zijn.
   - Het teeltoppervlak moet voortdurend besproeid worden. Dit sproeien geschiedt bij voorkeur in de cel.

   Laten we de verschillende mogelijkheden bekijken.

   a Alle kisten worden op één stapel geplaatst. Wanneer we rekening houden met een tussenruimte van 20 cm tussen de kisten, hebben we voor een teeltoppervlak van 150 m^2 een stapel nodig van 30 m hoog. Men zou 12 van deze "flats" (cellen) naast elkaar kunnen bouwen, die ieder een eigen mechanisme hebben om kisten in kleinere stapels of één voor één uit de cel te halen.

   b De kisten op meer dan een stapel plaatsen. Deze stapeling heeft de volgende voordelen boven de onder a genoemde methode:
   - De stapels kisten kunnen uit de cel worden gehaald en bij de machine ontstapeld en gestapeld worden.
   - Het gebouw hoeft niet zo hoog (duur) te zijn.
   - Het klimaat in de cel kan beter in de hand worden gehouden.
   - Het stapelen geeft minder problemen dan het stapelen tot 30 m hoogte.

   We kunnen de kisten nu op verschillende manieren stapelen:

   a Het aanbrengen van poten onder en/of boven de kisten, waardoor de kisten rechtstreeks op elkaar kunnen worden gestapeld.

b Het plaatsen in verplaatsbare magazijnen, die naar de machine worden getransporteerd.
c Het plaatsen op rollen die op verschillende hoogten in de cel zijn aangebracht.

Bezwaren:
ad. a. - De poten aan de bovenzijde bemoeilijken de bewerkingen door de machines.
- De poten aan de onderzijde bemoeilijken de transport naar en langs de machines.
- Het sproeien in de cel zal niet kunnen geschieden door een vaste sproeileiding. Het sproeien dient ofwel met de hand te gebeuren (ten koste van ruimte) ofwel met een sproeisysteem, dat telkens wanneer de kisten in de cel zijn geplaatst, wordt aangebracht.
ad. b. - Er is een groot aantal magazijnen nodig, hetgeen zeer kostbaar is.
- Het automatiseren van het transport van de magazijnen naar en langs de machines is moeilijk.
- Het sproeien wordt bemoeilijkt (zie ad. a.).
ad. c. - Waarschijnlijk zeer kostbaar.
- Alleen mogelijk als het transport wordt geautomatiseerd.

Na bovenstaande alternatieven goed met elkaar vergeleken te hebben most ik tot de conclusie komen dat het stapelen van kisten op elkaar de goedkoopste oplossing is.
Wanneer we het transport gaan mechaniseren zal alternatief c. aantrekkelijk zijn maar duur. Wel is bij alternatief c. het sproeien met een vast opgestelde sproeileiding mogelijk.
Bovendien heeft men hier geen "last" van poten aan de kist.

2. Het plaatsen van kisten naast elkaar.
We kunnen nu de kisten in één of meerdere rijen plaatsen.
Voordelen:
- We hebben nu geen poten aan de kisten, dus zo weinig mogelijk last bij de mechanisatie en transport.

- We kunnen een vaste sproeileiding in de cel brengen.
- Geautomatiseerd transport is zeer goed mogelijk.
- We kunnen de machines in lijn langs de lange cel plaatsen, waardoor we het begin en einde van de machine-lijn dicht bij het begin en het einde van de cel kunnen brengen.
- De 12 cellen zijn zo te bouwen dat toe- en afvoer van de kisten voor de verschillende cellen dicht bij elkaar liggen.

Nadelen:
- De kisten zullen in de cel op een transportsysteem moeten worden geplaatst, hetgeen zeer kostbaar is.
- Alleen mogelijk als het transport wordt geautomatiseerd.

Conclusie: 1. De kisten kunnen rechtstreeks op elkaar worden gestapeld.
2. De kisten kunnen door rollen of dergelijke in lagen boven elkaar worden geplaatst.
3. De kisten kunnen naast en achter elkaar worden geplaatst (op rollen of dergelijke).

Conclusie: Tot nu toe kunnen we de bespreking van punt 1 afronden met de volgende uitspraken:
- er zijn twee teeltsystemen mogelijk d.w.z. zowel het één- als het tweezône systeem
- we kweken in verplaatsbare units d.w.z. in kisten met of zonder poten.
- we kunnen de kisten op drie manieren plaatsen d.w.z. naast, boven of op elkaar.

Mechanisatie van de oogst van champignons.

1. Probleemstelling.

Wanneer we het handplukken bekijken dan zien we, dat de volgende manieren van plukken worden toegepast:

1. Voorzichtig pakken van de hoed van de champignon, draaien van de champignon, waardoor de myceliumdraden afknappen, en omhoog trekken van de losgekomen champignon.
2. Voorzichtig opzij drukken van de champignon, waardoor de myceliumdraden afknappen, en de losgekomen champignon bij de hoed oppakken.

Het afbreken van de myceliumdraden is noodzakelijk om te voorkomen dat er dekaarde aan de voet van de champignon blijft zitten.
Nadat de champignon geplukt is moet de voet van de champignon worden afgesneden. Hierna wordt de champignon op grootte gesorteerd. We kunnen dus zoals we gezien hebben de mechanisatie van de oogst in de volgende fasen verdelen:

a. plukken van de champignons
b. afsnijden van de voetjes
c. sorteren van de champignons.

De pluktijd kunnen we als volgt onderverdelen:

Reiken	23,5%
Plukken	28,5%
Afsnijden	23,0%
Sorteren	16,5%
Plukrekje verhangen	2,5%
Pluktrap verplaatsen	2,0%
Emmer verplaatsen	0,2%
Verwisselen plukbakje	1,5%
Transport	1,5%
Persoonlijke verzorging	0,8%

2. Plukmethoden.

Na verschillende gesprekken met insiders op het gebied van de champignonteelt en mechanisatie bleken er drie min of meer reële mechanisatiemethoden te zijn:

1. Het spannen van een netwerk boven de deklaag. Wanneer de champignons nu door de mazen groeien kunnen ze gemakkelijk worden geoogst door aan het net te trekken.
2. Het afsnijden van alle champignons door een lintzaag of iets dergelijks. De voetjes van de champignons blijven in de dekaarde staan.
3. Het nabootsen van het handplukken. D.w.z. door middel van zuignapjes of iets dergelijks de champignons plukken en daarna de voetjes afsnijden (dit noemen we selectief oogsten).

ad. 1. De proeven met het spannen van een netwerk boden nauwelijks perspectief. De champignons drukten namelijk op verschillende plaatsen het netwerk omhoog. Bovendien werden sommige champignons vervormd. Er is daarom afgezien van het zoeken naar een oplossing in deze richting.

ad. 2. Deze plukmethode die technisch gezien nauwelijks problemen geeft, is teelttechnisch gezien een groot vraagteken. Er is namelijk (nog) geen verantwoorde uitspraak te doen over de volgende punten.

a. Treedt er oogstderving op wanneer we de voetjes in de dekaarde laten staan?
b. Wat gebeurt er met de achtergebleven voetjes t.a.v. ziektes?
c. Wat is het verlies aan opbrengst door het afsnijden van te kleine champignons?
d. Is er misschien een rassoort te ontwikkelen waarvan de champignons van één vlucht wat gelijkmatiger groeien d.w.z. dat een vlucht van drie dagen kan worden teruggebracht naar een vlucht van één dag?

Aangezien t.a.v. de bovengenoemde punten niets concreets kan worden gezegd verdient het aanbeveling eerst met het teelttechnisch onderzoek te beginnen.
Zou het resultaat van dit onderzoek gunstig zijn, dan pas is het de moeite waard om aan de technische uitwerking van deze plukmethode te beginnen.

ad. 3. Deze plukmethode is technisch gezien aanzienlijk moeilijker omdat men iedere champignon afzonderlijk zal moeten opsporen en oppakken.
Aangezien plukmethode 2 teelttechnisch gezien nog veel onderzoek vereist, is besloten om te beginnen met de technische uitwerking van plukmethode 3.
Het selectief oogsten volgens plukmethode 3 wordt gekenmerkt door twee kernproblemen:
a. Op welke manier pak ik de champignon vast?
b. Op welke manier spoor ik de plaats op waar de champignon staat?

3. Oppakken van de champignons.

Het eerste probleem waar we mee te maken krijgen, is het vastpakken van de champignon. Hierover kunnen we het volgende opmerken:

1. Aangezien de champignons vrij dicht bij elkaar staan (zie fig. 5), hebben we meestal alleen de bovenzijde van de hoed ter beschikking om de champignon vast te pakken.
2. Het aanrakingsoppervlak met de champignon moet zo groot mogelijk zijn, om beschadiging te voorkomen.
3. Een groot aanrakingsoppervlak zorgt ervoor, dat de champignon goed blijft vastzitten bij het afdraaien of het op en neer bewegen.

Het vastzuigen m.b.v. een zuignap is een oplossing voor het vastpakken, die het meest aan de bovenomschreven punten beantwoordt. Een grijper heeft bijvoorbeeld het nadeel dat de champignons beslist met tussenruimte van elkaar moeten staan. Bovendien zal het moeilijk zijn om de grijper zonder de champignon te beschadigen op zijn plaats te krijgen.
Het enige reële alternatief voor het vastpakken van de champignon is naar mijn mening een zuignap.

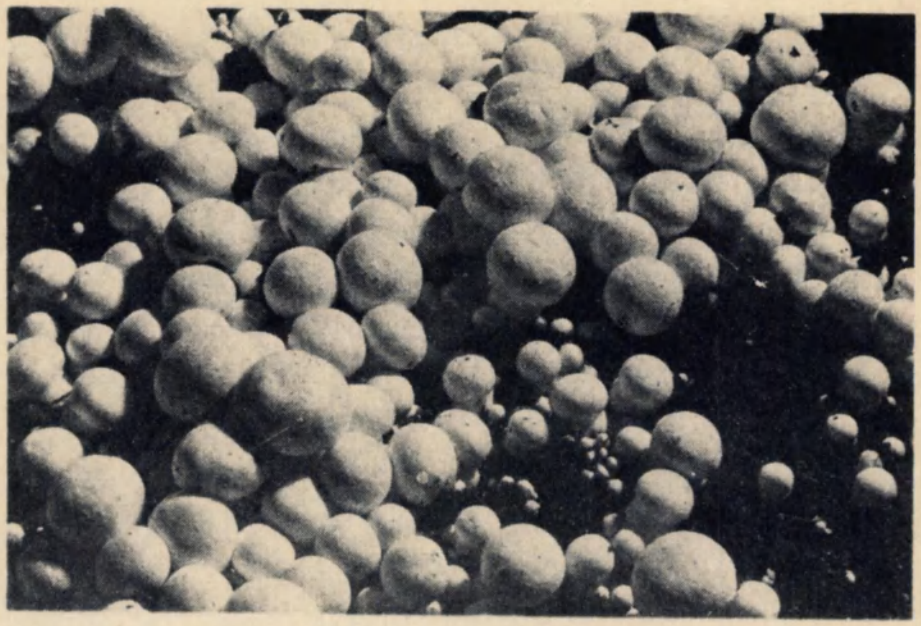


Fig.5.

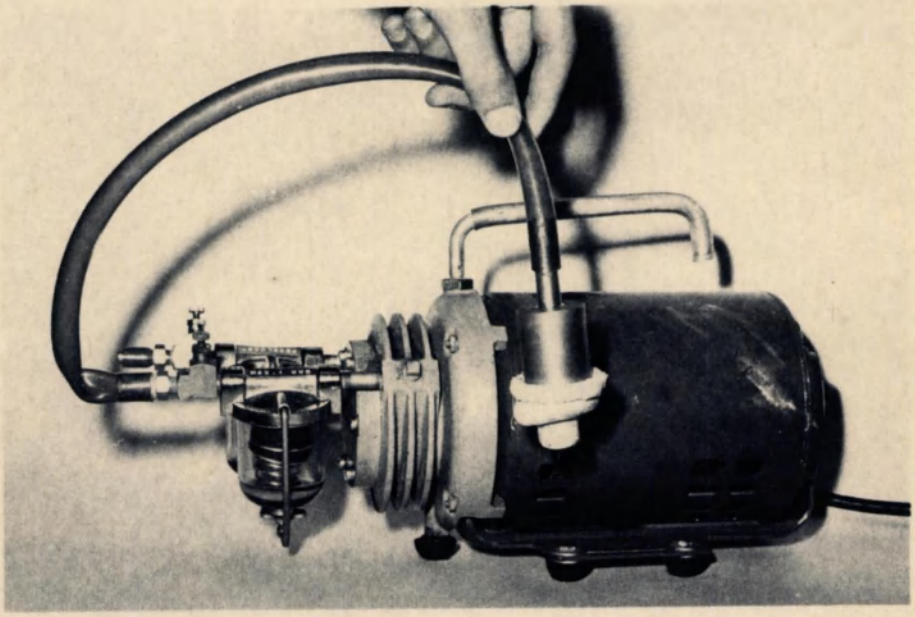


Fig.6.

4. Proeven met zuignappen.

Nadat ik een 15-tal verschillende zuignapvormen had verzameld, heb ik beproefd of het mogelijk was om de champignons vast te pakken (zie fig. 6).
Er bleven uiteindelijk 6 zuifnapvormen over, die zich goed aan de champignons vastzogen (zie fig. 7).
Tijdens de proeven heb ik de minimale vacuumdrukken bepaald, die voor de verschillende zuignappen nodig waren, om de champignon uit de dekaarde los te breken.
Hierna heb ik in samenwerking met het Sprenger Instituut (kwaliteitsonderzoek) bekeken, wat de aard van de beschadiging was die veroorzaakt werd door de 6 zuignappen. Het resultaat was er teleurstellend (zie fig. 8). De conslusie die na deze proeven gemaakt moest worden was, dat de champignons, die door de zuignappen waren beschadigd (bruine kring), in ieder geval ongeschikt waren voor de "verse consumptie".
Hierna ben ik via de Vredestein rubberfabriek in het bezit gekomen van een polyurethaan giethars. Dit giethars leende zich goed voor het zelf maken van elastische rubbervormen (zie fig. 9).
Het bleek moeiiijk te zijn om een rubbervorm te maken die geen bruine kring te zien gaf. Wel kon ik na verloop van tijd een aantal oorzaken aanwijzen voor de beschadiging van de champignons:

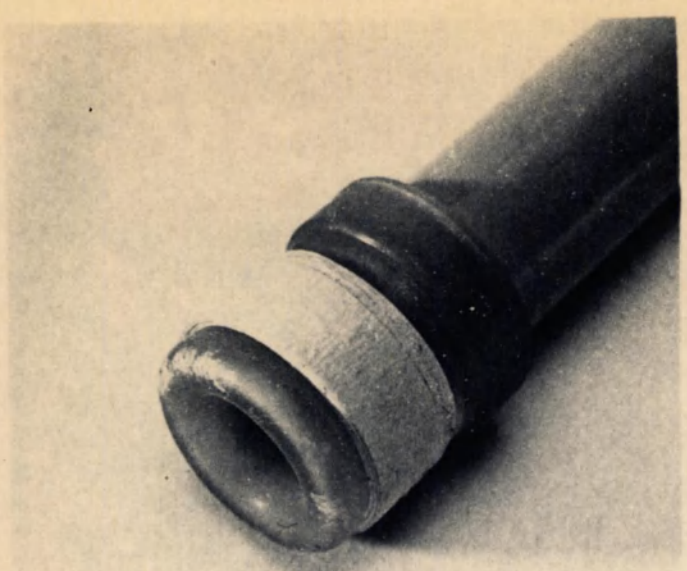
1. Het schuiven van het rubber over de champignons, waardoor de opperhuid van de champignon wordt beschadigd.
2. Niet gelijkmatige verdeling van de contactkrachten over het aanrakingsoppervlak.
3. Het weglekken van de lucht, waardoor een luchtstroom langs de champignonhoed plaatsvindt die een bruine verkleuring veroorzaakt

De eisen die aan de vorm en materiaal van de zuignap gesteld moeten worden zijn dientengevolge:

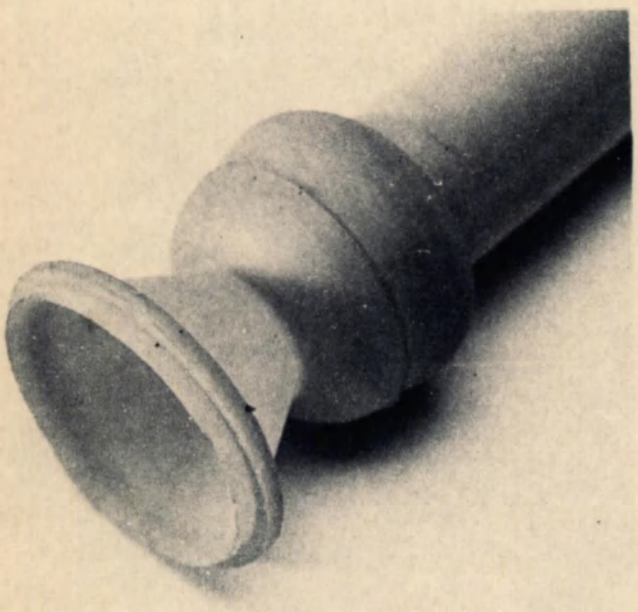
a. Een homogeen materiaal d.w.z. de weerstand bij het indrukken van de vorm moet overal gelijk zijn. Bovendien moet de weerstand dusdanig zijn dat de zuignap zich bij de vereiste vacuumdruk aanpast aan de vorm van de champignon.

b. De verplaatsing van het materiaal bij het vervormen moet minimaal zijn. Bovendien mag het materiaal tijdens het vervormen niet over de champignon schuiven.
c. Men moet gebruik maken van een niet te groot centraal aanzuiggat, waardoor de lek van lucht minimaal wordt gehouden.

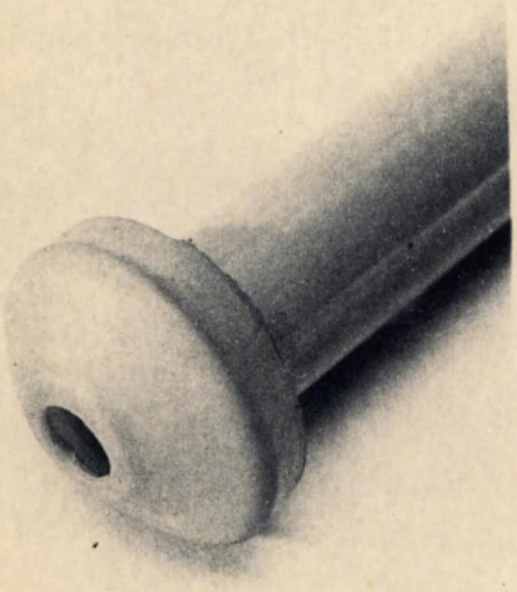
Nadat ik deze eisen in overweging had genomen, heb ik enige zuignappen gemaakt van schuimrubber met gesloten cellen. Uiteindelijk ben ik tot de zuignapvorm gekomen die weergegeven is in figuur 10. De krachten waren zowel bij de kleine als grote champignons vrij goed verdeeld. Afschuiven van het schuimrubber op de champignonhoed trad nagenoeg niet op, omdat nadat gat a was afgesloten vlak b zich op de champignonhoed afrolde zonder te verschuiven.
Wellicht zal aan de vorm en elasticiteit van het materiaal nog wat "gesleuteld" kunnen worden, maar het oppakken van champignons zonder noemenswaardige beschadiging is mogelijk (zie fig. 10).
In verband met de belangrijkheid van andere facetten van de mechanische oogst, is het onderzoek m.b.t. zuignap hier afgebroken.











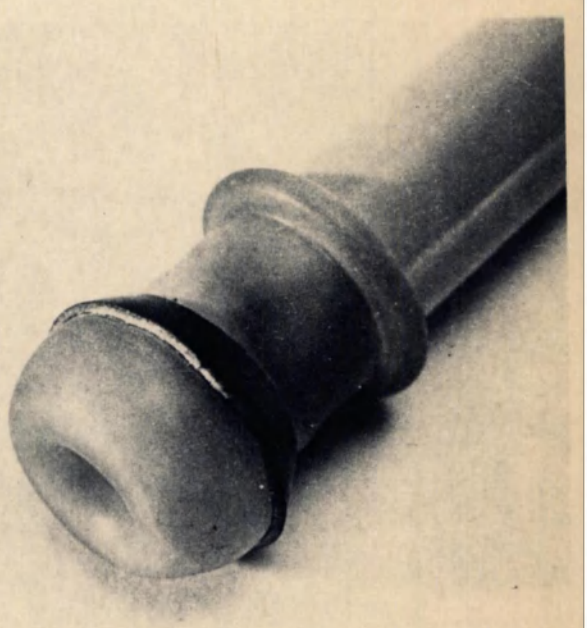


Fig.7.

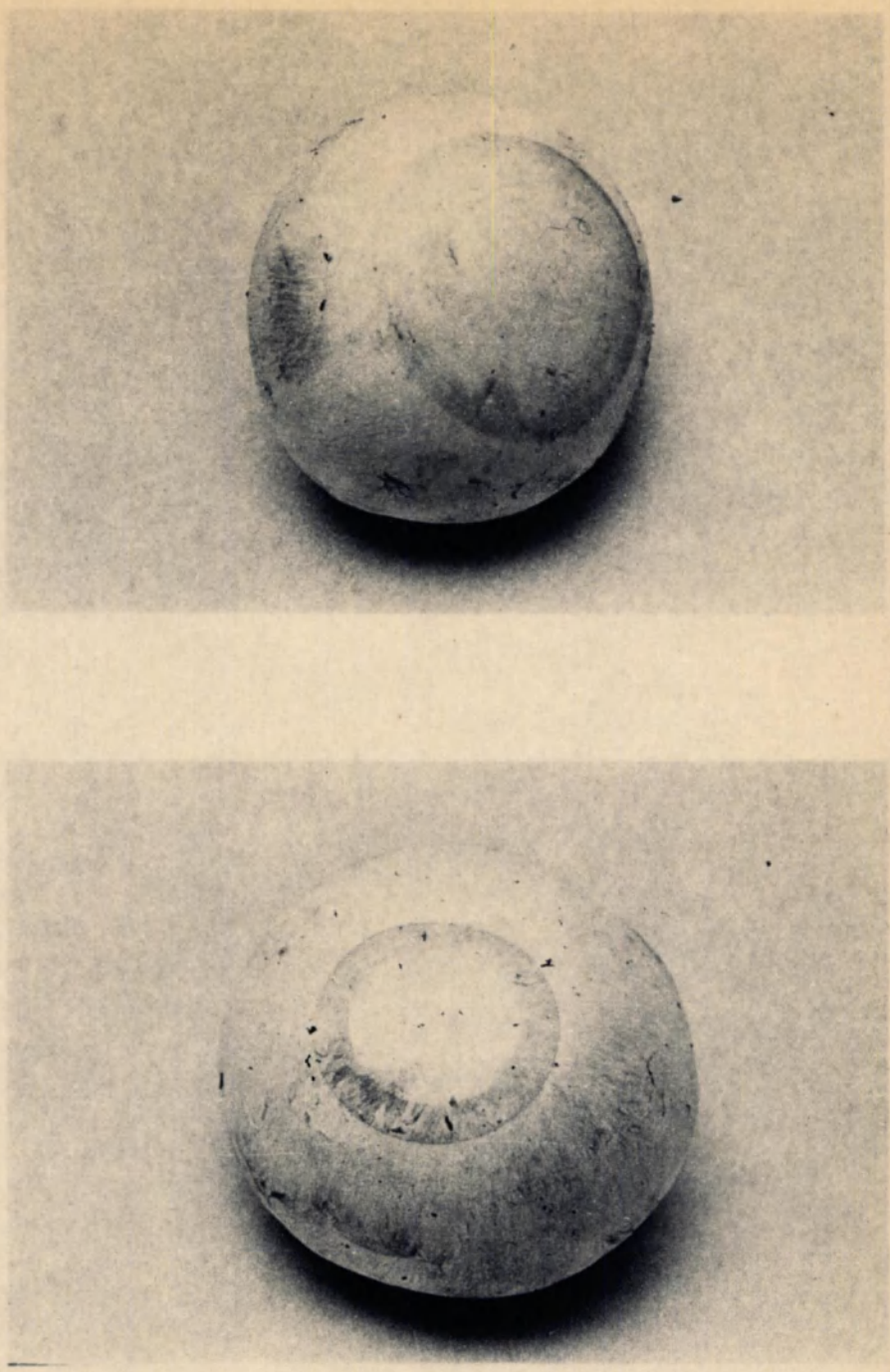
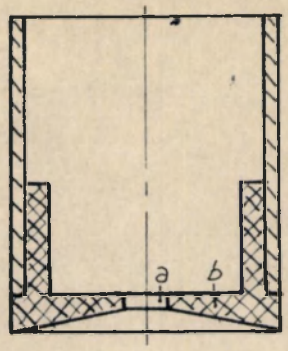


Fig.8.



Fig.9.



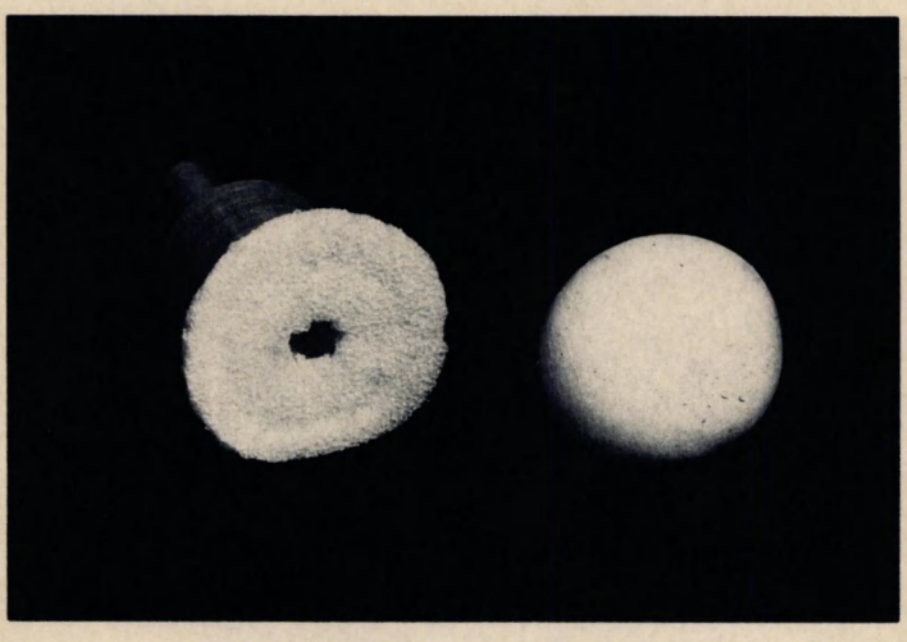


Fig.10.

5. Opsporen van de champignons.

Aangezien het voorlopig een utopie blijft om de knopvorming van de champignons te sturen, zullen we er bij de mechanisatie van de oogst van moeten uitgaan dat de plaats waar de champignon staat niet bekend is.
We zullen dus alvorens we de champignon met een zuignap kunnen oppakken eerst de plaats waar de champignon staat moeten detecteren.
De mogelijkheden om een champignon op te sporen zijn beperkt:

1. Het aftasten met fotomultipliers. Dit zijn fotocellen waarvan het fotoelektrische gedeelte is afgeschermd d.w.z. het midden van de fotocel is uiterst gevoelig terwijl de gevoeligheid afneemt naarmate men dichter bij de rand van de fotocel komt.
   De nadelen van deze oplossing zijn:
   a. De champignons moeten met tussenruimten van elkaar staan d.w.z. er moet een zwart veld om de witte champignon aanwezig zijn.
   b. Afgezien van het feit dat het gebruik van fotomultipliers duur is, zal ook het realiseren van de bewegingen die de fotomultipliers moeten maken om een veld van champignons af te tasten kostbaar zijn.

2. Het aftasten met behulp van een fotobuis (televisiebuis).
   Met behulp van een fotobuis zou men de plaats van de champignon langs elektronische weg kunnen vastleggen.
   De nadelen van de e oplossing zijn:
   a. Ook hier moeten de champignons van elkaar gescheiden zijn door een zwart veld.
   b. Het gebruik van enkele fotobuizen plus elektronische schakelingen zal erg duur zijn.

3. Het aftasten van een veld champignons door middel van pennetjes. Het indrukken van een pen door een champignon wordt geregistreerd.

Belangrijke eisen bij het aftasten met pennetjes zijn:

a. De druk van de pennetjes op de champignonhoed moet dusdanig klein zijn dat geen beschadiging optreedt.
b. Het midden van de champignonhoed moet redelijk nauwkeurig bepaald worden i.v.m. het goed opzuigen van de champignon.

Na de voor- en nadelen van de drie genoemde (en andere minder interessante) oplossingen tegen elkaar te hebben afgewogen heb ik besloten een proefmodelletje te bouwen, berustend op het principe zoals onder punt 3 is genoemd.

6. Beschrijving van het proefmodel.

Het principe van het proefmodel is gebaseerd op de volgende gedachte:
Laat een serie zuignappen naar beneden zakken, registreer of er een champignon onder de zuignap aanwezig is en pluk deze dan.
Bij het bouwen van het proefmodel ben ik uitgegaan van de volgende eisen:

1. Het moet mogelijk zijn het midden van de champignon op te sporen.
2. De kracht waarmee de taster op de champignon drukt moet minimaal zijn (i.v.m. beschadiging).
3. Zowel het afdraaien als het opzijdrukken van de champignons (voor het losbreken van de myceliumdraden) moet kunnen worden beproefd.
4. Het moet mogelijk zijn zowel grote champignons (± 55 mm) als kleine champignons (± 30 mm) te plukken (fig. 11).
5. Alleen wanneer er een champignon onder de zuignap aanwezig is mag vacuum worden gezogen omdat:
   a. de champignon verkleurt wanneer er een luchtstroom over de champignonhoed gaat.
   b. niet voldoende vacuum kan worden gezogen wanneer er lucht wegstroomt via de zuignappen die niet door een champignon worden afgesloten.
6. Wanneer er een zuignap is waar de champignon niet goed onder staat mag de betreffende zuignap niet de beweging maken die nodig is voor het losbreken van de myceliumdraden. De zuignap zou in dat geval een champignon, die half onder de zuignap staat, beschadigen.

Het proefmodel bestaat uit drie zuigeenheden zoals weergegeven is in fig. 12.
De aanwezigheid van een champignon wordt geregistreerd door een taster 6 die door de zuignap 8 steekt. Wanneer de taster wordt opgetild, onderbreekt deze de lichtstraat die op de fotocel 7 valt. Een verplaatsing van 1 mm is reeds voldoende om de fotocel te doen schakelen.

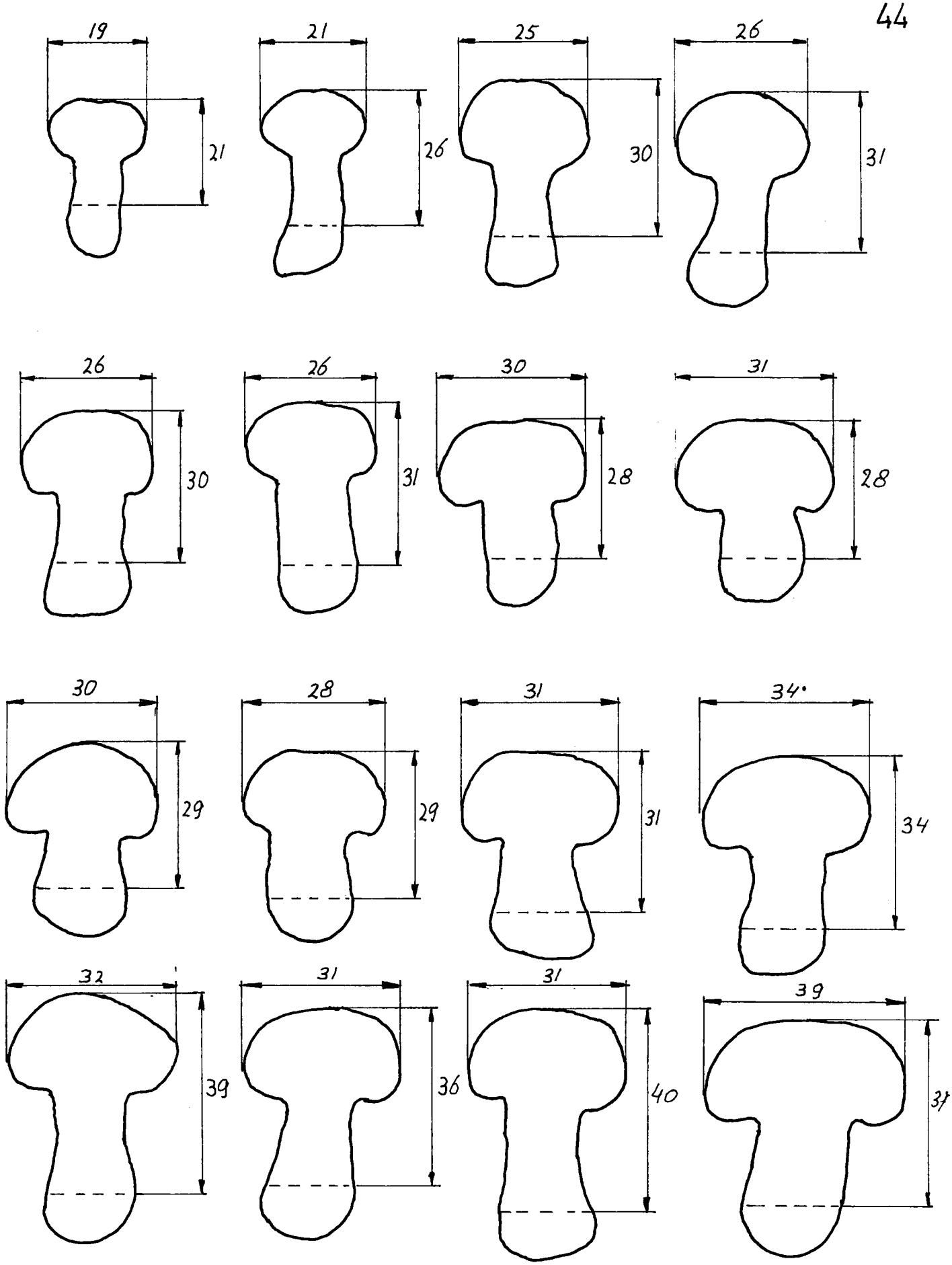

19
21
21
26
25
30
26
31
26
30
26
31
30
28
31
28
30
29
28
29
31
31
34
34
32
39
31
36
31
40
39
37

Fig.11.

Z.O.Z.

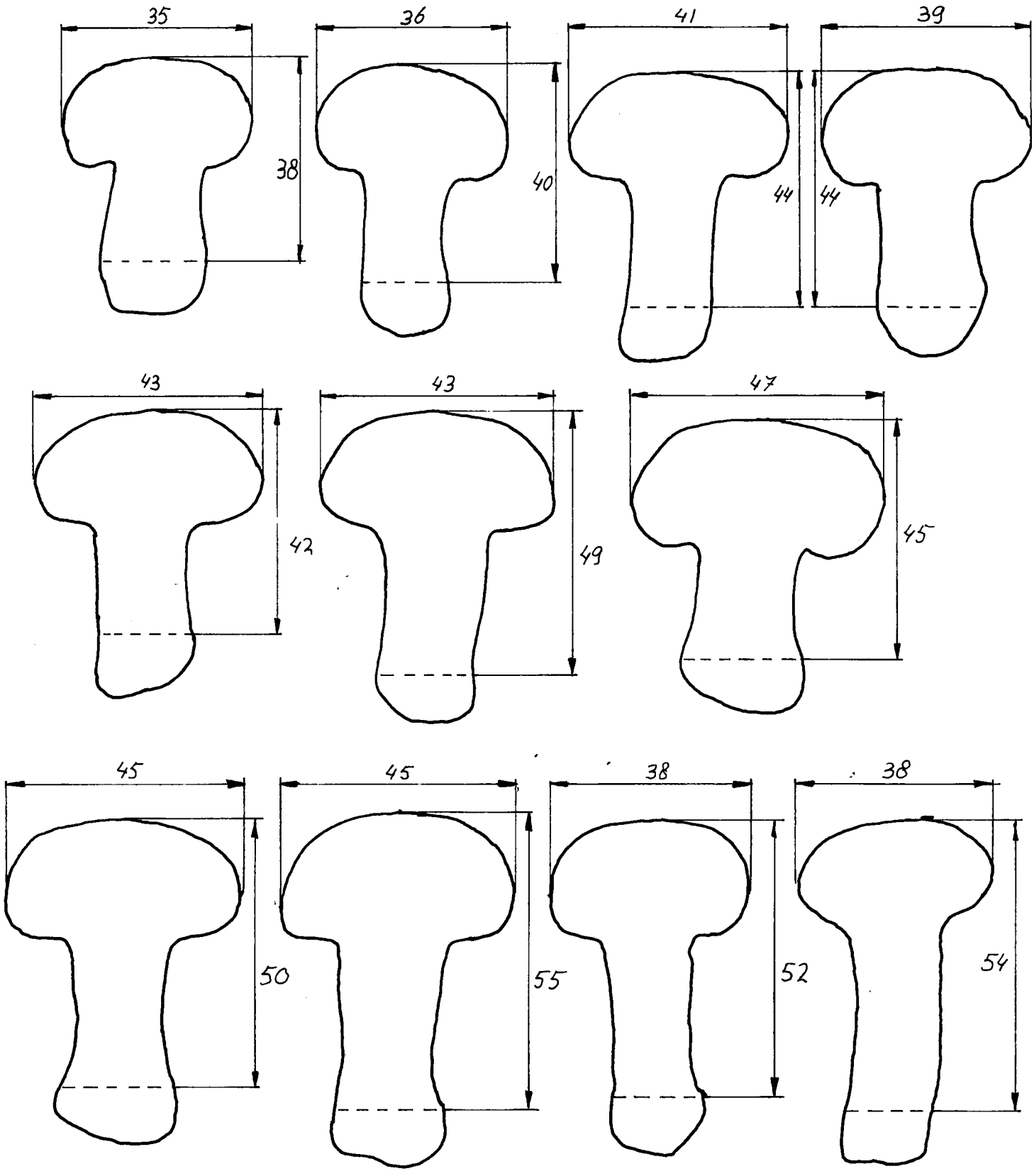


Fig.11.

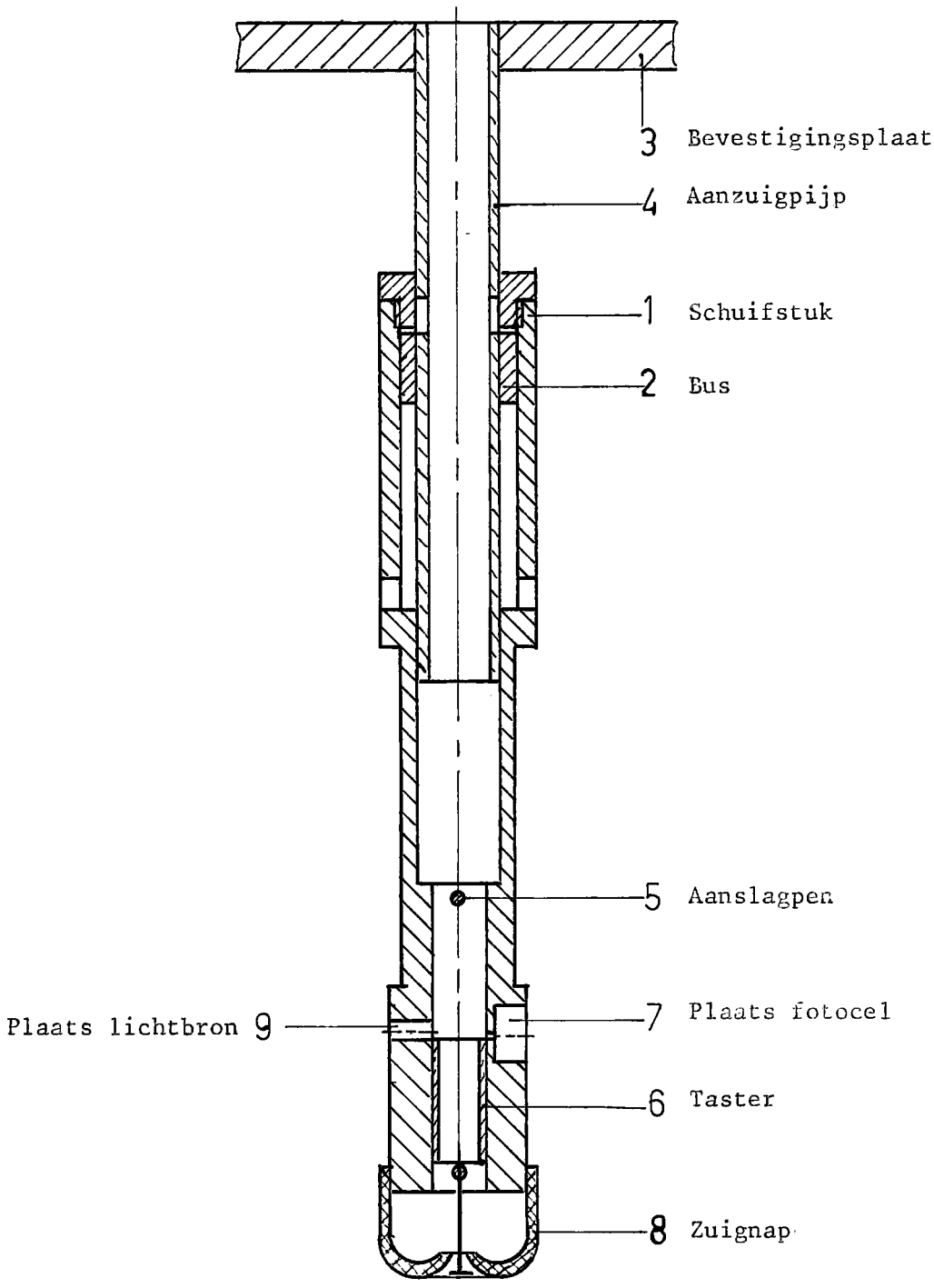
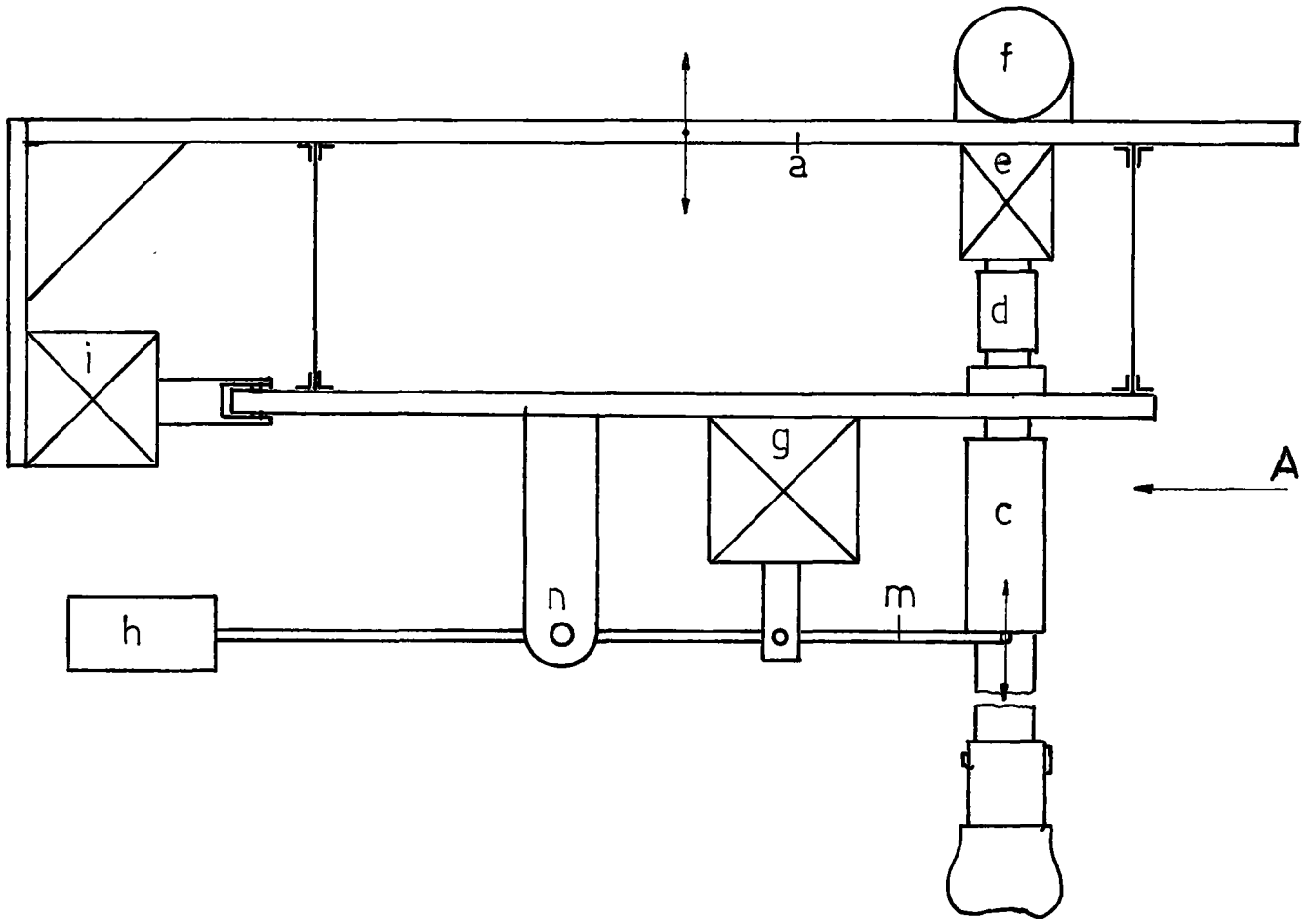

3 Bevestigingsplaat
4 Aanzuigpijp
1 Schuifstuk
2 Bus
5 Aanslagpen
Plaats lichtbron 9
7 Plaats fotocel
6 Taster
8 Zuignap

Fig.12.

Het schuifstuk 1 kan t.o.v. de vaste aanzuigpijp 4 naar boven worden bewogen. Het schuifstuk kan zich zodoende instellen op de lengte van de champignon. De zuigeenheid is verder voorzien van twee kamers onder en boven bus 2 (bus bevestigd op pijp 4). De kamers dienen ervoor om te voorkomen dat het schuifstuk bij het vacuumzuigen (wanneer de vacuumpomp is aangesloten) naar boven wordt getrokken. Wanneer de champignon wordt vastgezogen moeten namelijk eerst de myceliumdraden worden afgebroken, alvorens de champignon naar boven mag worden getrokken.
Wanneer vacuum wordt gezogen, wordt de kracht op het schuifstuk naar boven, gecompenseerd door een kracht naar beneden veroorzaakt door het vacuum in de ruimte boven bus 2. De ruimte onder bus 2 staat in open verbinding met de buitenlucht.

Korte beschrijving van de rest van het proefmodel (fig. 13).

- Zoals gezegd bevinden zich drie zuigeenheden op een plaat b. Plaat b is d.m.v. vier bladveren opgehangen aan plaat a. Plaat a kan in vertikale richting langs een geleiding worden bewogen (fig. 14).
- Plaat b kan t.o.v. plaat a (vaste wereld) horizontaal worden bewogen door een trekmagneet i. Deze horizontale beweging van plaat a is nodig voor het zijdelings uitdrukken van de champignons.
- Iedere zuigeenheid is via een flexibele slang d en een magneetklep e verbonden met de vacuumleiding f.
- Hefboom m is voorzien van een contragewicht om het gewicht van het schuifstuk + toebehoren te compenseren (i.v.m. beschadiging van de champignon).
- Het schuifstuk kan door een hefmagneet g omhoog worden getrokken.
- Er is voor het vacuumzuigen gebruik gemaakt van een Rootsblower (fig. 15) die bij 1700 omw./min., 1750 mmW.K. vaccum zuigt en 8 m^3 lucht per minuut verpompt.
- De vacuumleiding f is voorzien van een afsluiter l, waarmee het vacuum kan worden geregeld.



Aanzicht volgens pijl A

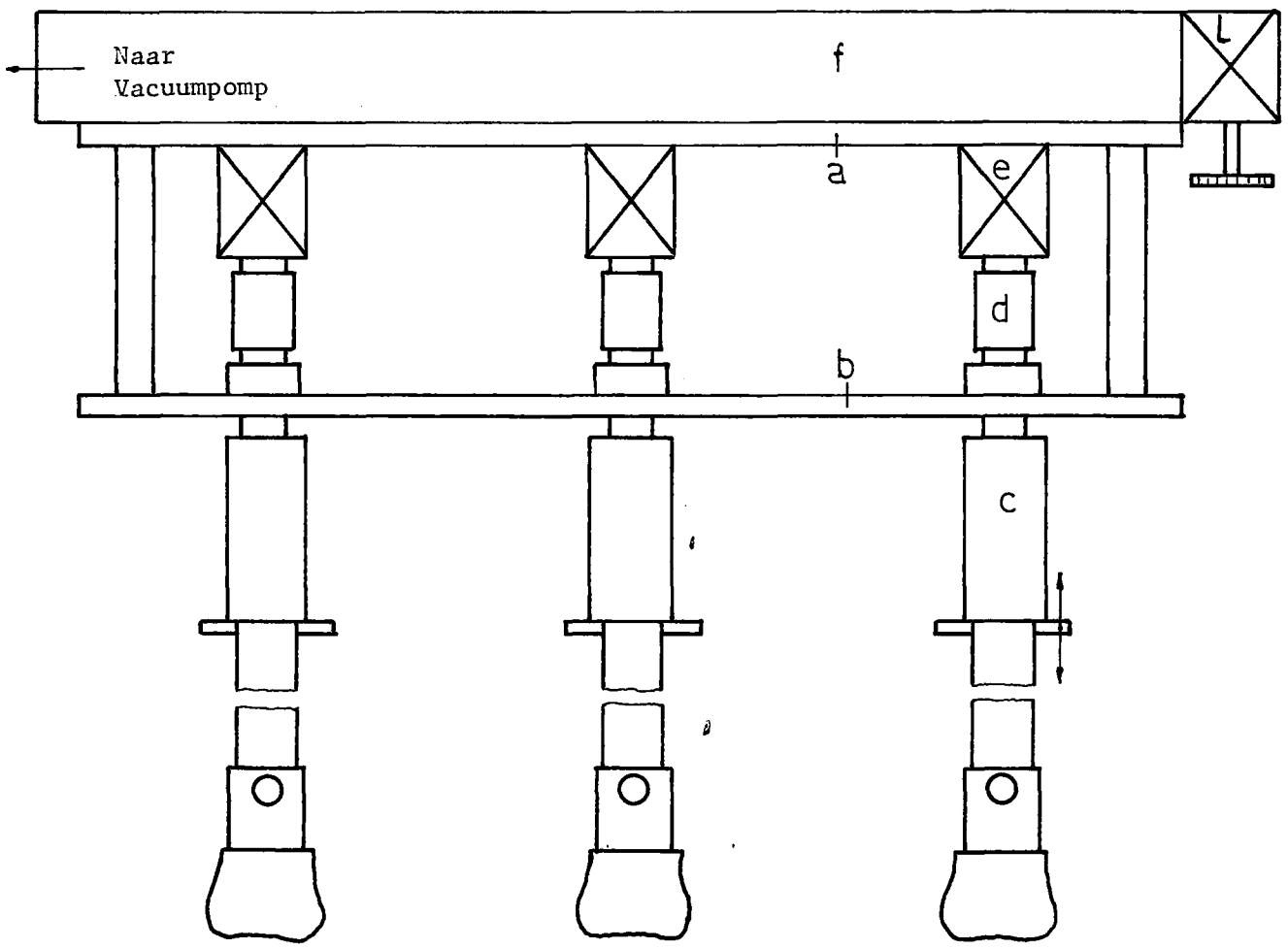


Fig.13.

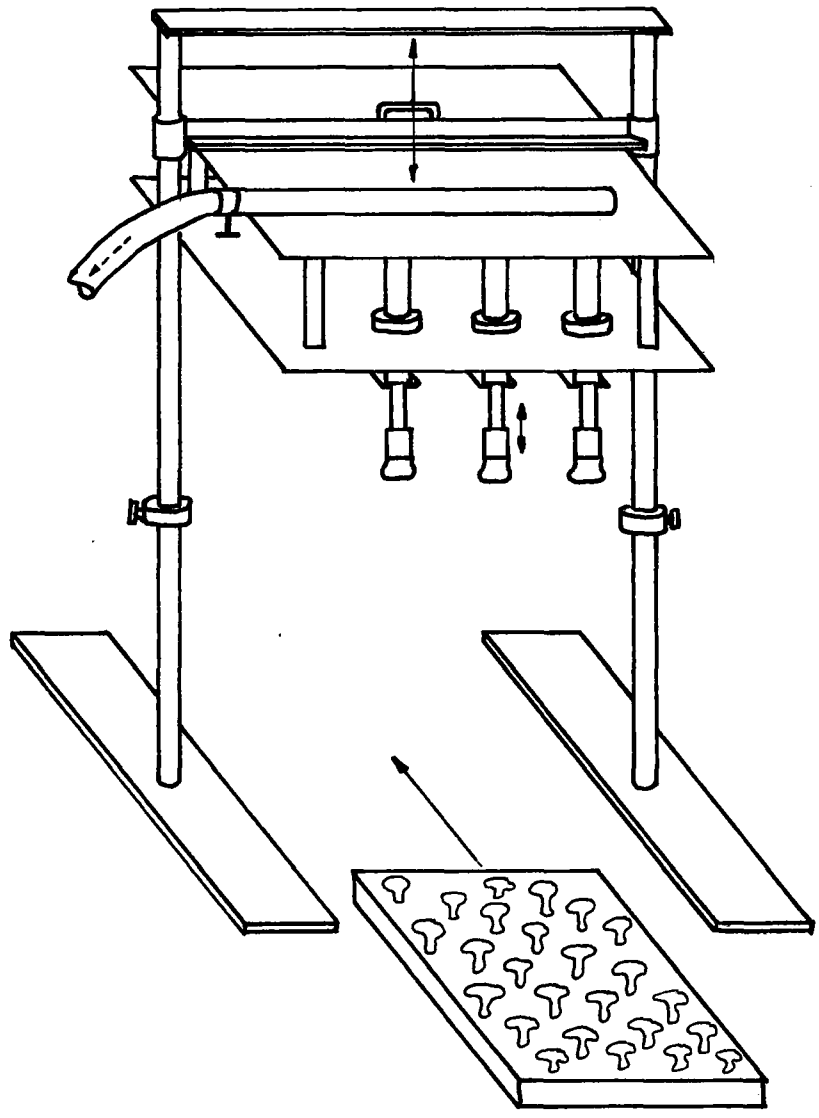
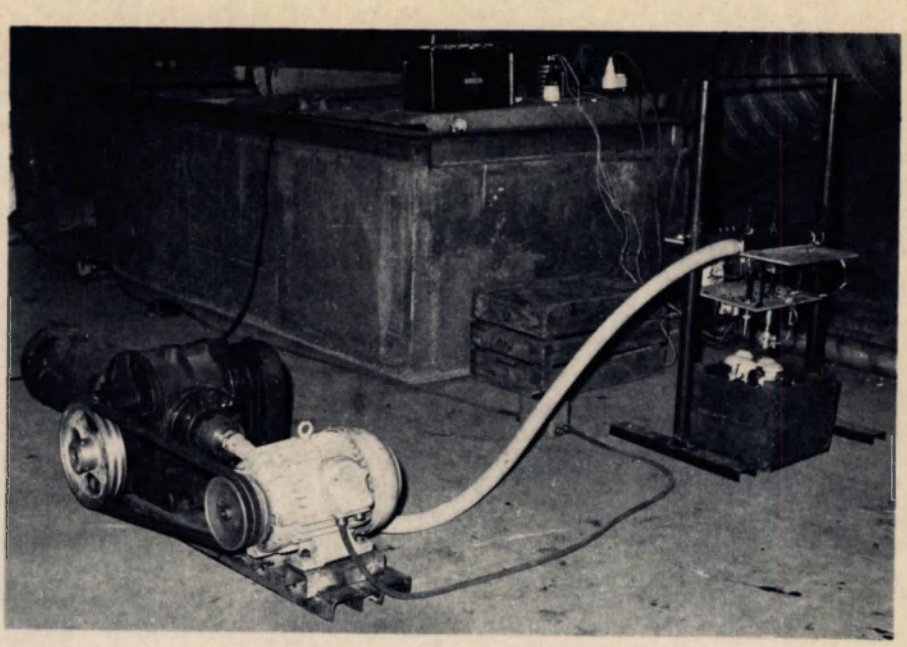


Fig.14.



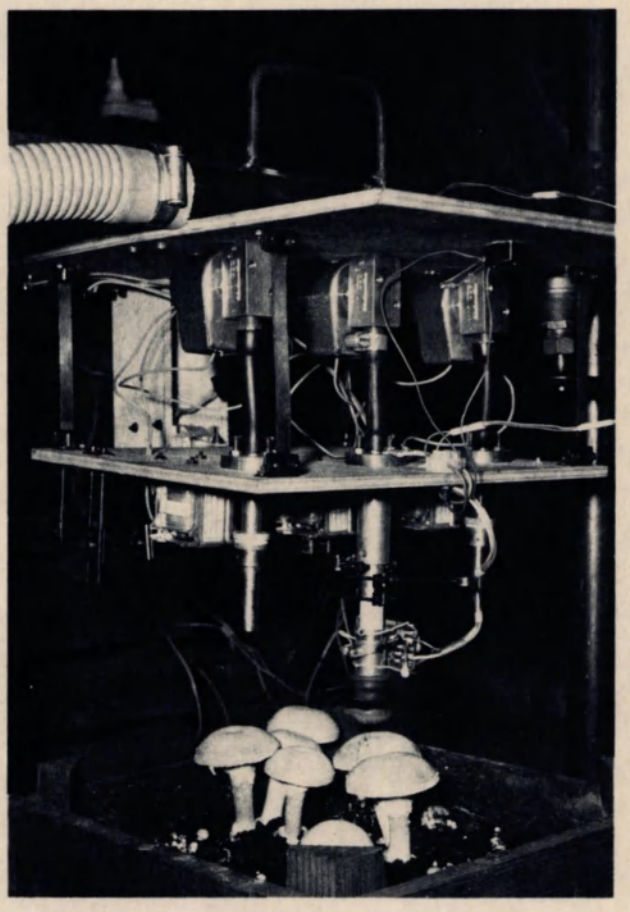


Fig.15.

7. Werking van het proefmodel.

Fig. 13.

Laat plaat a (dus ook plaat b met drie zuigeenheden) zakken tot een van te voren vast te stellen hoogte. De taster van de zuigeenheid waar een champignon onder staat onderbreekt de lichtstraal die op de fotocel valt. De fotocel 7 bekrachtigt via een relais de magneetklep e die zorgt dat de champignon wordt vastgezogen. Staat er geen champignon onder (of staat deze er niet goed onder) dan bekrachtigt de fotocel via hetzelfde relais de hefmagneet g, zodat de zuignap vrijkomt van de champignon.

De zuignap die goed boven een champignon is gekomen heeft de champignon nu dus vastgezogen. De andere zuignappen zijn door de hefmagneten omhooggetrokken. De champignons kunnen nu van de myceliumdraden worden losgebroken door hefmagneet i te bekrachtigen. Hierdoor worden alle zuignappen zijdelings bewogen, ook de zuignappen die vrij zijn gekomen van de champignons. Hierna kan bovenplaat a en dus de hele plukunit naar boven worden getrokken waardoor de champignons loskomen uit de dekaarde.

8. Resultaat van de proeven.

Zoals uit voorgaande proeven reeds te verwachten viel gaf het opsporen van de champignons d.m.v. tasters nauwelijks problemen. De beschadiging ten gevolge van het laten zakken van de zuignap op de champignon was nihil. (Deze is natuurlijk afhankelijk van de snelheid waarmee men de plukunit laat zakken). Aangezien het zijdelings uitdrukken van de champignons geen succes was, heb ik later het schuifstuk van de zuigeenheid voorzien van een handgreep, waarmee gemakkelijk een draaiende beweging aan de zuignap kon worden gegeven.
Het losbreken van de champignon door middel van een draaiende beweging ging aanzienlijk beter dan het zijdelings uitdrukken.
Het plukken van zowel grote als kleine champignons was mogelijk door de vertikale beweging die de zuigeenheid kon maken.
Tijdens de proeven die met dit model zijn verricht zijn we echter op één tot nu toe onopgelost probleem gestuit:
De clustervorm.
Een aantal champignons groeit namelijk in trosvorm d.w.z. de voetjes van de champignons zijn met elkaar vergroeid. De champignons die in dergelijke clusters groeien zijn nauwelijks los te breken. In de praktijk snijdt men dan ook vaak de champignon los.
Bij het losdraaien van de champignon met behulp van het proefmodel, bleek telkens, dat de hoed van de champignon, die in een cluster stond, van de steel werd afgedraaid.

Conclusie: Het oogsten van champignons gebaseerd op het in het proefmodel toegepaste principe is mogelijk. Aangezien het plukken van champignons die in clusters groeien ook bij andere mechanisatiemethoden grote moeilijkheden geeft, is het van het allergrootste belang, dat er teelttechnisch onderzoek wordt verricht met betrekking tot het probleem van de clustervorming. Bovendien moet worden nagegaan of het bezwaarlijk is (teelttechnisch gezien) om de bovenzijde van de dekaarde vlak te maken (of een bepaald profiel te geven).

Constructieve uitwerking van de oogstmachine.

1. Uitgangspunten.

Bij de constructieve uitwerking ben ik uitgegaan van de volgende punten:

a. Gezien de omvang van de constructie zal ik me beperken tot de plukunit d.w.z. het plukken van de champignons, het afvoeren van de champignons en het afsnijden van de voetjes. Buiten beschouwing zullen blijven het transport van de kisten en het sorteren van de champignons.
b. Om bij het ontwerp van de oogstmachine niet meteen geconfronteerd te worden met beperkingen (bijv. t.a.v. afmetingen) zal worden uitgegaan van het systeem met verplaatsbare kisten.
   De kisten worden nu naar de oogstmachine gebracht.
c. Voor de afmetingen van de kisten zal worden uitgegaan van de gangbare maten 140 cm x 140 cm x 21 cm (zie blz. 27) omdat:
   1. De vierkante vorm zich uitstekend leent om te worden getransporteerd.
   2. De afmetingen het mogelijk maken dat de kisten ook met de hand kunnen worden geplukt.

2. Plaatsing van de zuigeenheden

Wanneer we uitgaan van een aantal zuigeenheden met zuignappen en tasters, zijn er verschillende manieren om een oppervlak van 140 cm x 140 cm af te tasten en te plukken.
Uit gedane proeven is gebleken dat het mogelijk is om vrijwel alle champignons op te sporen, wanneer we het teeltoppervlak aftasten in stapjes van 8 mm.
We kunnen nu onderscheid maken tussen de volgende systemen:

a. We plukken met één zuigeenheid het oppervlak van 140 cm x 140 cm leeg. We zullen hiervoor 175 x 175 stapjes moeten maken (zie fig. 16). 150 cm = 175 x 8 mm. Dus we moeten zowel in X-richting als in Y-richting 176 plaatsen aftasten. Na iedere stap zal de zuigeenheid de plaats moeten aftasten, de eventueel aanwezige champignon plukken en afvoeren. Het zal duidelijk zijn dat meer zuigeenheden moeten worden gebruikt om een aanvaardbare pluktijd (benodigd voor één kist) te krijgen.

b. Wanneer we met 176 zuigeenheden het oppervlak van 140 cm x 140 cm aftasten zullen de zuigeenheden en/of de kist 175 stapjes moeten maken.
Het voordeel van deze manier van aftasten is dat het mogelijk is om de gehele breedte (175 x 8 mm) in één keer af te tasten en te plukken. De kist of de 176 zuigeenheden behoeven zodoende slechts in één richting stapsgewijs te worden verplaatst (zie fig. 17).
Het heeft verder voordelen om de kist stapsgewijs (8 mm) onder de plukmachine door te voeren i.p.v. de zuigeenheden te verplaatsen:
   1. De kisten worden reeds getransporteerd naar de machine. Het is eenvoudiger om de kist verder stapsgewijs onder de machine door te voeren, om ze daarna verder te transporteren naar de kweekcel.
   2. De afvoer van de champignons, de aansluitingen voor de vacuumpomp, pneumatiek en elektriciteit geven minder problemen.
   3. De stapjes die de kist maakt kunnen worden gemaakt terwijl de oogstmachine de champignons afvoert. Het kost dus geen extra tijd.

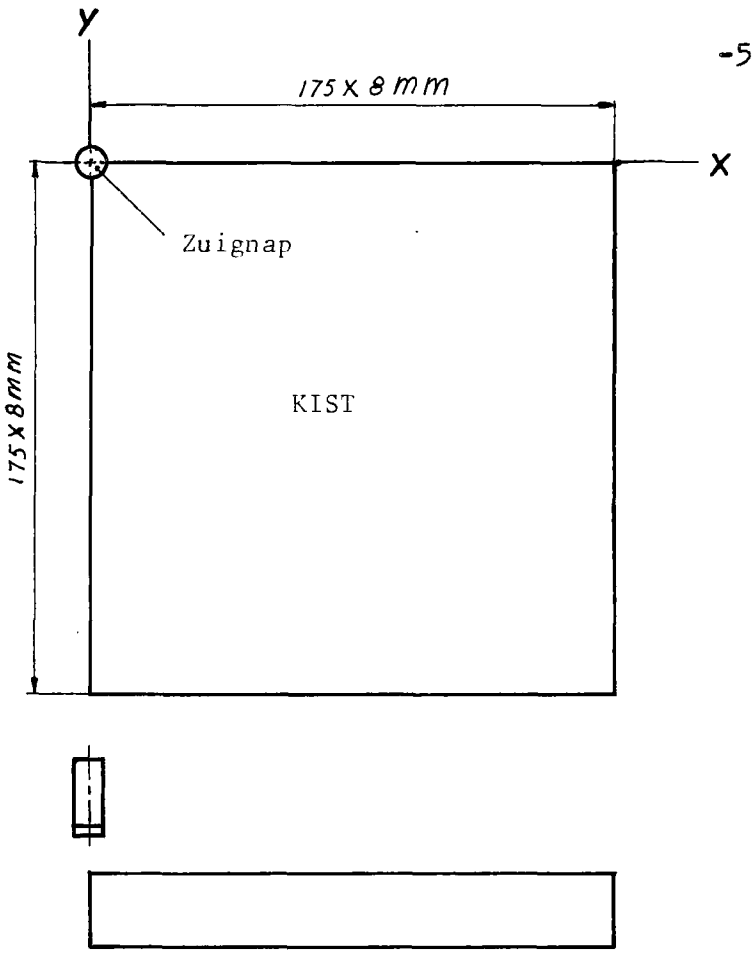


Fig.16.

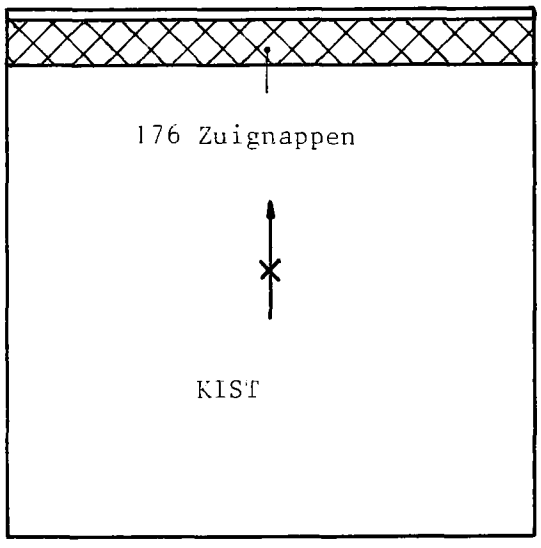


Fig.17.

c. Wanneer we meer dan 176 zuigeenheden willen gebruiken verdient het aanbeveling om een veelvoud van 176 zuigeenheden te nemen. Deze 176 zuigeenheden vormen namelijk één unit met het voordeel dat de gehele breedte van de kist in één keer wordt bestreken, zodat de kist in één richting behoeft te worden doorgezet.

We kunnen meerdere units met 176 zuigeenheden toepassen, die op verschillende manieren kunnen worden geplaatst (zie fig. 18):

1. In fig. 18a zijn de units naast elkaar geplaatst. Het transportsysteem plaatst de kisten in stapjes onder de kisten door.
2. In fig. 18b zijn de units achter elkaar geplaatst. Het transportsysteem is hier iets moeilijker.
   In geval A is de onderlinge afstand van de units a mm. We kunnen nu met één unit de afstand a leegplukken d.w.z. we laten de vier kisten $\frac{a}{8}$ stapjes maken waarna er vier kisten zijn leeggeplukt. We moeten nu vier nieuwe kisten (bij gebruik van meer units, natuurlijk meer) aanvoeren. Dit kost tijd. Een andere mogelijkheid is om de units een gedeelte van de kist te laten plukken. In het getekende voorbeeld hebben we vier units. Iedere unit zou bijvoorbeeld $\frac{1}{4}$ deel van de kist kunnen plukken. We laten de kist $\frac{a}{32}$ stapjes maken en zetten hem dan a mm door. De volgende unit tast dan de volgende $\frac{a}{32}$ stapjes af etc.
   In geval B is de onderlinge afstand van de units groter ($b > a$). Hier geldt hetzelfde als voor geval A. Men kan met één unit de afstand b in één keer plukken of met meerdere units een gedeelte hiervan.
   In geval A en B is de tijd nodig voor het plukken van é één kist gelijk aan de tijd die nodig is om $\frac{1400}{8}$ stapjes te maken.
   In geval C is de onderlinge afstand van de units kleiner dan in geval A ($c < a$). In dien $c < 1400$ mm is het aantal stapjes en dus de tijd benodigd voor het plukken van één kist kleiner dan in geval A of B, namelijk $\frac{c}{8}$ stapjes. Het is ook nu weer mogelijk om met één unit de afstand C in één keer te plukken of met meerdere units een gedeelte hiervan.

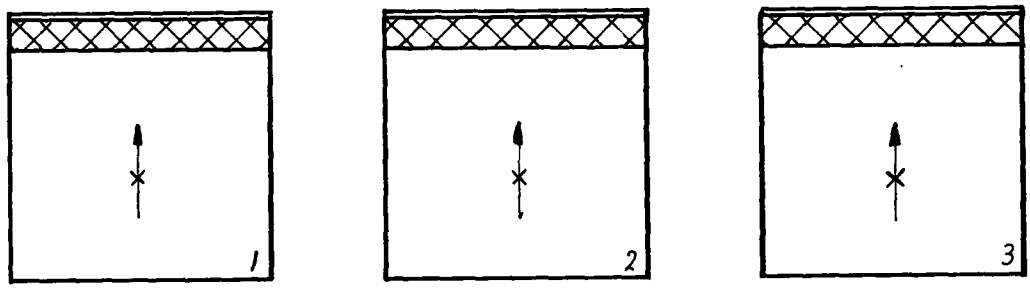


Fig.18a.

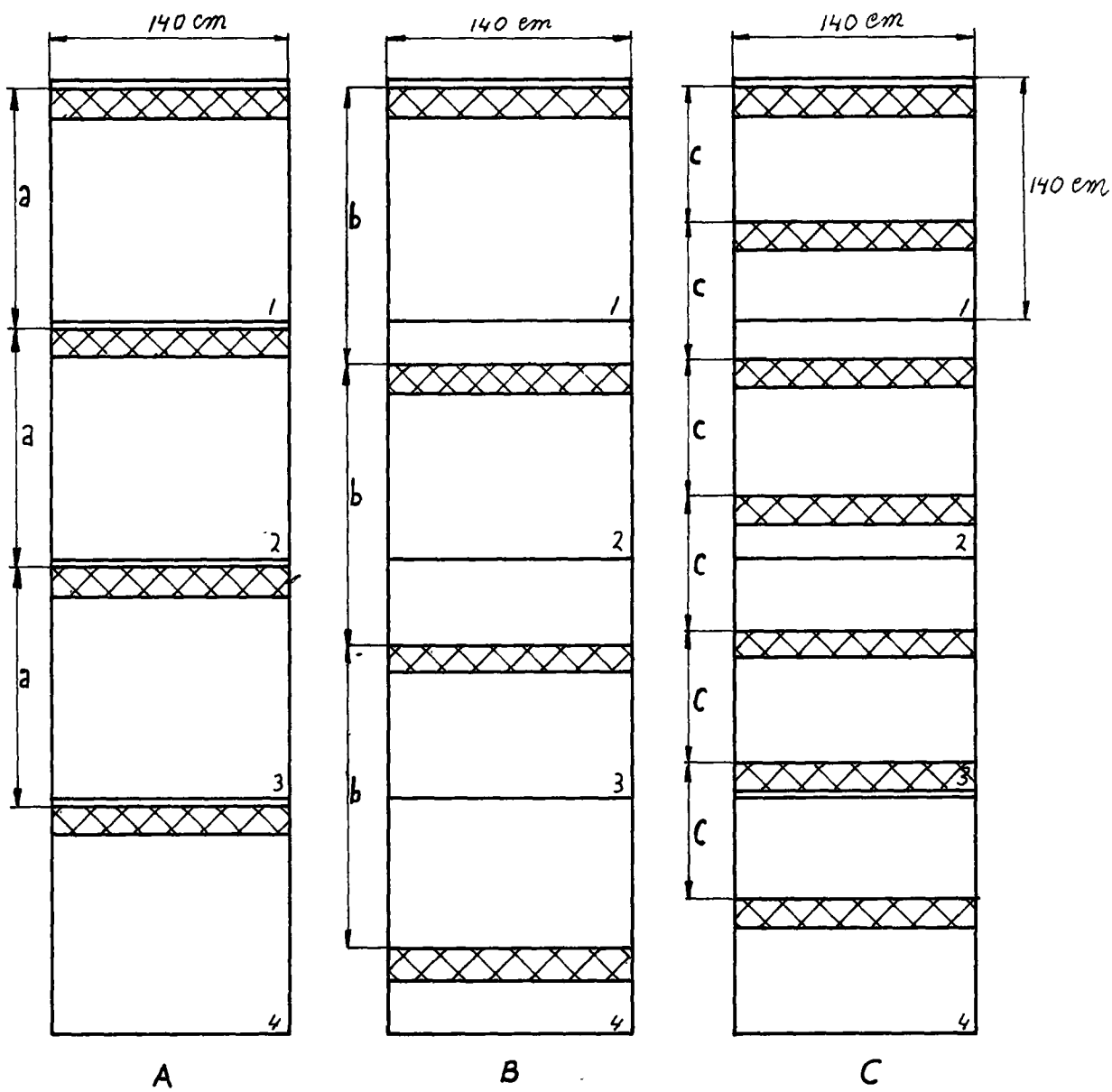


Fig.18b.

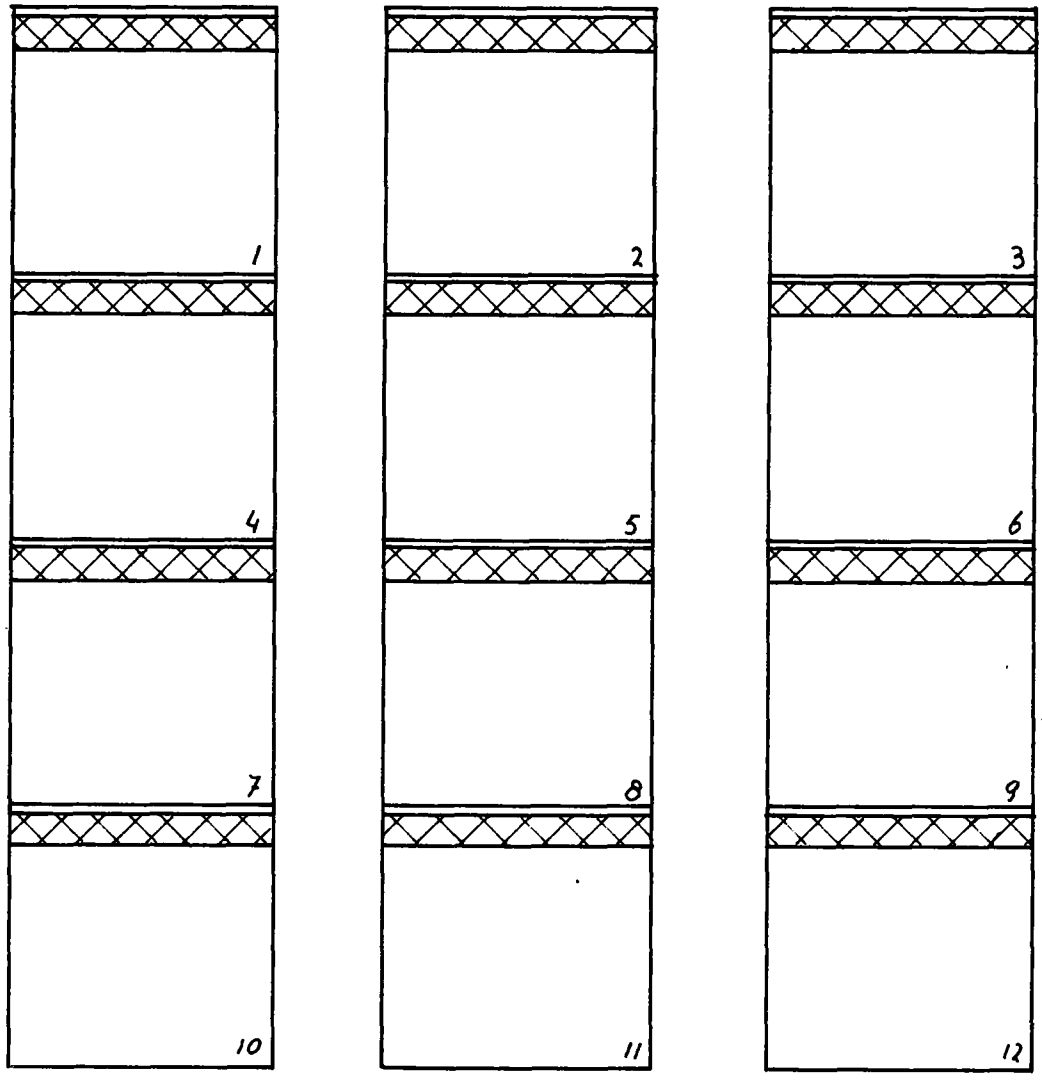


Fig.18c.

3. In fig. 18c is een combinatie getekend van fig. 18a en fig. 18b.

Belangrijke punten die de doorslag geven bij de keuze uit bovengenoemde plaatsingsmogelijkheden (1, 2 of 3) zijn:

a. De omvang van een plukunit (176 zuigeenheden). Dit is vooral van belang voor de onder 2 genoemde mogelijkheid (i.v.m. onderlinge afstand).
b. Het transportsysteem van de kisten, dat hier buiten beschouwing zal blijven.

Conclusie: Zoals we gezien hebben biedt het voordelen om een unit met 176 zuigeenheden te nemen. Deze gedachte vormt het uitgangspunt voor de verdere constructieve uitwerking.
Verder verdient het aanbeveling om de kist in stapjes van 8 mm onder de machine door te voeren.

3. De zuigeenheid.

3.1. Eisenpakket

Een aantal eisen die voor de zuigeenheid van het proefmodel geldden, gelden ook hier weer:

a. De zuigeenheid moet zowel grote als kleine champignons kunnen plukken.
b. De kracht waarmee de zuigeenheid op de champignon drukt moet minimaal zijn.
c. De kracht waarmee de taster op de champignon drukt moet minimaal zijn.
d. Alleen wanneer er een champignon onder de zuignap staat mag vacuum worden gezogen.

Verder gelden nog de volgende eisen:

e. Door de champignon om zijn as te draaien worden de myceliumdraden losgebroken.
f. Alleen wanneer een champignon goed is vastgezogen mag de betreffende zuignap draaien (i.v.m. de beschadiging).
g. De kosten van een zuigeenheid moeten minimaal gehouden worden, dus liever geen fotocellen, magneetkleppen, hefmagneten etc. (zoals in het proefmodel).
h. De afmetingen van de zuigeenheid moeten minimaal gehouden worden, zodat de benodigde ruimte voor een unit van 176 zuigeenheden minimaal is.

Vooral de laatste twee voorwaarden zijn belangrijk.

ad g. Uit het oogpunt van kostenbesparing zou het wenselijk zijn, dat de taster zonder tussenkomst van een fotocel het commando kan geven dat er vacuum moet worden gezogen en de zuignap moet gaan draaien. Bovendien moet op eenvoudige wijze het gewicht van de zuigeenheid worden gecompenseerd (voorwaarde b).

ad h. Aangezien de diameter van de zuignap $\pm$ 40 mm moet zijn (i.v.m. beschadiging zie blz. 34 voorwaarde 2) is het van belang de zuigeenheid zo te construeren dat alle functie-elementen binnen het gebied vallen wat is

aangegeven in fig. 19. Lukt dit, dan is de onderlinge steekafstand tussen de zuigeenheden minimaal 40 mm.
Het is dientengevolge onmogelijk om de 176 zuigeenheden van de unit in één rij te plaatsen (140 cm = 175 x 8 mm).
Wel is het mogelijk de 176 zuignappen te plaatsen zoals is weergegeven in fig. 20. We krijgen nu vijf rijen (met in totaal 176 zuigeenheden) die t.o.v. elkaar 8 mm verschoven zijn. Op deze manier wordt toch de gehele breedte (175 x 8 mm) in één keer geplukt. De afstand a tussen de vijf rijen onderling mag willekeurig zijn.

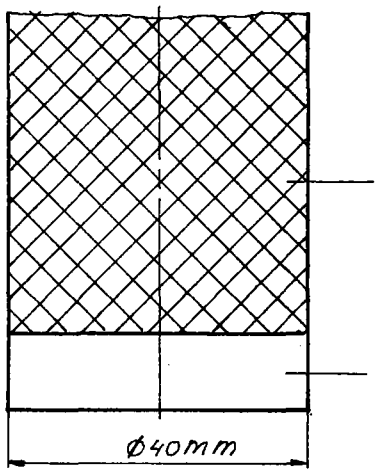

Beschikbare ruimte
voor de functie-
elementen.
Zuignap
Ø40mm

Fig.19.

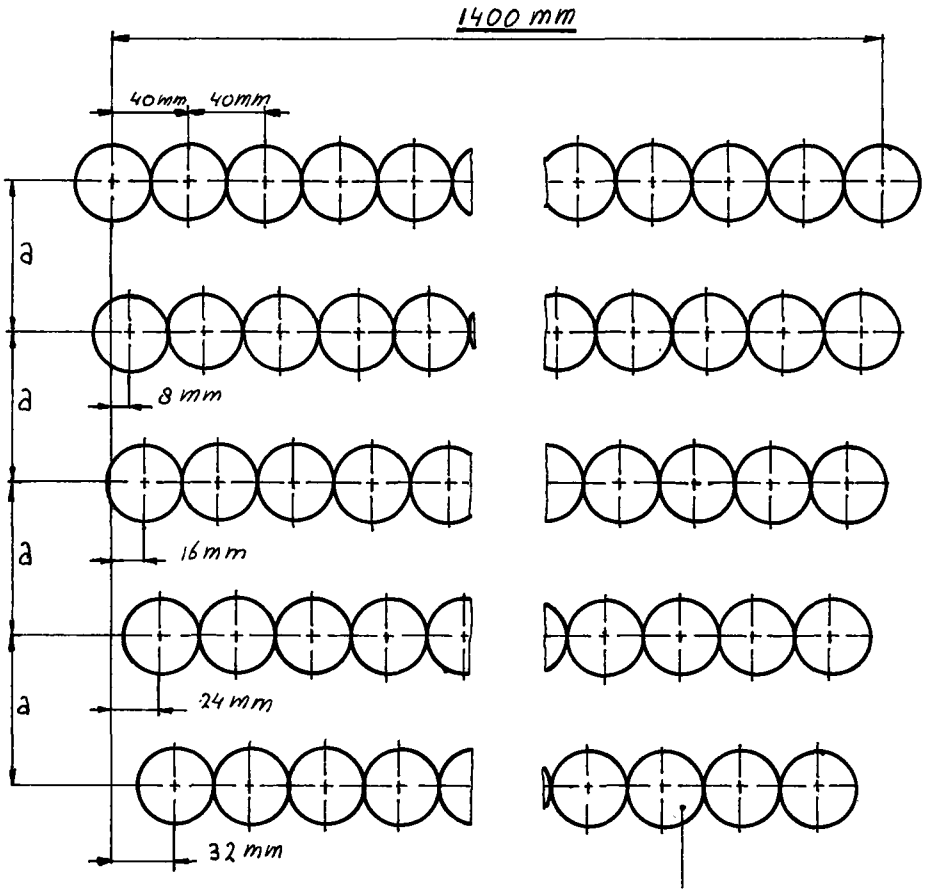

1400 mm
40mm
40mm
a
a
a
a
8 mm
16 mm
24 mm
32 mm

Fig.20.

3.2. Beschrijving van de functie-elementen.

3.2.1. De taster.

Zoals gezegd is het wenselijk dat de taster rechtstreeks het commando geeft dat er vacuum moet worden gezogen. De kracht om de taster omhoog te drukken moet minimaal zijn. Hiervoor zijn de volgende oplossingen te bedenken, zie fig. 21 a, b en c: Zoals uit de figuren blijkt is de taster met de zuignap verbonden. Dit in tegenstelling tot de losse taster die werd toegepast in het proefmodel.
Het bezwaar van een losse taster is, dat deze nadat hij is omhooggedrukt d.m.v. eigen gewicht in de onderste stand moet terugkeren. De in fig. 21 getekende tasters worden omlaag getrokken door de zuignap, die nadat hij de champignon heeft losgelaten zijn oorspronkelijke vorm weer wil aannemen.

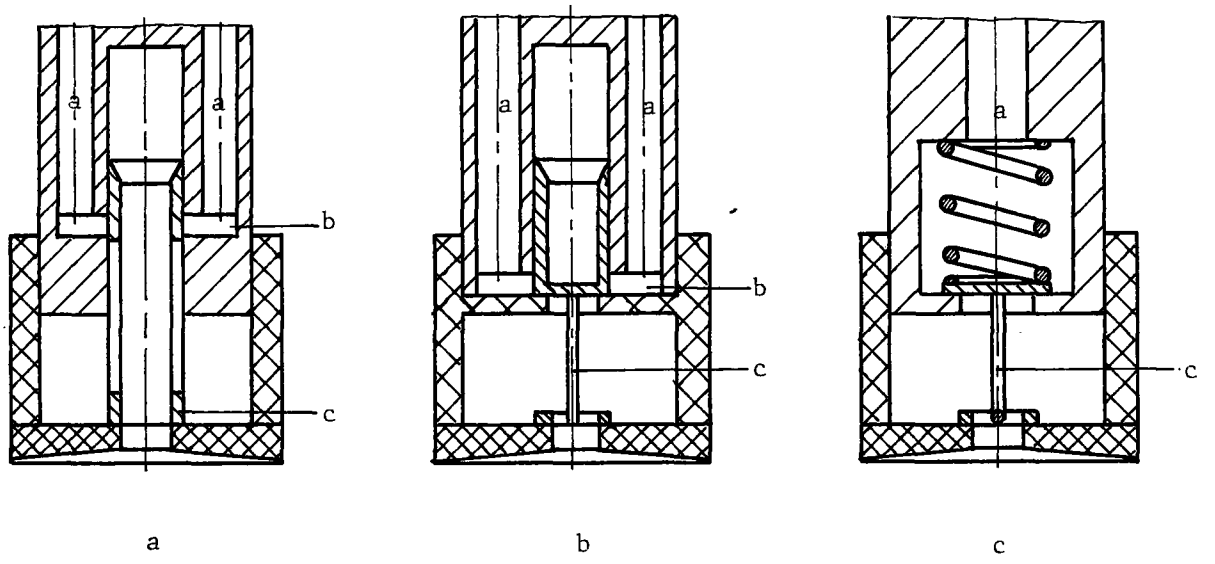
fig. a: Taster c bestaat uit een cilinder waarvan de wand is voorzien van twee gleuven diametraal t.o.v. elkaar. In de aanzuigkanalen a en de ring b om de cilinder heerst vacuum. Het vacuum in de ring oefent geen kracht uit op de cilinder d.w.z. geen resulterende kracht. Wanneer de cilinder wordt omhooggedrukt wordt via de opening in de cilinderwand buitenlucht aangezogen. De kracht om de cilinder omhoog te drukken is minimaal.

fig. b: De werking van deze taster is vergelijkbaar met die van fig. a. Wanneer de taster omhoog wordt gedrukt wordt via de aanzuigkanalen a en de ring b buitenlucht aangezogen.

fig. c: Hier wordt via een centraal kanaal a vacuum gezogen. Het vacuum oefent een kracht uit op de taster zodat het nodig is een veer toe te passen om het vacuum af te sluiten.

Uit de drie getekende alternatieven is gekozen voor oplossing a, omdat:

1. De kracht nodig om de taster omhoog te drukken minimaal is in tegenstelling tot oplossing c.



a b c

Fig.21.

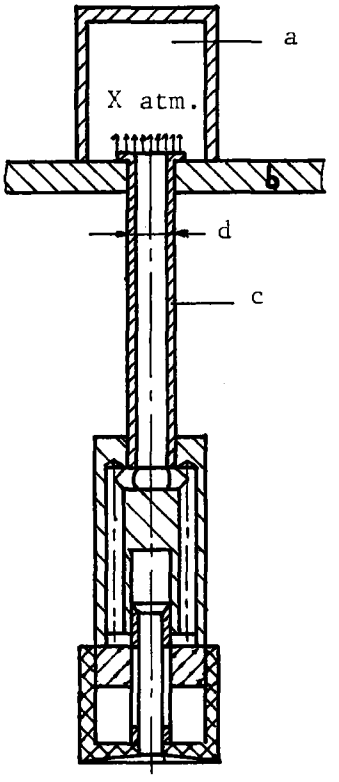


Fig.22.

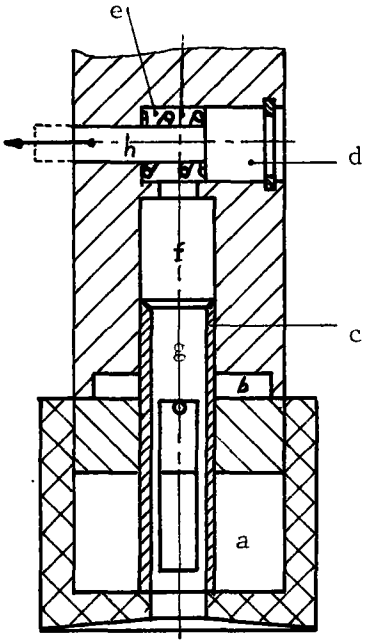


Fig.23.

2. De afdichting minder problemen zal geven dan die van oplossing b.
3. De taster vrij simpel is (176 tasters voor één unit).

3.2.2. Aanpassen aan de grootte van de champignon.
Compenseren van het gewicht van de zuigeenheid.

Zoals we in fig. 22 zien is de zuigeenheid c via een schuifgeleiding verbonden met plaat b. Wanneer we een champignon willen plukken laten we plaat b (met zuigeenheden) zakken. Wanneer de zuigeenheid de champignon raakt zal hij niet verder zakken (i.v.m. de schuifgeleiding). De lengte van de slag die de zuigeenheid moet kunnen maken is 30 mm. Het verschil tussen de kleinste en de grootste champignon is namelijk $\pm$ 25 mm. Voor het compenseren van het gewicht van de zuigeenheid is gebruik gemaakt van het vacuum in de ruimte a. Via ruimte a wordt vacuum gezogen. Het vacuum oefent een kracht uit op de zuigeenheid ($F_1 = \frac{\pi}{4} (1 - x) d^2$) tegengesteld aan de zwaartekracht ($F_2 = mg$). Door een geschikte materiaalkeuze en dimensionering is het zodoende mogelijk het gewicht van de zuigeenheid te compenseren. Het is belangrijk om het gewicht van de zuigeenheid klein te houden. Bij het snel naar beneden laten zakken van de zuigeenheid kan de champignon namelijk beschadigd worden t.g.v. de stoot die optreedt. Snelheid en gewicht zijn rechtevenredig met de stoot.

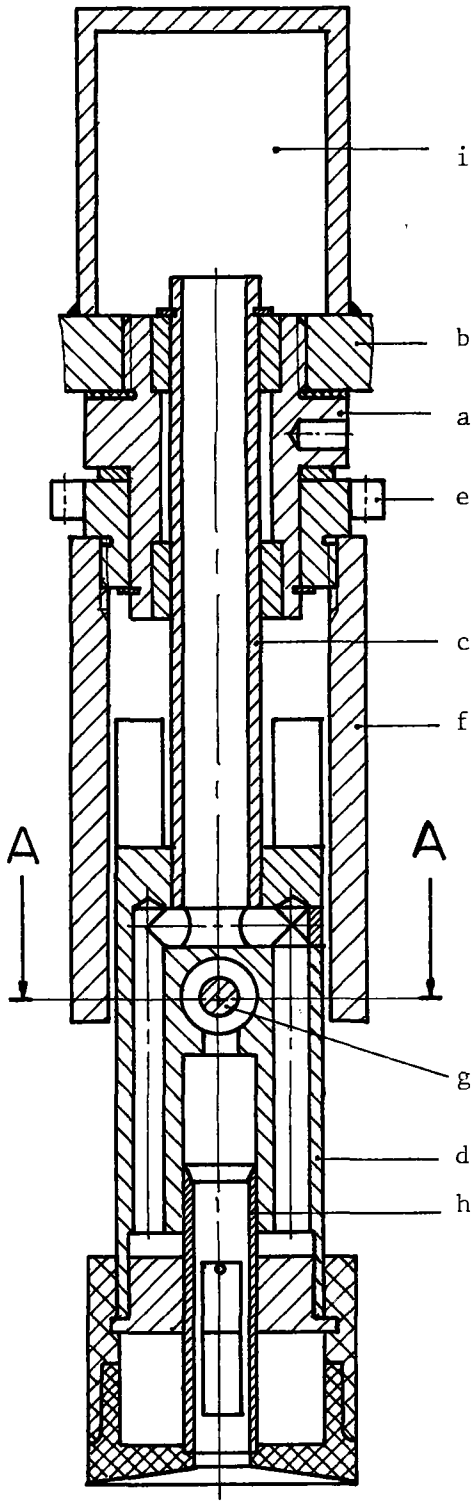
3.2.3. Het losdraaien van de champignons.

Zoals we gezien hebben moet de champignon worden losgedraaid alvorens hij omhoog mag worden getrokken. Verder mag de zuignap alleen dan draaien wanneer er een champignon is vastgezogen (i.v.m. beschadiging).
De oplossing van dit probleem is getekend in fig. 23:
Wanneer er een champignon is die goed onder de zuignap staat wordt de taster omhooggedrukt. Er wordt via de twee aanzuigkanalen (niet in vlak van tekening) en ring b vacuum gezogen in de zuignap, waardoor de champignon wordt vastgezogen. Alleen wanneer de champignon wordt vastgezogen mag deze worden losgedraaid.

Alleen wanneer de champignon wordt vastgezogen, wordt vacuum gezogen in de ruimten a, f en g.
Via een verbinding met ruimte f wordt vacuum gezogen in ruimte e, waarin zich een plunjer d bevindt. Het vacuum in ruimte e trekt de plunjer naar links zodat pen h uit de zuigeenheid steekt. Deze pen h kan nu gekoppeld worden met een draaiend "iets".
Wanneer het vacuum verdwijnt (d.m.v. een ontluchtingsklep) laat de zuignap de champignon los, terwijl de plunjer d door een veer in zijn oorspronkelijke positie wordt teruggebracht.

3.3. De werking van de zuigeenheid.

Zie fig. 24:
Wanneer we met de plukunit gaan plukken, laten we plaat b met 176 zuigeenheden zakken tot een bepaald niveau. Dit niveau is maatgevend voor de kleinste champignon die geplukt kan worden. De zuigeenheid die bestaat uit pijp c en kop d schuift in bus a i.v.m. instellen op de grootte van de champignon.
Het vacuum in de ruimte i compenseert het gewicht van de zuigeenheid.
In plaat b zijn 176 bussen a met bijbehorende zuigeenheden bevestigd. Een dunne cilinder f is verbonden met tandwiel e die om bus a draait. In deze cilinder die vrij kan draaien om kop d zijn vier tanden gefreesd (zie doorsnede A-A).
Wanneer taster h omhoog gaat, wordt plunjer g naar buiten getrokken (zie 3.2.3.). De plunjer en dus de zuigeenheid wordt gekoppeld met de draaiende cilinder, zodat de zuignap met vastgezogen champignon gaat draaien.
Gezien de afmetingen is het mogelijk de zuigeenheden met een steekafstand van 40 mm t.o.v. elkaar te plaatsen. Zoals we gezien hebben op blz.61 en in fig. 20 is het mogelijk de 176 zuigeenheden te plaatsen in vijf rijen, waarbij de steekafstand van de zuigeenheden in één rij 40 mm is.
Wanneer we nu voor het tandwiel e een steekcirkeldiameter nemen van 40 mm, is het mogelijk om alle tandwielen van één rij zuigeenheden rechtstreeks te koppelen. Vijf elektromotoren zijn zodoende voldoende voor de draaibeweging van de 176 zuigeenheden.



DOORSNEDE A-A

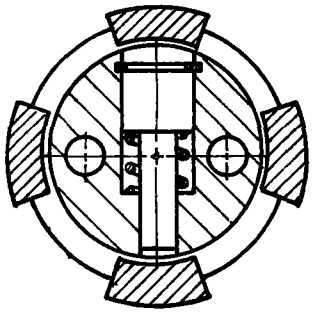


Fig.2.

4. Het afvoeren van de champignons.

4.1. Mogelijke afvoersystemen.

Bij de uitwerking van dit probleem ben ik uitgegaan van de volgende voorwaarden:

1. De beschadiging van de champignons moet minimaal blijven.
2. Er moet rekening mee worden gehouden dat de voetjes moeten worden afgesneden en dat de champignons gesorteerd moeten worden.
3. Het aandeel van de afvoertijd in de pluktijd moet zo klein mogelijk worden gehouden.

Het is van belang gezien voorwaarde 2 om de champignons geordend af te voeren. Aangezien de champignons zich allen in dezelfde positie bevinden, wanneer ze door de zuignappen worden vastgezogen, is het zinvol hier gebruik van te maken. Mogelijke afvoersystemen zijn (zie fig. 25):

a. Een trilgoot.
b. Een magazijn.
c. Tussen twee transportbanden.

Gekozen is voor methode c omdat:

1. De beschadiging naar verwachting minder zal zijn dan in geval a.
2. Het afvoersysteem permanent onder de machine mag blijven in tegenstelling tot geval b.
3. Omdat het afvoeren en afsnijden gecombineerd kunnen worden (volgt later).
4. Een bestaand hulpmiddel voor het handplukken volgens hetzelfde principe werkt.

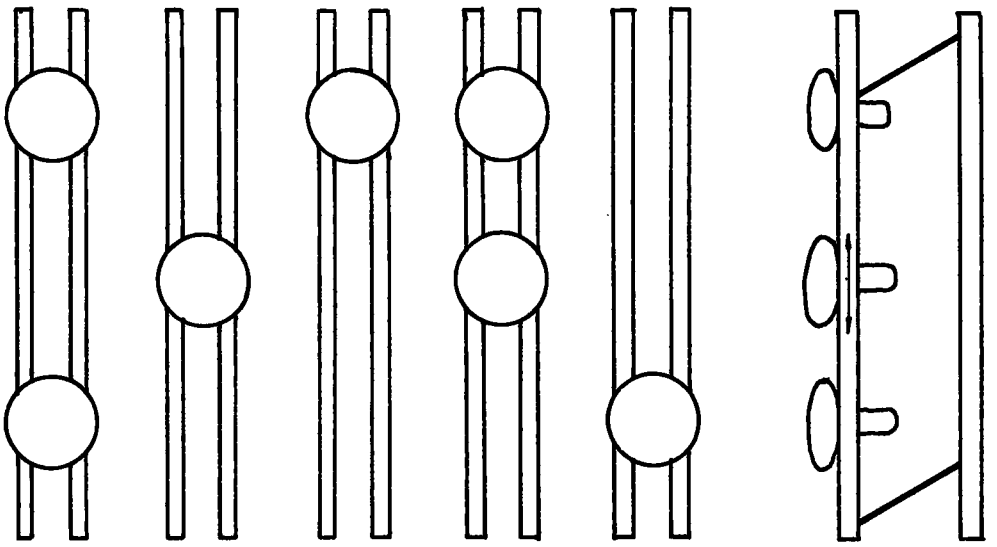


Fig.25a.

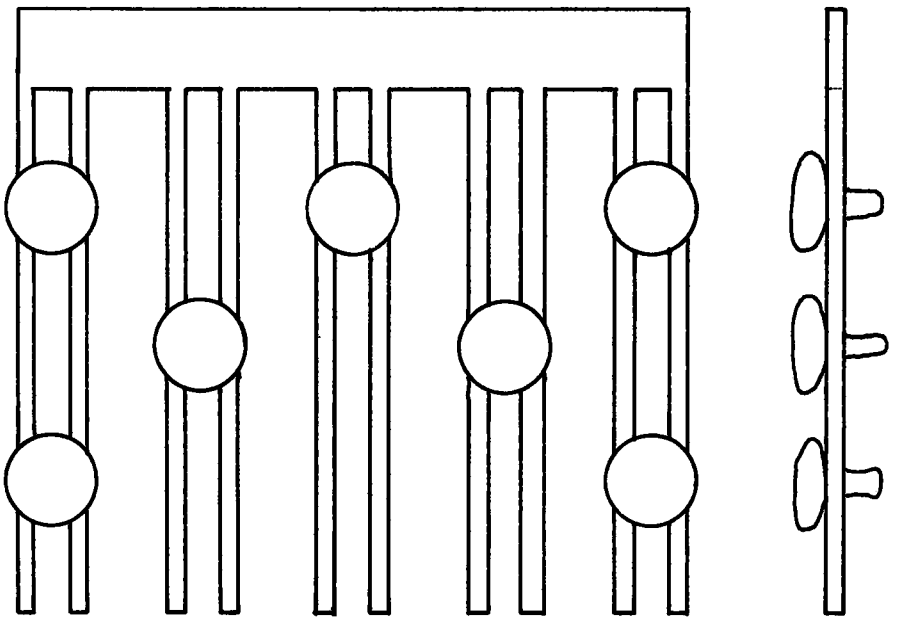


Fig.25b.

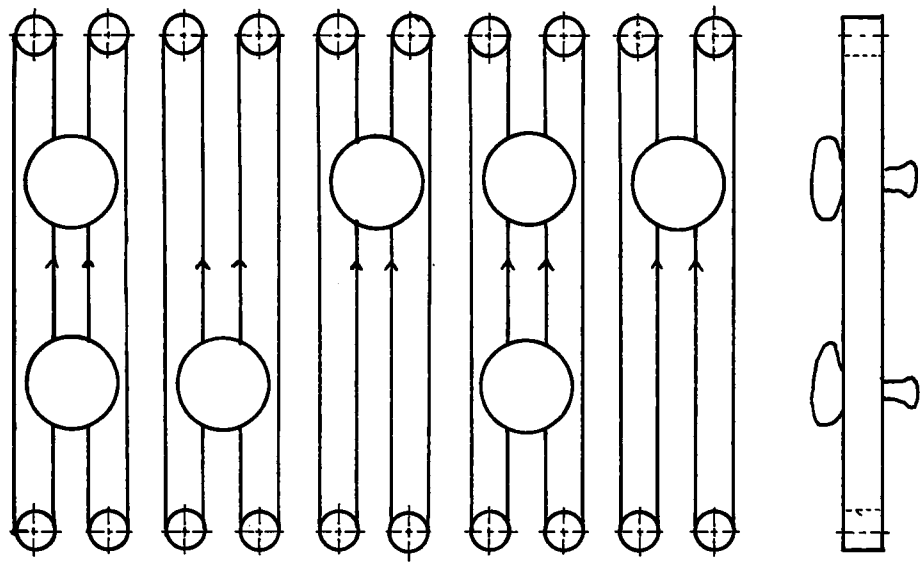


Fig.25c.

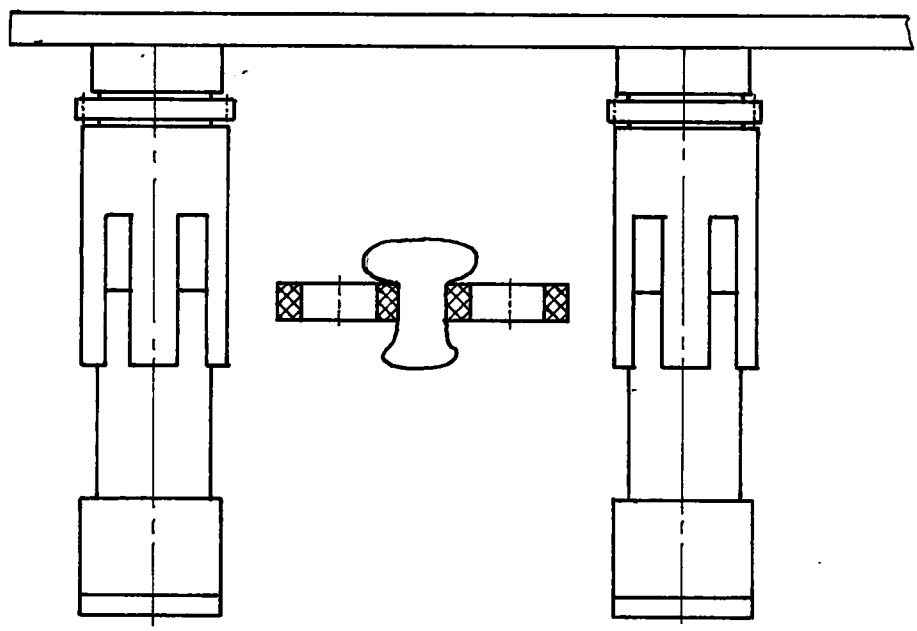


Fig.26.

4.2. Afvoersysteem met transportbanden.

Zoals we gezien hebben in fig. 20 is de afstand a tussen de rijen zuigeenheden nog willekeurig. Men kan deze afstand zodanig kiezen, dat twee transportbanden tussen twee rijen zuigeenheden geplaatst kunnen worden (zie fig. 26).
In fig. 27 is plaat a met zuigeenheden in de onderste stand ("plukstand") getekend. De zuignap c bevindt zich op niveau III d.w.z. 30 mm ("kleinste" champignon) boven de dekaardelaag IV. Wanneer een grote champignon (55 mm) aanwezig is, bevindt de zuignap zich op niveau II t.g.v. schuifbeweging.
De ruimte tussen plaat a en niveau IV maakt het mogelijk dat de transportbanden permanent aanwezig blijven.
Het afvoeren van de champignons komt nu hier op neer dat de zuigeenheden de champignons tussen de transportbanden moeten plaatsen. De transportbanden zorgen voor de verdere afvoer van champignons terwijl de zuigeenheden de volgende champignons plukken (de kist is 8 mm doorgezet).
Het plaatsen van de champignons tussen de transportbanden door de zuigeenheden, kan op verschillende manieren worden gerealiseerd:

fig. 28. De zuignap beschrijft de aangegeven baan en plaatst de champignon tussen de transportbanden.

fig. 29. De zuignap wordt van positie 1 naar positie 2 gebracht (a). De transportbanden worden onder de zuignap gebracht, waarna de zuignap kan zakken tot positie 3 (b). De champignon wordt losgelaten en de transportbanden nemen hierna weer hun oorspronkelijke positie in (a).

fig. 30. De zuignap wordt van positie 1 naar positie 2 gebracht (a). Banden I en III bewegen naar links, band II naar rechts. De champignon wordt tussen banden II en III geplaatst (b). De banden I, II en III worden naar rechts geplaatst zodat de zuignap naar beneden kan (c). De volgende champignons worden geplaatst tussen banden I en III, waarna we uiteindelijk weer in positie a terugkeren.

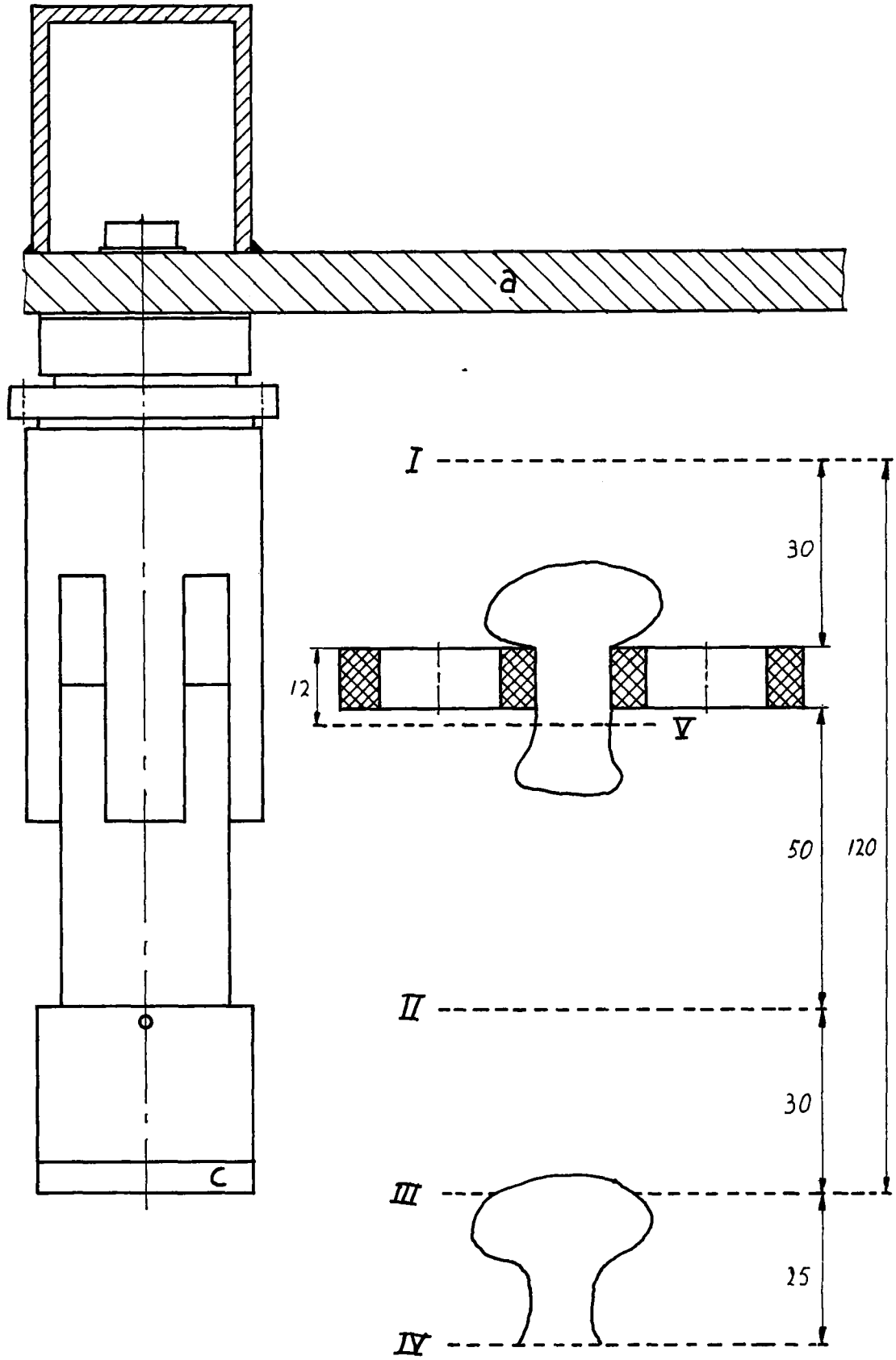


Fig.27.

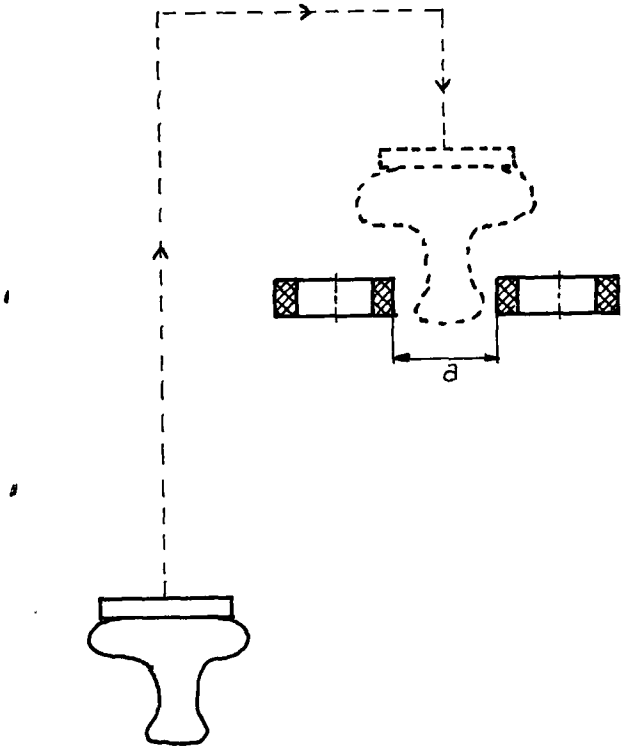


Fig.28.

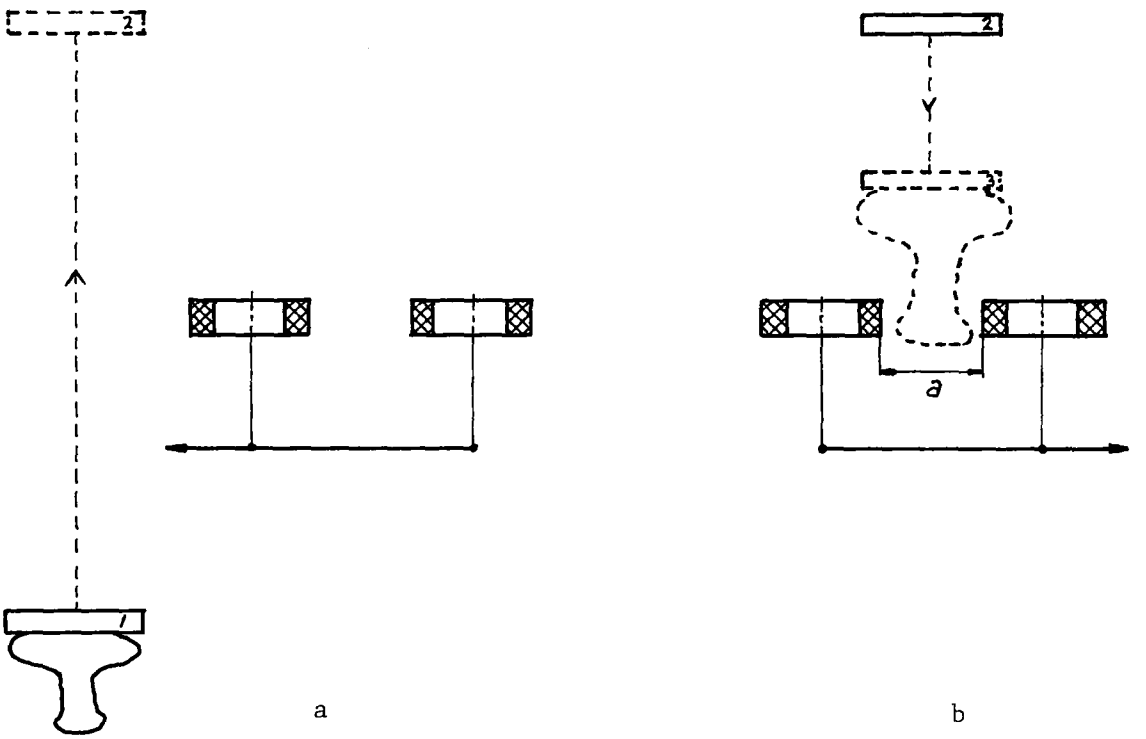
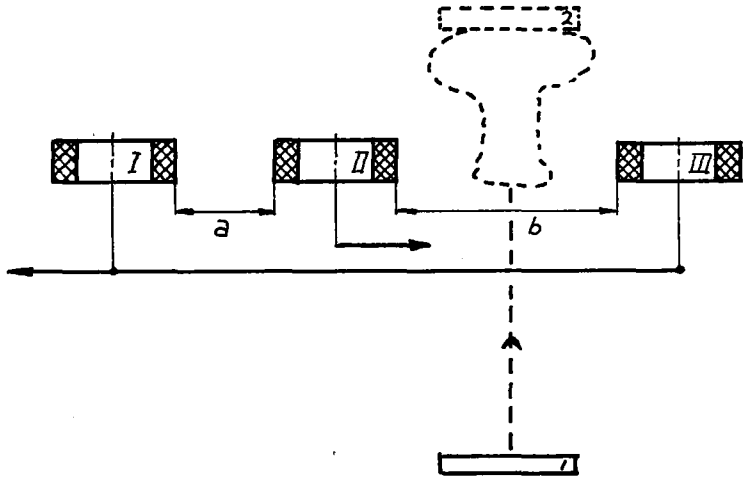
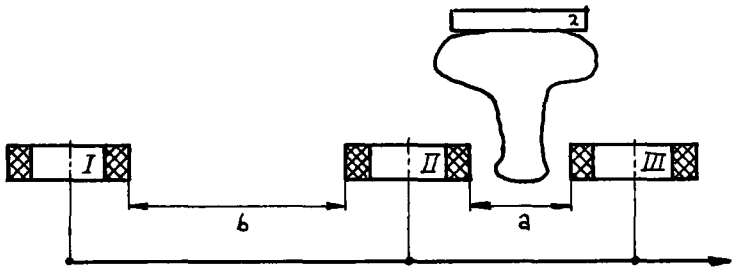


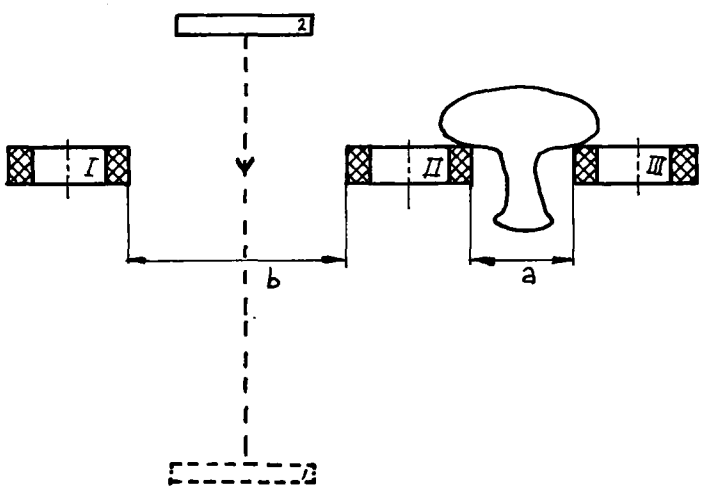
Fig.29.



(a)



(b)



(c)

Fig.30.

In alle drie gevallen is de afstand a tussen de transportbanden zodanig dat de champignon kan zakken tot de champignonhoed op de band komt te rusten. Wanneer we zowel de beschadiging willen beperken en de champignon snel willen afvoeren, verdient het aanbeveling de champignonsteel tussen de banden te klemmen (kleine klemkracht).
In alle drie gevallen zullen we dus nadat de champignon tussen de transportbanden is geplaatst de afstand a kleiner moeten maken.

Gekozen is uiteindelijk voor oplossing 3 omdat:

1. De zuignap slechts in één richting behoeft te worden verplaatst.
2. De vertikale beweging van de zuignap zo kort mogelijk is (kleiner dan voor oplossing 2).
3. Het verkleinen van afstand a, nadat de champignon tussen de transportbanden is geplaatst, geeft nauwelijks problemen, immers de transportbanden kunnen t.o.v. elkaar verplaatst worden.
4. Het aandeel dat de afvoertijd opeist van de pluktijd waarschijnlijk het kleinst is in vergelijking met oplossingen 1 en 2.

4.3. Het afvoersysteem voor de gehele plukunit.

Bekijken we nu het transportsysteem voor de vijf rijen zuigeenheden waarvan we waren uitgegaan.
In fig. 31 is het afvoersysteem schematisch weergegeven:

fig. 31a. Voor het afvoeren van de champignons worden de banden a, b, c, d en e naar rechts bewogen, de banden 1, 2, 3, 4, 5 en 6 naar links.
fig. 31b. De champignons worden nu geplaatst tussen de banden a en 2, b en 3, etc. Hierna worden alle banden naar rechts verplaatst.
fig. 31c. De champignons worden nu via de transportbanden afgevoerd, terwijl de volgende champignons worden geplukt. Voor het afvoeren van de volgende serie champignons worden de banden a, b, c, d en e naar links bewogen, de banden 1, 2, 3, 4, 5 en 6 naar rechts.
fig. 31d. De champignons worden nu geplaatst tussen de banden 1 en a, 2 en b, etc. Hierna worden alle banden naar links verplaatst zodat we weer terugkeren in de uitgangspositie a.
fig. 31a. De champignons worden nu via de transportbanden afgevoerd, terwijl de volgende champignons worden geplukt. De gehele cyclus herhaalt zich nu weer.

Het afvoeren van de champignons via de transportbanden geschiedt dus in de posities fig. 31 a en c. Wanneer we eisen dat de champignons aan één zijde van de machine worden afgevoerd, dan moeten we er voor zorgen dat de draairichtingen van de transportbanden in fig. 31 a en c tegengesteld zijn aan elkaar. Een belangrijke eis was ook dat de champignons, nadat deze tussen de banden zijn geplaatst, tussen de banden worden geklemd (zie blz. 76).
Dit kunnen we als volgt realiseren (fig. 32):
Wanneer we de champignons van de rij zuigeenheden willen afvoeren plaatsen we banden a en b over een afstand x naar rechts en banden 1 en 2 over een afstand x naar links. We zorgen dat de afstand a tussen de banden 25 mm is, zodat de champignon kan zakken tot de champignonhoed op de band komt te rusten.

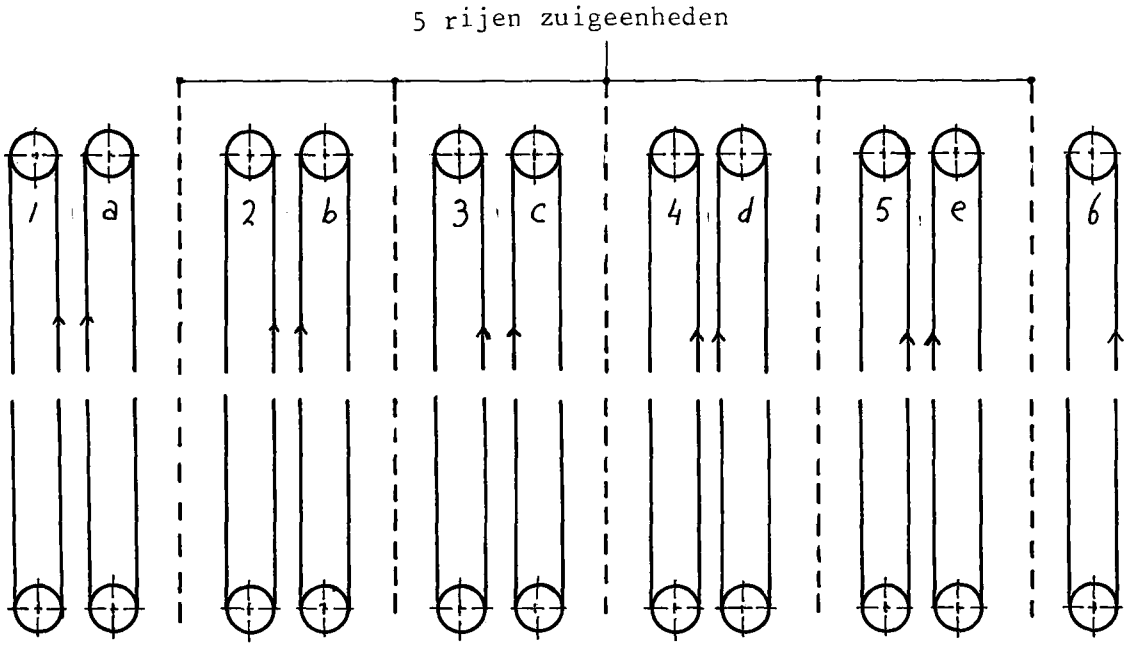


Fig.31a.

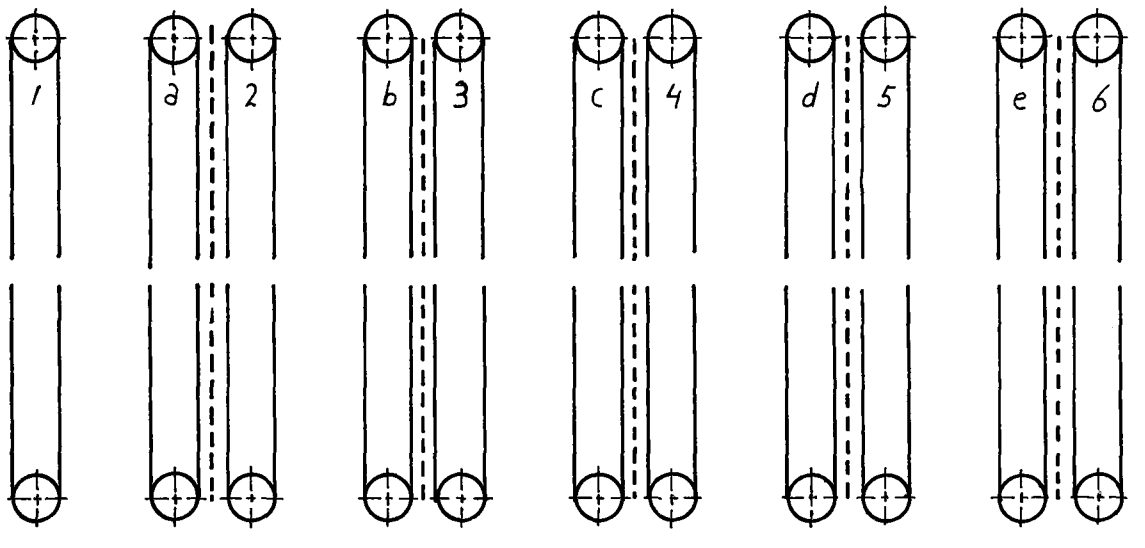


Fig.31b.

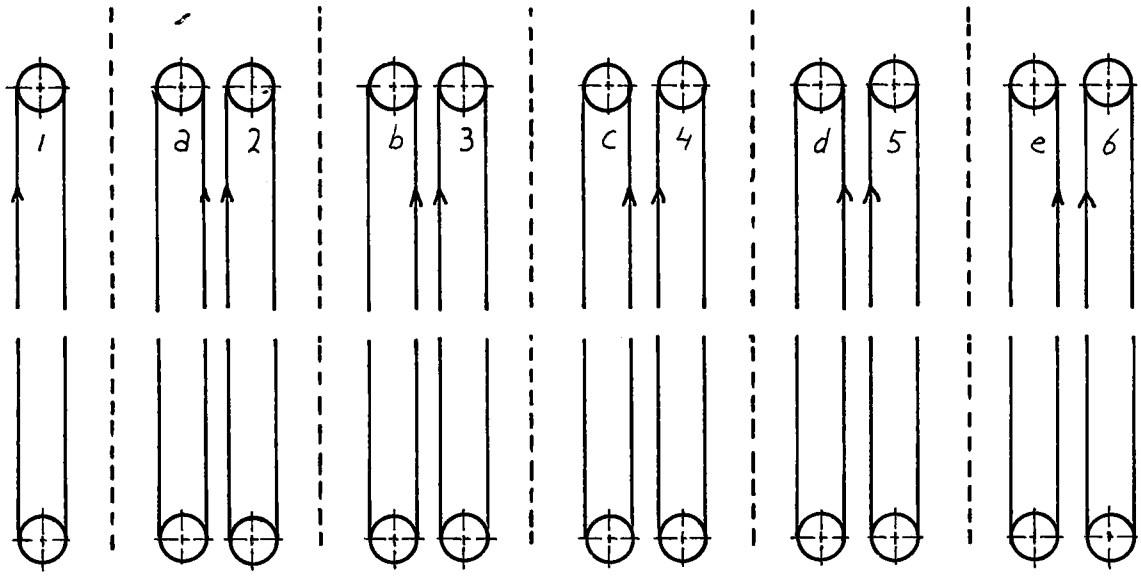


Fig.31c.

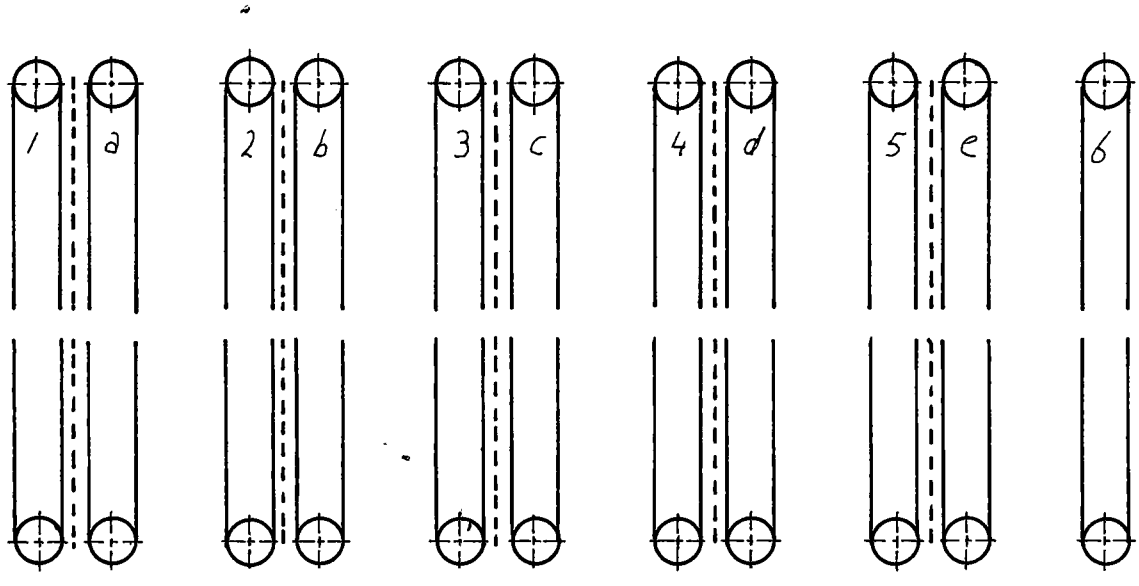


Fig.31d.

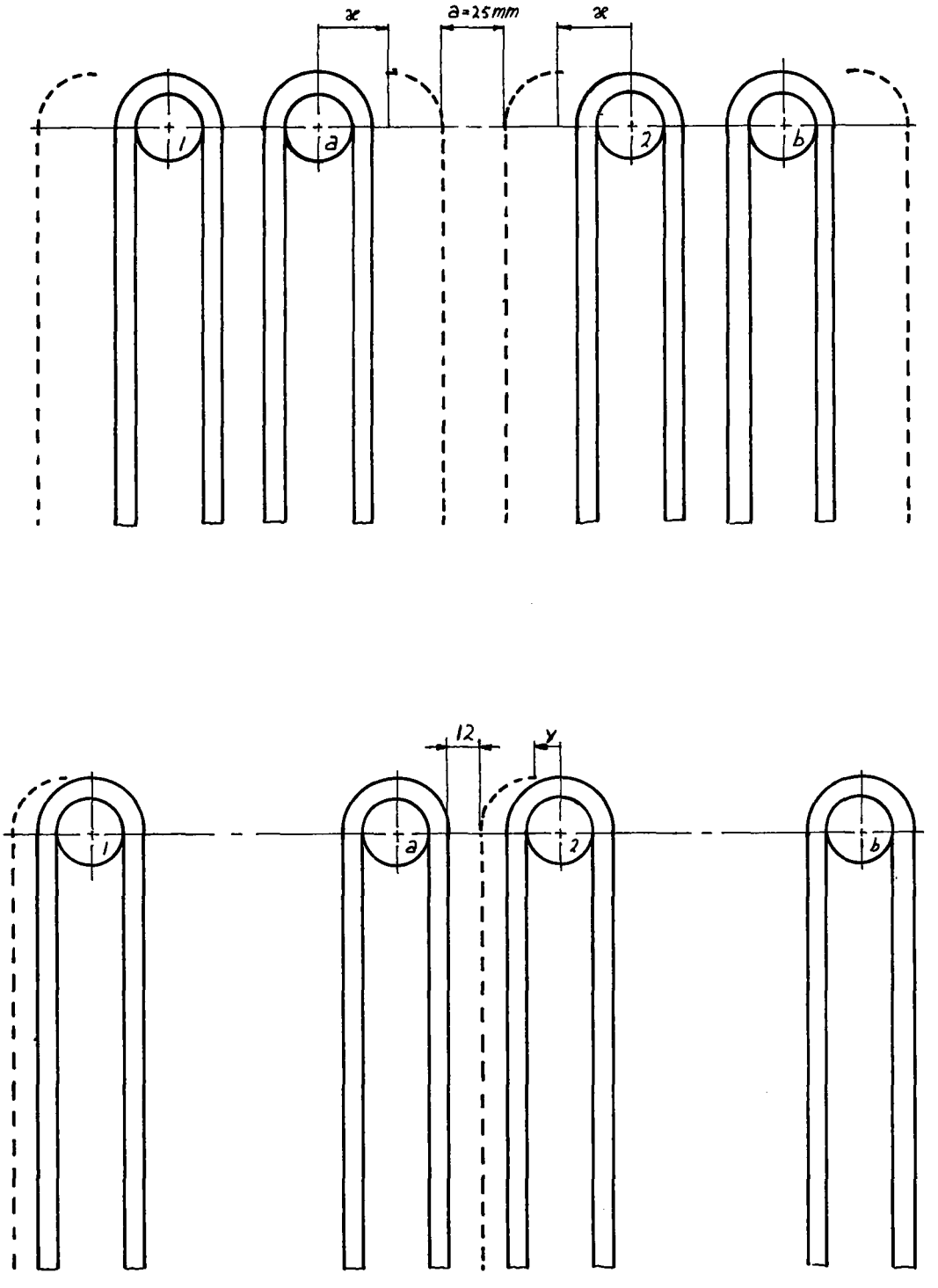


Fig.32.

We verplaatsen nu de banden 1 en 2 over een afstand y naar links, zodat de afstand tussen de banden 13 mm wordt en de champignonsteel wordt vastgeklemd.
Het verplaatsen van de transportbanden kan op de volgende manieren worden gerealiseerd.

fig. 33a. Banden 1, 2, 3, 4, 5 en 6 evenals banden a, b, c, d en e kunnen onafhankelijk van elkaar t.o.v. vaste wereld verplaatst worden.

fig. 33b. Banden 1, 2, 3, 4, 5 en 6 kunnen verplaatst worden t.o.v. banden a, b, c, d en e, die op hun beurt veplaatst kunnen worden t.o.v. de vaste wereld.

Aangezien de transportbanden wanneer ze de champignons hebben vastgeklemd allen of naar rechts of naar links moeten worden verplaatst verdient de laatste oplossing de voorkeur.
Raamwerk II kan in dat geval worden verplaatst, terwijl I t.o.v. II niet verplaatst wordt. Wanneer de banden zich naar de zuigeenheden bewegen, verplaatst I wel t.o.v. II.

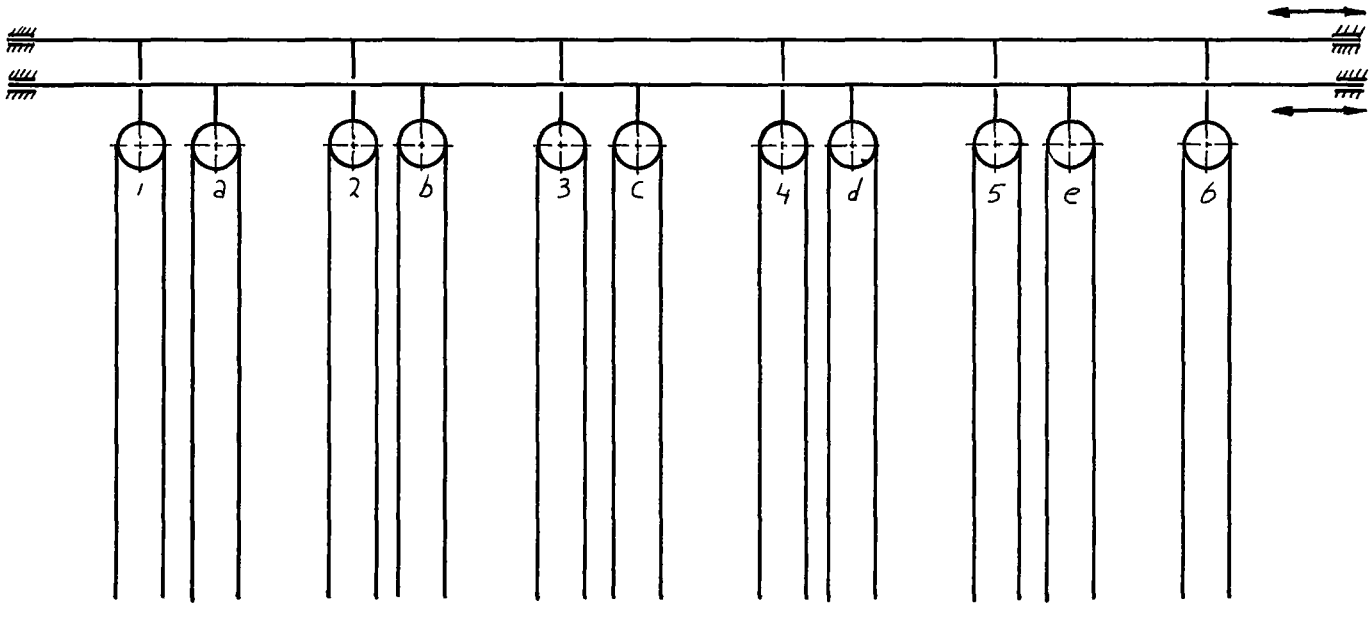


Fig.33a.

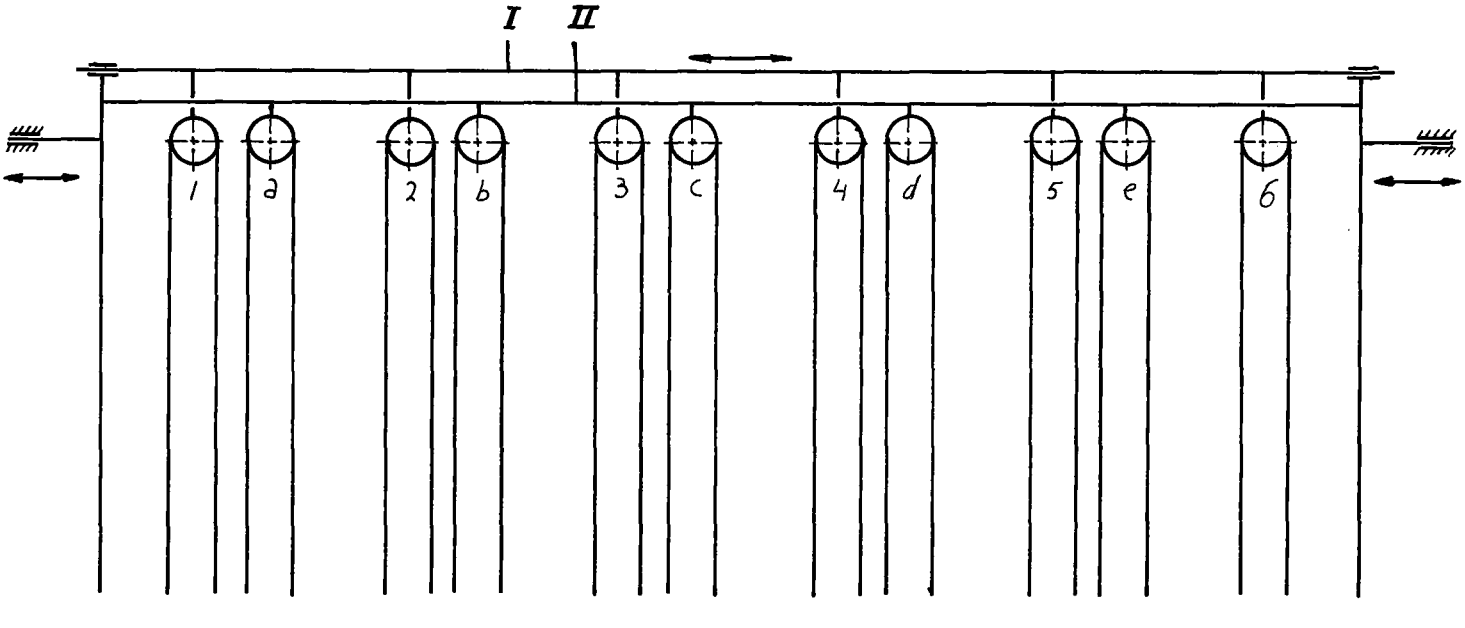


Fig.33b.

5. Het afsnijden van de champignonvoet.

Voor het afsnijden van de voetjes gelden de volgende kwaliteitseisen:

1. De voetjes moeten recht afgesneden zijn.
2. De steel mag niet langer zijn dan $1\frac{1}{4}$ cm.
3. De beschadiging moet minimaal zijn.

Zoals blijkt uit fig. 34 kunnen we aan voorwaarde 2 voldoen door het snijvlak van een mes $1\frac{1}{4}$ cm onder de transportband aan te brengen.
Er zijn nu echter verschillende mogelijkheden om de voetjes af te snijden:

fig. 35a. Twee roterende messen onder de transportband.
fig. 35b. Twee messen die een snijbeweging maken loodrecht op de transportrichting.
fig. 35c. Een stilstaand mes onder de transportband.
fig. 35d. Een snel roterend mes onder de transportband.

ad. a. Wanneer we de voetjes goed willen afsnijden is het nodig dat de messen elkaar overlappen. Dit heeft tot gevolg dat het voetje niet recht wordt afgesneden.
ad. b. Tijdens het afsnijden staat de champignon stil, terwijl de transportband loopt, dit zal ongetwijfeld beschadiging betekenen.
ad. c. Wanneer de klemkracht voldoende groot is zonder dat de champignons beschadigd worden kan deze methode worden toegepast.
ad. d. Deze methode is enigszins te vergelijken met methode c. Nu zorgt echter de rotatie van het mes voor een extra snijbeweging. Bovendien wordt de champignon door het roterend mes meegenomen.

Naar aanleiding van enkele eenvoudige proeven die duidelijk in de richting van oplossing d duidden, is besloten uit te gaan van een snel roterend mes.

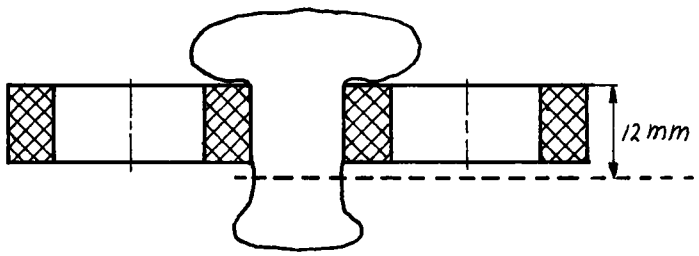
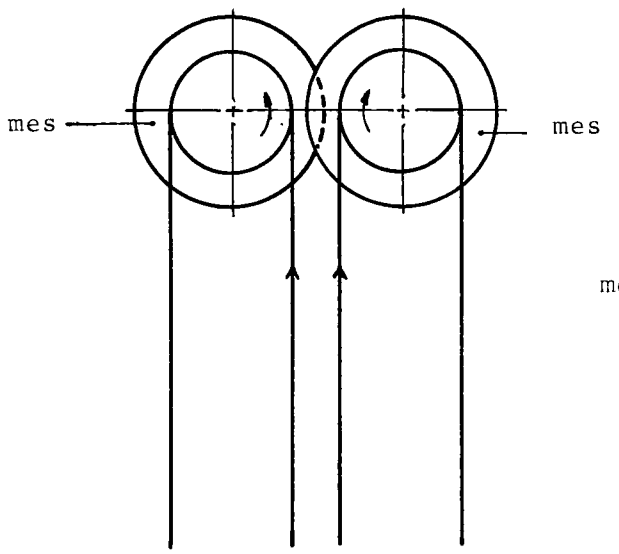
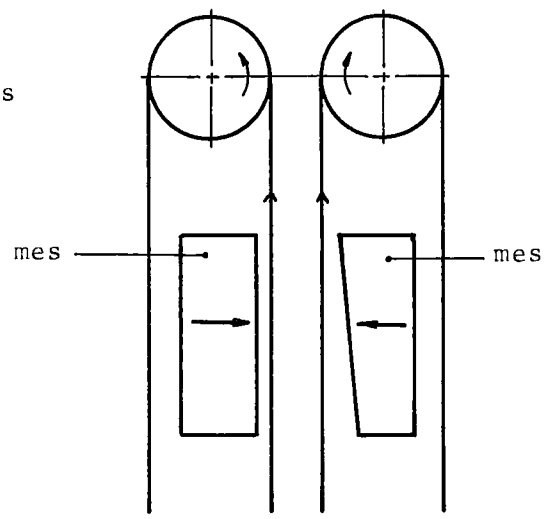


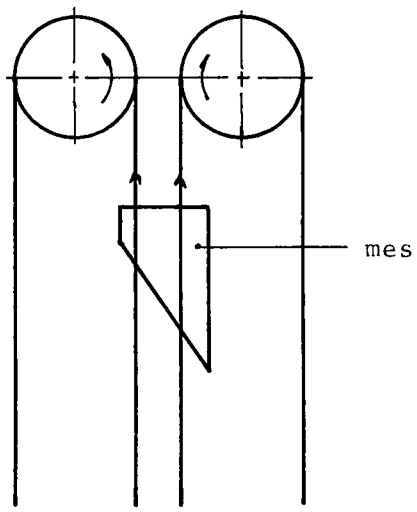
Fig.34.



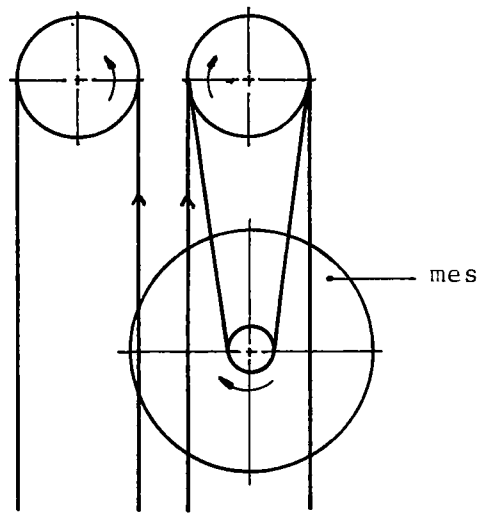
(a)



(b)



(c)



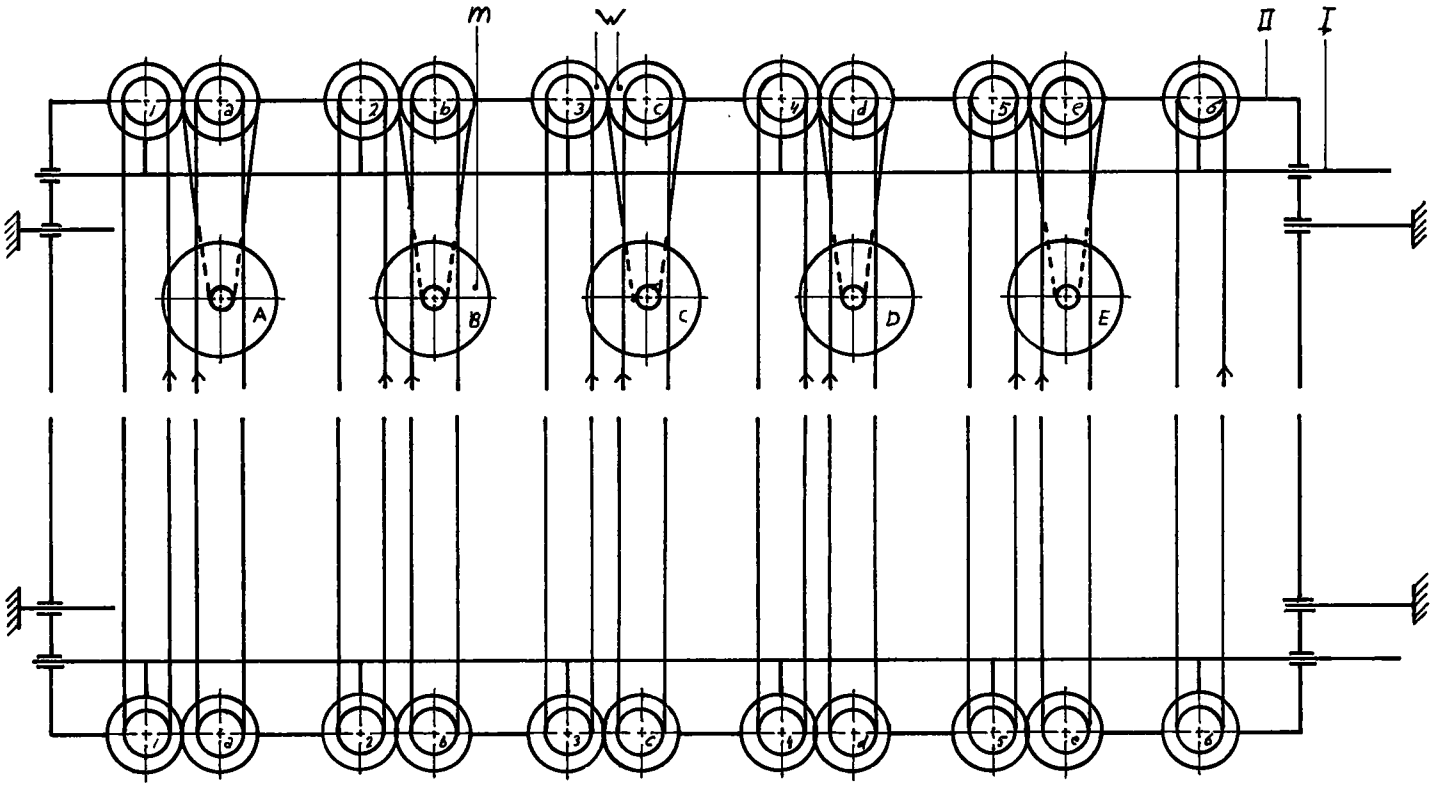
(d)

Fig.35.

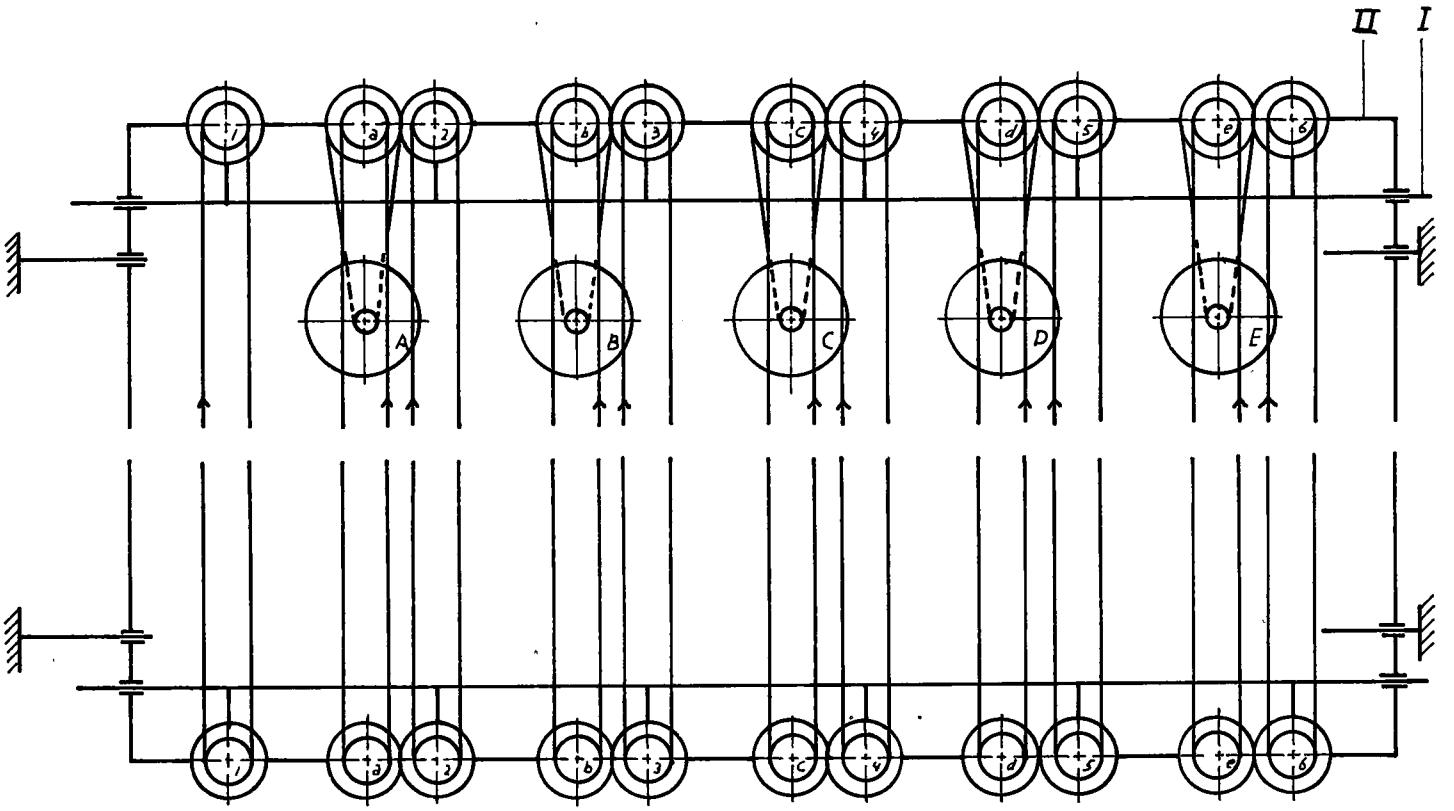
6. De aandrijving van de transportbanden en messen.

In fig. 31 zagen we dat de 11 transportbanden in positie a en c de champignons afvoeren. Wanneer de banden in deze positie staan moeten ze aangedreven worden. Bovendien moeten de messen die de voetjes afsnijden aangedreven worden. Voor de aandrijving van de 11 transportbanden en de messen is de volgende oplossing gevonden (fig. 36):

De rollen a, b, c, d en e bevinden zich op raamwerk II. We noemen dit de vaste rollen. De rollen 1, 2, 3, 4, 5 en 6, de losse rollen, bevinden zich op stang I. We drijven nu de vaste rollen aan terwijl de losse rollen d.m.v. wrijvingswielen w worden meegenomen. In beide getekende posities (afvoerposities) drukken de wrijvingswielen tegen elkaar. We moeten er wel op toe zien, dat de draairichting van de vaste rollen in de ene positie tegengesteld is aan die in de andere positie.
Voor het afsnijden van de voetjes kunnen we volstaan met vijf messen. De messen A, B, C, D en E bewegen met het raamwerk II mee en worden via een overbrenging aangedreven door de vaste rollen. Bij de constructieve uitvoering is als overbrengingselement een O-ring genomen, die tegelijkertijd wordt gebruikt als wrijvingsoverbrenging tussen de rollen w. We kunnen nu de vijf messen zo dimensioneren dat ze in beide afvoerposities kunnen functioneren d.w.z. Mes A snijdt in positie a de voetjes af van de champignons die worden afgevoerd door de banden 1 en a. In positie b snijdt mes B de voetjes af van de champignons die worden afgevoerd door de banden a en 2. De andere messen werken identiek.



a



c

Fig.36.

7. Beschrijving van de oogstmachine.

Zie fig. 37 en tekening (bijlage):

1. De 176 zuigeenheden 4 die bevestigd zijn in plaat 2 worden door cilinder C5 naar beneden bewogen. Via de vijf aanzuigkanalen 1 wordt vacuum gezogen.
2. In de onderste stand worden de champignons vastgezogen en losgedraaid. Zoals eerder beschreven zorgen vijf electromotoren 3 ervoor, dat de zuigeenheden de champignons losdraaien.
3. De zuigeenheden worden nu door cilinder C5 omhoog getrokken.
4. Wanneer de zuigeenheden in hun bovenste stand zijn wordt de kist 8 mm doorgezet. De vaste rollen 12 die zich op raamwerk 9 bevinden, worden door cilinder C1 naar de zuigeenheden verplaatst. Het raamwerk verplaatst zich t.o.v. het frame 5 (vaste wereld) langs vier geleidingsassen 7. De losse rollen 10 die zich op de stangen 8 bevinden worden door de cilinders C3 naar de zuigeenheden verplaatst. De stangen glijden in de bussen 6. Pen 14 borgt de stang tegen draaiing.
   De afstand tussen de transportbanden is nu 25 mm.
5. Het vacuumzuigen wordt stopgezet, zodat de champignons tussen de transportbanden vallen.
6. Cilinder C2 verplaatst de transportbanden naar de ruimten tussen de rijen zuigeenheden (getekende positie). Door het verplaatsen van raamwerk 9 worden namelijk zowel de vaste als de losse rollen verplaatst. Ondertussen zorgt cilinder C4 dat de onderlinge afstand tussen de transportbanden wordt teruggebracht van 25 mm tot 13 mm. De losse rol drukt nu via de O-ring 11 tegen de vaste rol.
7. De vaste rollen worden via een ketting aangedreven door motor 15 (rechts- of linksom).
   Via de vijf aanzuigkanalen mag weer vacuum worden gezogen. De zuigeenheden gaan naar beneden en plukken de volgende champignons.

De totale tijd benodigd voor de hierboven beschreven plukcycles wordt geschat op $\pm$ 6 sec:

1. Voor het naar beneden gaan van de zuigeenheden is een tijd

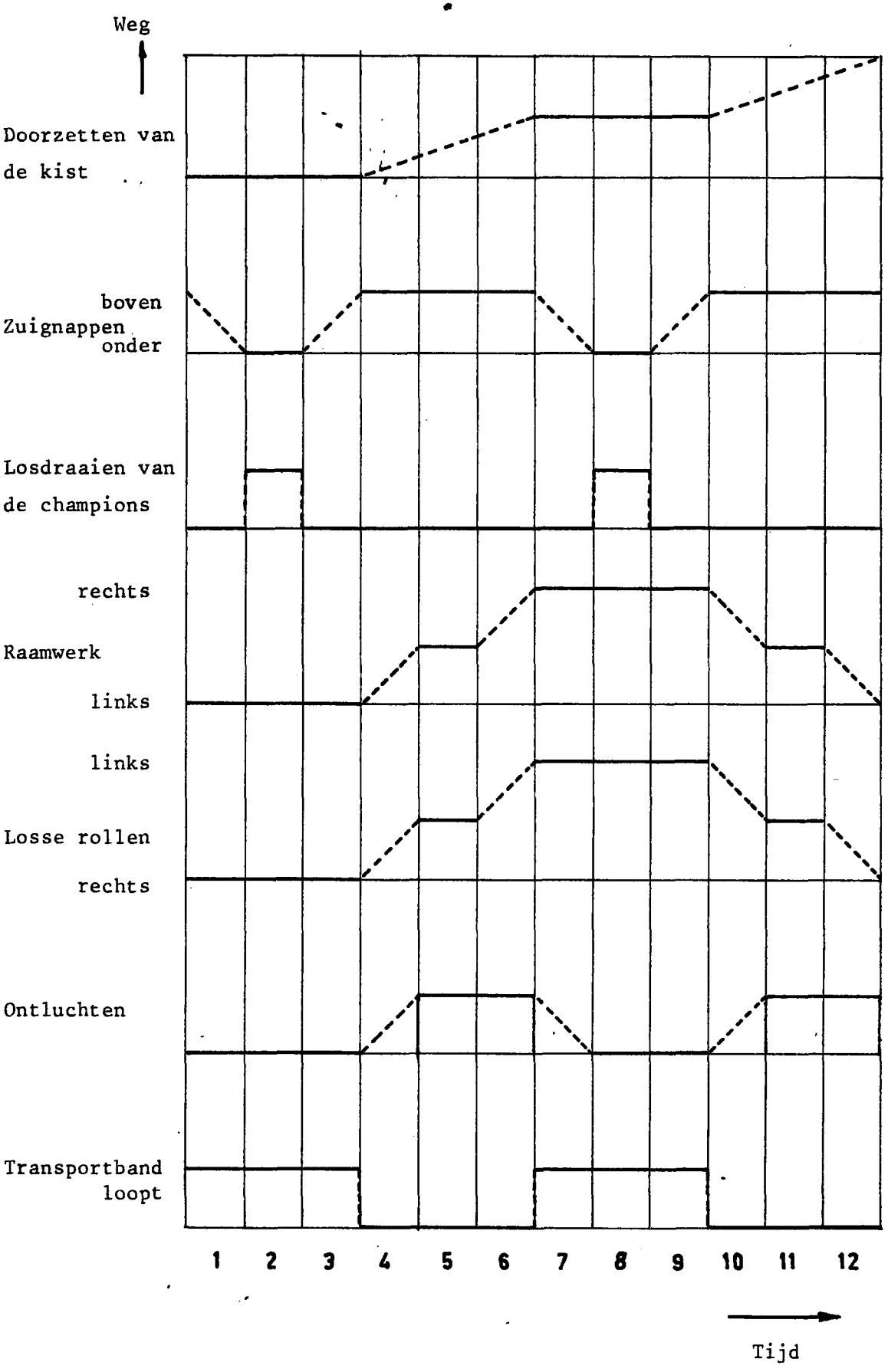

Weg
Doorzetten van de kist
boven
Zuignappen
onder
Losdraaien van de champions
rechts
Raamwerk
links
links
Losse rollen
rechts
Ontluchten
Transportband loopt
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
Tijd

Fig.37.

nodig van 2 sec, aangezien de snelheid waarmee de zuigeenheid de champignon raakt niet te groot mag zijn (i.v.m. beschadiging).

2. Voor het losdraaien is 1 sec genomen. Dit mag niet te snel gebeuren i.v.m. afrukken van de champignonhoed. Het losdraaien kan bovendien nog gedeeltelijk gecombineerd worden met het omhooggaan van de zuigeenheden.
3. Voor de beweging van de zuigeenheden naar boven is 1 sec genomen.

4, 5, 6. Voor het verplaatsen van de transportbanden is de benodigde tijd geschat op 2 sec.

De tijd die beschikbaar is voor de afvoer via de transportbanden is $\pm$ 4 sec (periode 7, 8 en 9).

8. Vergelijking oogstmachine - pluksters.

Zoals we gezien hebben is de geschatte tijd benodigd voor één plukcyclus 6 seconden. Voor het plukken van één kist zijn 175 plukcycli nodig (140 cm = 175 x 8 mm).
Dit betekent dat we in 17,5 minuten een teeltoppervlak van 2 m^2 (140 cm x 140 cm) plukken. Ongeacht het aantal champignons die geplukt moeten worden is de pluktijd per m^2 → 8 min 45 sec.

De pluktijd van een plukster per m^2 is daarentegen wel afhankelijk van het aantal champignons die geplukt moeten worden. Dit volgt uit de onderstaande tabel:

		pluktijd per m^2
eerste vlucht	1e dag	9 min 15 sec
	2e dag	18 min 30 sec
	3e dag	9 min 15 sec
tweede vlucht	1e dag	8 min 20 sec
	2e dag	16 min 40 sec
	3e dag	8 min 20 sec
derde vlucht	1e dag	5 min 15 sec
	2e dag	10 min 30 sec
	3e dag	5 min 15 sec
vierde vlucht	1e dag	3 min 25 sec
	2e dag	6 min 50 sec
	3e dag	3 min 25 sec
vijfde vlucht	1e dag	2 min
	2e dag	4 min
	3e dag	2 min
zesde vlucht	1e dag	1 min 33 sec
	2e dag	3 min 6 sec
	3e dag	1 min 33 sec

Een nauwkeurige berekening zal moeten uitwijzen in hoeverre de machinale oogst een haalbare kaart is.
Aangezien een groot bedrijf iedere week een eerste, tweede, derde, vierde, vijfde en zesde vlucht moet plukken is het natuurlijk ook mogelijk de machine voor bepaalde vluchten te gebruikcken, terwijl de pluksters de rest van de vluchten

plukken.
Nemen we nu even aan dat de plukmachine ƒ 15.000,-- kost. Gaan we er verder van uit dat we één persoon nodig hebben die meerdere plukmachines in de gaten houdt. Wanneer we verder de plukprestaties van de machine en de pluksters vergelijken dan moeten we concluderen dat het machinaal plukken haalbaar moet zijn.
Een belangrijk aspect is bovendien, dat het steeds moeilijker wordt om voldoende pluksters te krijgen.

9. Het schakelschema.

Het starten van de opeenvolgende bewegingen wordt gerealiseerd door 7 elektrische eindstandschakelaars (volgorde schakeling).

Zie fig. 38 a en b en fig. 39:
Wanneer de zuigunit in de onderste stand komt, wordt schakelaar Sk2 ingedrukt. Sk2 bedient rechtstreeks 5 elektromotoren M1 die er voor zorgen dat de champignons worden losgedraaid. Een moment later wordt schakelaar Sk3 ingedrukt. Sk3 bedient een pneumatisch ventiel V1, dat zorgt dat de zuigunit door cilinder C5 omhoog wordt getrokken.
Wanneer de zuigunit in de bovenste stand komt wordt schakelaar Sk1 ingedrukt.
Schakelaar Sk1 geeft het signaal af dat de kist 8 mm moet worden doorgezet.
Wanneer Sk1 is ingedrukt mag het afvoeren van de champignons beginnen. Een schakeling met schakelaars Sk1, Sk4, Sk5, twee houdrelais R1, R2 en een pneumatisch ventiel V2 zorgt dat de cilinders C1 en C3 de transportbanden naar de champignons toe brengen. Met deze schakeling wordt gesignaleert in welke positie de transportbanden zich bevinden zodra de zuigunit boven komt. Dit signaal wordt vastgehouden en bedient het ventiel V2 dat de cilinders C1 en C3 bekrachtigd.
Schakelaar Sk1 bedient klep V3 die de vijf aanzuigkanalen van de plukunit verbindt met de buitenlucht, zodat de champignons worden losgelaten.
Wanneer de cilinders C3 en C1 de transportbanden naar de zuigeenheden hebben verplaatst wordt schakelaar Sk6 of Sk7 ingedrukt. Deze schakelaars bedienen het pneumatisch ventiel V4 dat cilinders C2 en C4 bekrachtigt. C2 zorgt dat de transportbanden met champignons in de andere afvoerpositie worden gebracht. C4 zorgt dat de champignonsteel tussen de transportbanden wordt geklemd.
De motor M2 die de transportbanden aandrijft wordt ingeschakeld wanneer Sk4 of Sk5 wordt ingedrukt, dus wanneer de transportbanden zich in de afvoerpositie bevinden. Relais R3 en R4 zorgen ervoor dat de motor links of rechtsom draait (draaistroommotor).

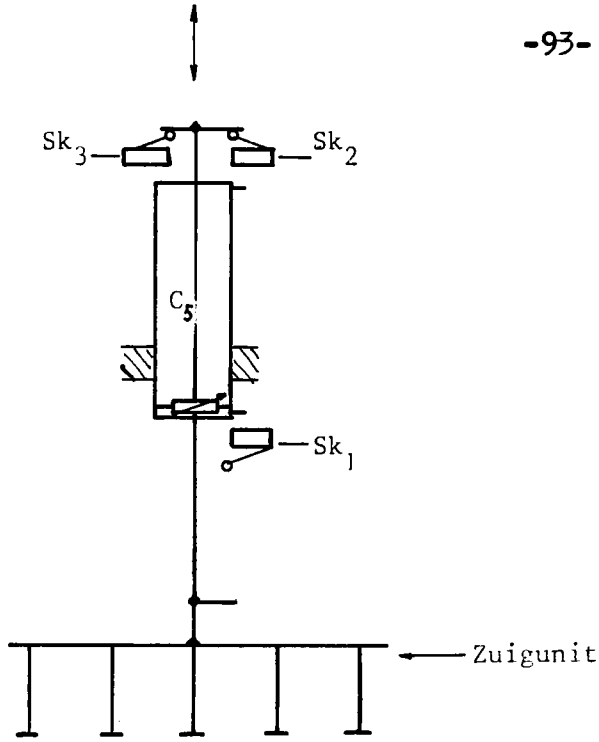


Fig.38a.

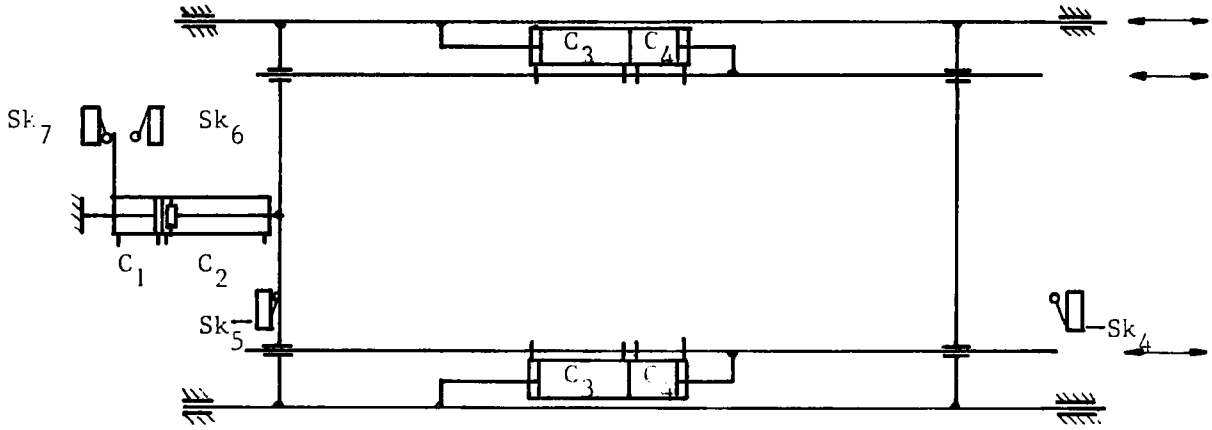
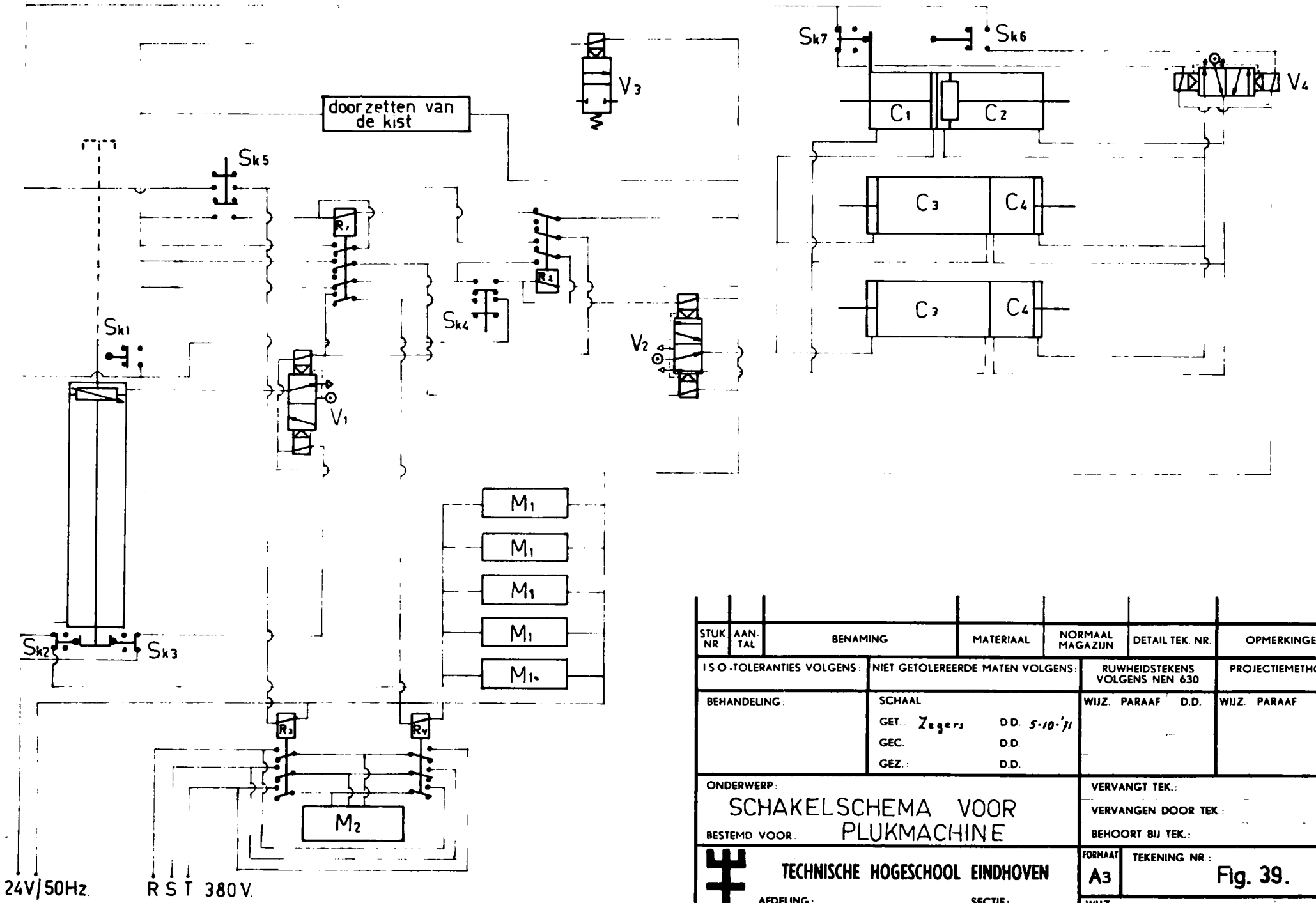


Fig.38b.



STUK NR	AANTAL	BENAMING	MATERIAAL	NORMAAL MAGAZIJN	DETAIL TEK. NR.	OPMERKINGEN

ISO-TOLERANTIES VOLGENS:	NIET GETOLEREERDE MATEN VOLGENS:	RUWHEIDSTEKENS VOLGENS NEN 630	PROJECTIEMETHODE:
BEHANDELING:	SCHAAL GET. Zegers DD. 5-10-'71 GEC. DD. GEZ.: DD.	WIJZ. PARAAF D.D.	WIJZ. PARAAF D.D.

ONDERWERP:
SCHAKELSCHEMA VOOR PLUKMACHINE
BESTEMD VOOR:

VERVANGT TEK.:
VERVANGEN DOOR TEK.:
BEHOORT BIJ TEK.:

TECHNISCHE HOGESCHOOL EINDHOVEN
AFDELING: SECTIE:

FORMAAT A3
TEKENING NR: Fig. 39.
WIJZ.

Een schakeling met schakelaars Sk4, Sk5, relais R1, R2 signaleert wanneer de transportbanden van de ene naar de andere afvoerpositie zijn verplaatst (wanneer Sk4 en Sk5 ingedrukt zijn geweest). Dit signaal bedient ventiel V1 dat cilinder C5 ontlucht waardoor de zuigunit naar beneden zakt.
Wanneer de zuigunit in de onderste positie komt herhaalt zich de gehele cyclus.

Berekeningen.

1. De zuigeenheid.

Zoals we reeds eerder hebben gezien, moet het gewicht van het schuivend gedeelte van de zuigeenheid worden gecompenseerd (i.v.m. beschadiging van de champignon).

Fig. 24.
Het gewicht van pijp c en plukkop d met toebehoren moet gecompenseerd worden door het vacuum in de ruimte i. De absolute druk die in de ruimte i heerst is 0,85 atm. Deze absolute druk is ruim voldoende om de champignon vast te zuigen (zonder noemenswaardige beschadiging).
De buitendiameter van pijp c is 10 mm, zodat de kracht naar boven t.g.v. het vacuum 118 grf bedraagt.
Het gewicht van pijp c en zuigkop d met toebehoren:

Pijp c	buitendiameter	10 mm	
	binnendiameter	7 mm	→ volume 3324 mm^3
	lengte	83 mm	

Nemen we een stalen pijp dan is het gewicht 26,1 grf.
Zuigkop d: volume 30.806 mm^3.
Nemen we een aluminium kop dan is het gewicht 84,9 grf.
In deze aluminium kop schuiven taster h en meeneempen g. Teneinde te voorkomen dat het aluminium gaat vreten t.g.v. deze schuifbewegingen, wordt de aluminium kop geëloxeerd terwijl de taster en pen van brons worden gemaakt.
Taster h en meeneempen g: volume 2405 mm^3.
Nemen we brons dan is het gewicht 21 grf.

Het gewicht van de gehele zuigeenheid met verwaarlozing van enkele lichte "dingen" is 132 grf.
De kracht t.g.v. het vacuum in de ruimte i was 118 grf, zodat het overgrote gedeelte van het gewicht van de zuigeenheid wordt gecompenseerd.

2. Motor voor de aandrijving van de transportbanden.

De tijd die beschikbaar is voor het afvoeren van de champignons

over 140 cm is 4 sec (zie blz).
De snelheid moet minimaal zijn: $V = \frac{14}{40} \frac{m}{sec} = 0,35 \frac{m}{sec}$.
Neem een iets grotere snelheid $V = 0,42 \frac{m}{sec}$.
De straal van de transportbandrol r = 10 mm.
Het toerental van de rol $n = \frac{v}{2\pi r} = 400 \frac{omw}{min}$.
Geschat moment per rol voor de aandrijving van transportband M = 0,02 kgfm.
Vermogen per rol $Mw = 0,84 \frac{kgfm}{sec}$.
Vermogen voor 10 rollen = $8,4 \frac{kgfm}{sec} \approx 84$ watt.
We hebben verder nog een bepaald vermogen nodig om de messen aan te drijven.
De motor moet zowel links- als rechtsom kunnen draaien (i.v.m. twee afvoerposities van de transportbanden).
Gekozen is uiteindelijk een Grosekopp draaistroommotor.
Gegevens: type DM 90-60 K, toerental 2800 $\frac{omw}{min}$,
vermogen 120 watt.
Verder is een bijbehorende wormwielkast genomen van het type E5a met een overbrenging 7:1.

3. Motor voor het losdraaien van de champignon.

Geschat moment voor het losdraaien van één champignon
$M = 3 \times 10^{-3}$ kgfm.
Draaisnelheid van de zuignap $n = 1 \frac{omw}{sec}$
Eén motor verzorgt de draaiing van één rij zuignappen.
Vermogen voor één rij zuignappen (35 stuks) indien alle zuignappen een champignon losdraaien Mw = 3,24 watt.
Gekozen is de volgende synchroonmotor:
Philips MFW 3-81-65 type 9904-111-06531.
Gegevens: vermogen 5 watt, toerental 250 $\frac{omw}{min}$
voeding 24V-50 Hz.
Bovendien is de volgende tandwielkast genomen
Philips MFW 3-81-65 type 9904-130-01001 met een overbrenging 25:6.

4. Bevestiging van de losse rollen.

Zie tek 318-10 (bijlage).

Zoals we gezien hebben worden de losse rollen 10 door de vaste rollen 12 aangedreven via een O-ring 11. De losse rollen bevinden zich op een stang 8 die t.o.v. de vaste rollen kan verschuiven. Door het verschuiven van deze stang worden vijf losse rollen tegelijk tegen vijf vaste rollen aangedrukt. Teneinde niet al te hoge eisen aan fabricage en montage te stellen i.v.m. gelijke aandrukkracht tussen de rollen zijn de losse rollen via een bladveer 13 met de stang verbonden.
Berekening van de bladveer (zie fig. 40).
Ten gevolge van de spankracht van de transportbanden werkt er permanent een kracht K op de losse rol. De aandrukkracht tussen de rollen is P.
De verplaatsing van de stang t.o.v. de losse rol t.g.v. de doorbuiging van de veer is f2 = f1 + l.Q.
Ter plaatse van I werkt behalve de dwarskracht P een moment $M = Pl + K(f2-f1)$.
Gekozen is een bladveer met een dikte van 0,7 mm. de breedte is 18 mm, de lengte is 10 mm.

$$f1 = \frac{Ml^2}{2EJ} + \frac{Pl^3}{3EJ} \qquad Q = \frac{Ml}{EJ} + \frac{Pl^2}{2EJ}$$

Aangenomen wordt K = 10 kgf.

Bij een verplaatsing f2 = 5 mm is de aandrukkracht P = 2,35 kgf.
Bij een verplaatsing f2 = 2,2 mm is de aandrukkracht P = 1 kgf.
We zullen de cilinders C3 en C4 zo dimensioneren dat de verplaatsing van de stang met losse rollen t.o.v. het raamwerk met vaste rollen zodanig is dat de bladveren 5 mm worden doorgebogen.

Knikberekening: Toelaatbare drukspanning $\overline{T}d = 6,0 \frac{kgf}{mm^2}$

Werkelijke drukspanning $T = 0,8 \frac{kgf}{mm^2}$

5. Cilinders voor de verplaatsing van de losse rollen.

Zoals we gezien hebben verzorgen de cilinders C3 en C4 de beweging van de losse rollen t.o.v. de vaste rollen.
Cilinder C3 brengt de losse rollen naar de zuigeenheden toe,

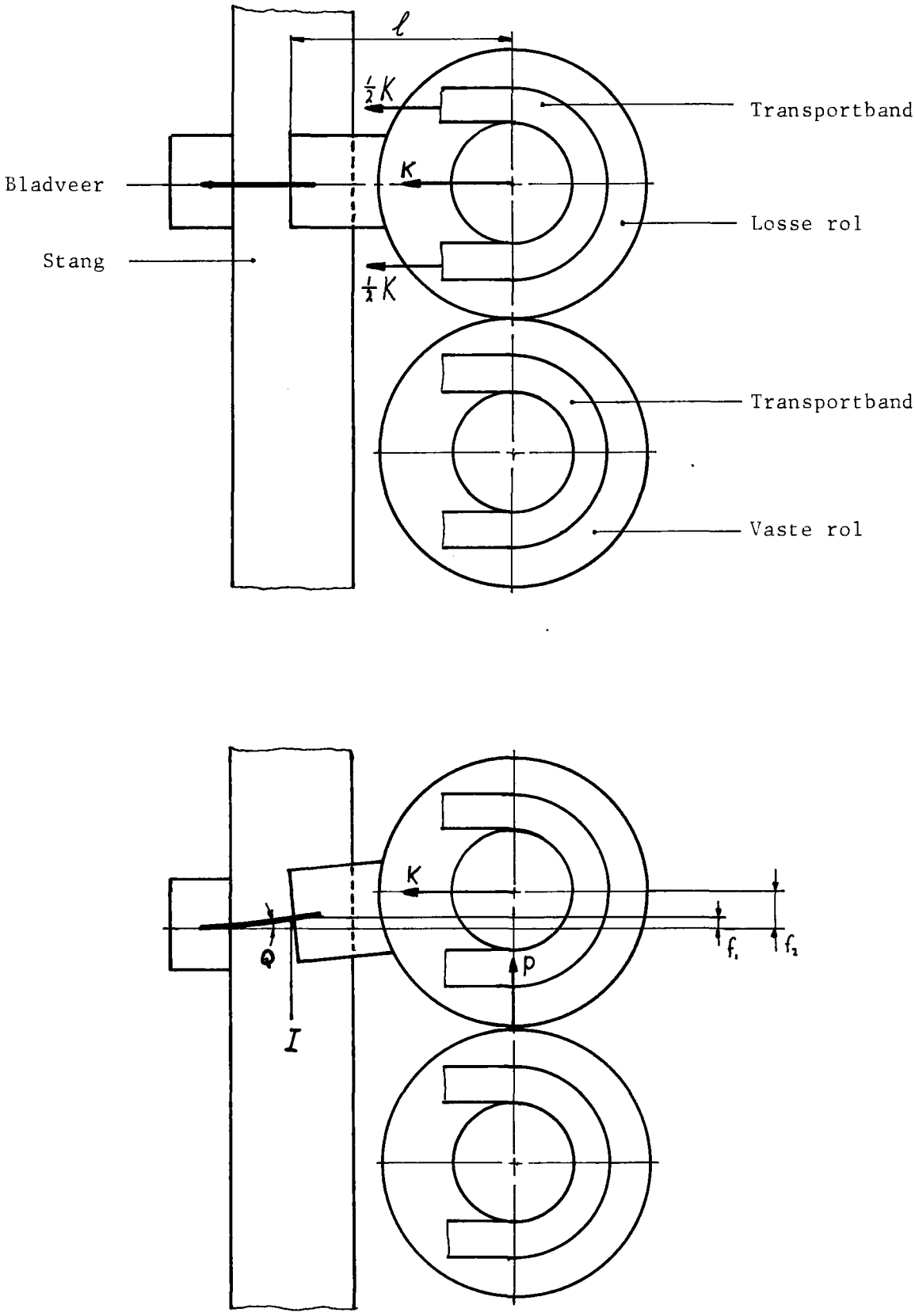

l
½K
K
½K
Bladveer
Stang
Transportband
Losse rol
Transportband
Vaste rol
K
Q
I
P
f1
f2

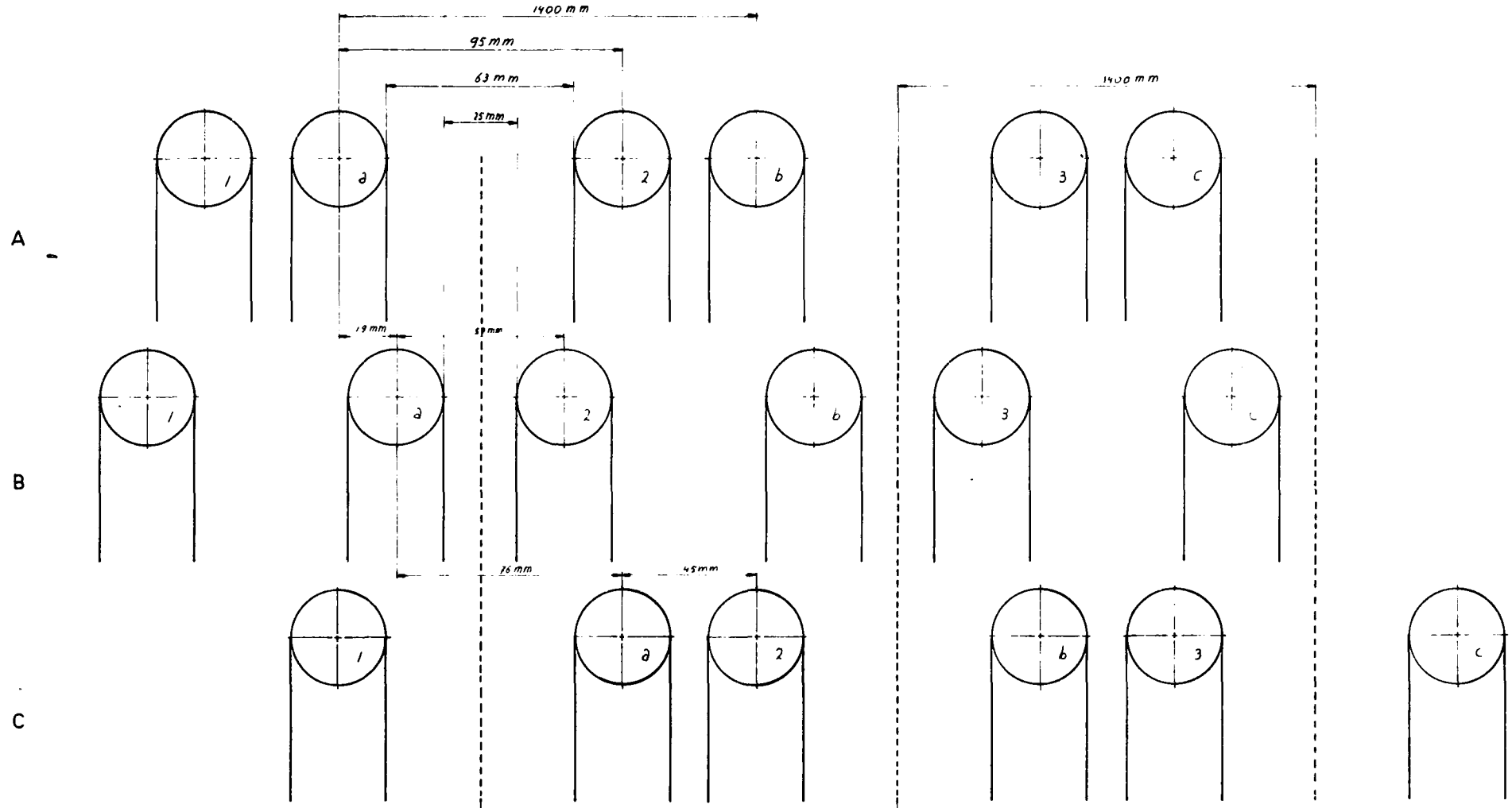
Fig.40.

zodanig dat de onderlinge afstand tussen de transportbanden 25 mm wordt.
Cilinder C4 zorgt dat de onderlinge afstand van de transportbanden van 25 mm wordt teruggebracht naar 13 mm, zodat de champignons tussen de transportbanden worden geklemd.
In fig. 41 is de verplaatsing van de vaste en losse rollen aangegeven.
Cilinder C3 brengt de losse rollen 1, 2, 3, etc. van positie A naar positie B. De verplaatsing van de losse rollen t.o.v. de vaste rollen is 38 mm. De verplaatsing van de stang waaraan de losse rollen bevestigd zijn is 43 mm i.v.m. de 5 mm doorbuiging van de bladveren in positie A. Zoals we gezien hebben wordt de bladveer waarmee de losse rollen bevestigd zijn 5 mm doorgebogen teneinde een goede aandrukkracht tussen de losse en vaste rollen te bewerkstelligen (in positie A en C).
Cilinder C4 brengt de losse rollen 1, 2, 3, etc. van positie B naar positie C. De verplaatsing t.o.v. de vaste rollen is 12 mm. De verplaatsing van de stang waaraan de losse rollen bevestigd zijn is 17 mm i.v.m. de 5 mm doorbuiging van de bladveer in positie C.

De kracht die nodig is om de stang te verplaatsen:

1. Wrijvingskracht t.p.v. de pen 14 (tek.318-12) die de stang tegen draaiing borgt. Het moment op de stang t.g.v. de spankracht van de transportbanden wordt opgevangen door deze pen. Nemen we aan dat de spankracht per transportband 10 kgf is dan is de wrijvingskracht t.p.v. de pen ± 32 kgf.
2. Wrijvingskracht t.p.v. de schuifbus 6 (tek.318-10) is ± 14 kgf. De wrijvingskracht in twee schuifbussen ± 28 kgf.
3. De aandrukkracht tussen de 5 losse en vaste rollen is in totaal ± 12 kgr.

De totaal benodigde kracht om de stang met rollen (gewicht ± 4 kgf) te verplaatsen is ± 72 kgf.



STUK NR	AANTAL	BENAMING	MATERIAAL	NORMAAL MAGAZIJN	DETAIL TEK. NR.	OPMERKINGEN
I.S.O.-TOLERANTIES VOLGENS:		NIET GETOLEREERDE MATEN VOLGENS:		RUWHEIDSTEKENS VOLGENS NEN 630		PROJECTIEMETHODE:
BEHANDELING:		SCHAAL: 1:1		WIJZ. PARAAF D.D.		WIJZ. PARAAF D.D.
		GET.: Zagers D.D. 11-10-'82				
		GEC.: D.D.				
		GEZ.: D.D.				
ONDERWERP: VERPLAATSING VAN DE TRANSPORTBANDEN				VERVANGT TEK.:		
BESTEMD VOOR:				VERVANGEN DOOR TEK.:		
				BEHOORT BIJ TEK.:		
TECHNISCHE HOGESCHOOL EINDHOVEN				FORMAAT A2	TEKENING NR.: Fig. 41.	
AFDELING:		SECTIE:		WIJZ.		

Voor cilinders C3 zijn gekozen:
2 cilinders van Martonair, type 9175
Gegevens: dubbelwerkend, instelbare buffers
slag 43 mm, kracht bij uitgaande slag 93 kgf
kracht bij ingaande slag 81 kgf (bij 6 ato).
Voor C4 zijn cilinders gekozen van hetzelfde merk en type met een slag van 17 mm.

6. Cilinders voor de verplaatsing van de vaste rollen.

Zoals we gezien hebben verzorgen cilinders C1 en C2 de beweging van het raamwerk waarop de vaste rollen zich bevinden.
Cilinder C1 brengt de vaste rollen naar de zuigeenheid toe.
Cilinder C2 brengt de vaste + losse rollen in de afvoerpositie.
In fig. 41 is de verplaatsing van de vaste en losse rollen aangegeven.
Cilinder C1 brengt de vaste rollen 1, b, c, etc van positie A naar positie B. De slag die deze cilinder moet maken is 19 mm.
Cilinder C2 brengt de vaste rollen a, b, c, etc van positie B naar positie C. De slag die deze cilinder moet maken is 76 mm.

De kracht die nodig is om het raamwerk met een gewicht van $\pm$ 38 kgf te verplaatsen is $\pm$ 8 kgf (wrijvingskracht).
Teneinde de bewegingen voldoende snel te laten verlopen zijn voor C1 en C2 cilinders gekozen met een boring van $1\frac{1}{4}$ inch.

Voor cilinder C1 is gekozen:
cilinder van Martonair, type SRM 9125
Gegevens: dubbelwerkend, instelbare buffers
slag 19 mm, kracht bij uitgaande slag 47 kgf
kracht bij ingaande slag 40 kgf (bij 6 ato).
Voor C2 is een cilinder gekozen van hetzelfde merk en type met een slag van 76 mm.

7. Cilinder voor het verplaatsen van de zuigeenheden.

De zuigunit met 176 zuigeenheden wordt in vertikale richting verplaatst door cilinder C5. Het gewicht van de zuigunit is ± 120 kgf.
In fig. 27 zien we dat de zuignap voor het afvoeren van de champignons van niveau III naar niveau I moet worden gebracht. De slag van de cilinder moet zodoende 120 mm zijn.
T.b.v. de geleiding van de zuigunit in vertikale richting is gebruik gemaakt van een cilinder met doorlopende zuigerstang. Men heeft zodoende geen problemen t.a.v. het uitlijnen en schranken.
Belangrijk is verder dat de zuignap snel van niveau I naar niveau II wordt gebracht en langzaam van II naar III i.v.m. beschadiging van de champignons. De champignonhoed bevindt zich namelijk tussen niveau II en III. Een grote naderingssnelheid veroorzaakt beschadiging.

Gekozen is daarom een cilinder met extra lange bufferruimte aan één zijde.
Gegevens: Martonair, type M 1031
boring 3 inch, dubbelwerkend instelbare buffer, doorlopende zuigerstang, extra lange buffer aan één zijde, slag 120 mm, kracht bij in- en uitgaande slag ± 225 kgf (bij 6 ato).

8. Theoretische beschouwing over het vacuumzuigen.

Om iets te kunnen zeggen over de capaciteit van de vacuumpomp (t.a.v. pompvermogen en eindvacuum) moet de optredende lekstroom bekend zijn.

Volgens "Theorie und praxis der vakuumtechnik":
De leegpomptijd $t = \frac{V}{S_{th}} \ln \{\frac{P_o - A}{P - A}\}$

Hierin is: t = leegpomptijd
V = leeg te pompen volume
P_o = druk van de buitenlucht
P = druk in de ruimte ten tijde t
A = eindvacuum voor $t \to \infty$

Voor het eindvacuum ten tijde $t \to \infty$ geldt $A = P_E + \frac{J_{Ein}}{S_{th}}$

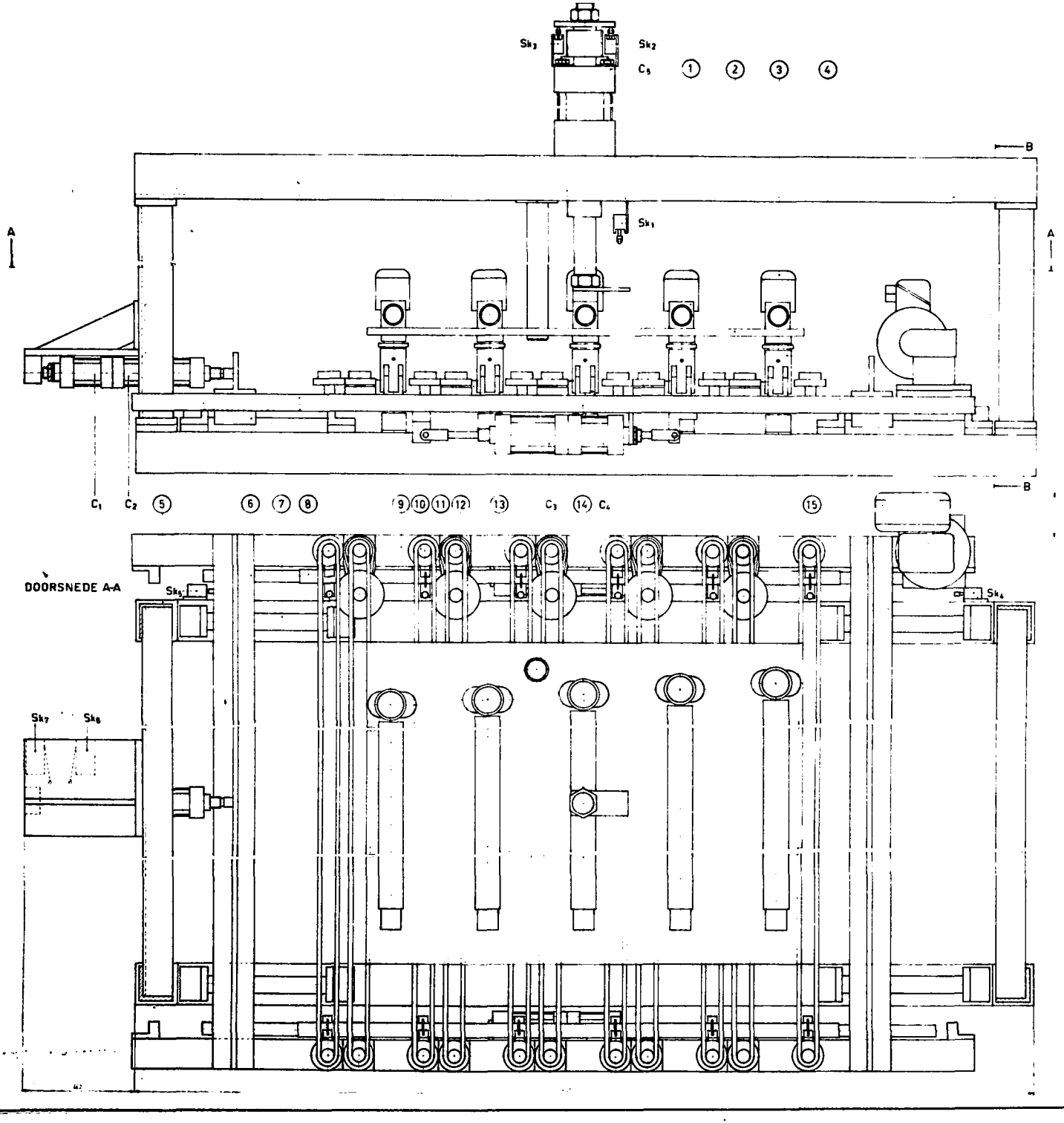
Hierin is P_E = eindvacuum van de pomp

J_{Ein} = lekstroom in $\frac{\text{Torr lit}}{\text{see}}$

Indien de lekstroom bekend is, is het mogelijk de benodigde capaciteit van de pomp te bepalen. Het is over het algemeen onmogelijk om iets over de lekstroom J_{Ein} te kunnen zeggen, omdat deze afhankelijk is van de configuratie van de lekstroomopening.

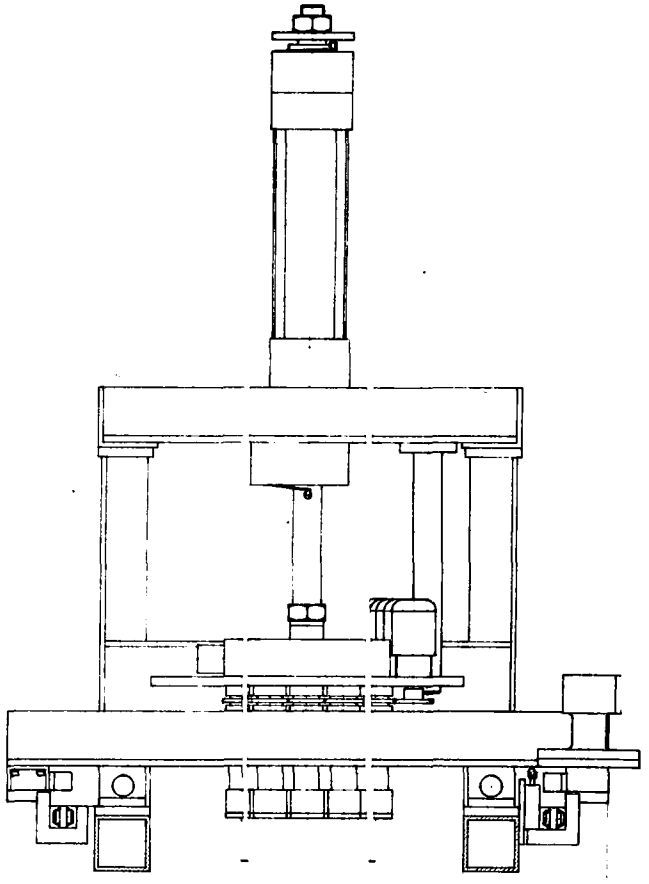
Literatuurlijst.

Bedrijfsmechanisatie 1	Prof.Ir. J. Erkelens
Moderne champignonteelt	P.J.C. Vedder
Harvesting practices	Cooke and Flegg
M.G.A. Bulletin 1961 no. 134	
The effect of harvesting procedures on yield J. Hort. Sci. 1971 no. 42	P. Flegg
De champignoncultuur 1969	
Theorie und Praxis der vakuumtechnik	M. Wutz



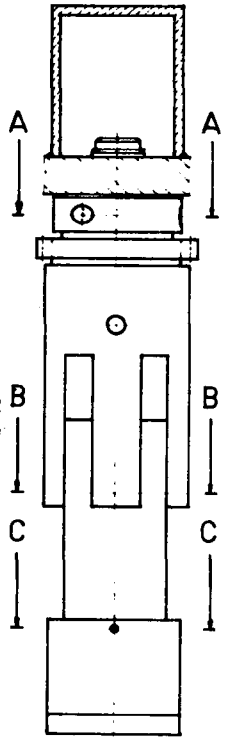
DOORSNEDE A-A

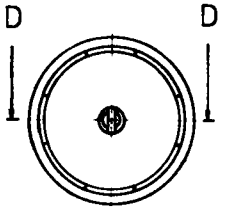
DOORSNEDE B-B



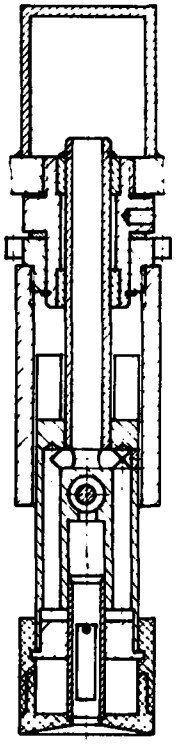
OOGSTMACHINE VOOR CHAMPIONS

A° 318-10

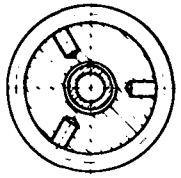




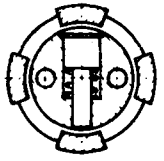
DOORSNEDE D-D



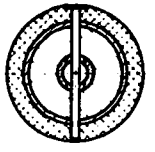
DOORSNEDE A-A



DOORSNEDE B-B



DOORSNEDE C-C



STUK NR	AAN-TAL	BENAMING	MATERIAAL	NORMAAL MAGAZIJN	DETAIL TEK NR	OPMERKINGEN

ISO-TOLERANTIES VOLGENS	NIET GETOLEREERDE MATEN VOLGENS	RUWHEIDSTEKENS VOLGENS NEN 630	PROJECTIEMETHODE
BEHANDELING.	SCHAAL 1:1 GET Leger DD 18-10-71 GEC. DD GEZ. DD	WIJZ PARAAF DD	WIJZ PARAAF DD

ONDERWERP

ZUIGEENHEID

BESTEMD VOOR

VERVANGT TEK

VERVANGEN DOOR TEK

BEHOORT BIJ TEK.:

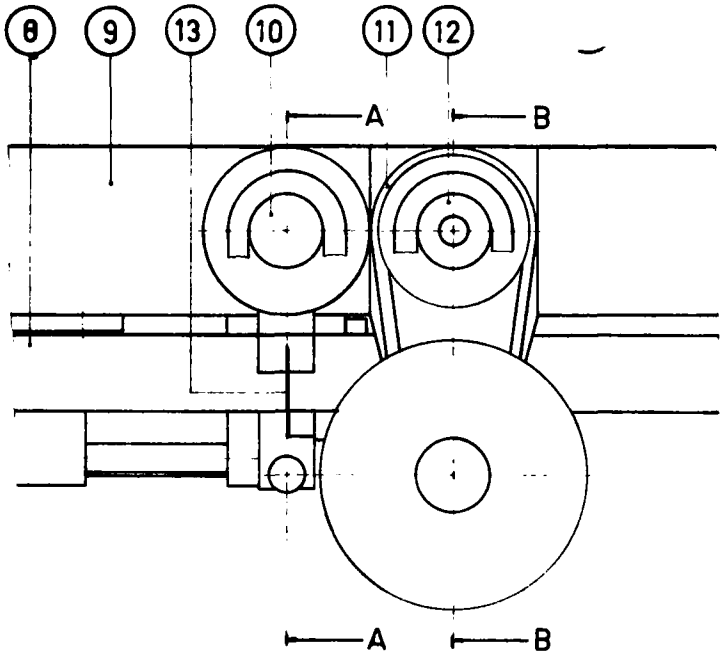
TECHNISCHE HOGESCHOOL EINDHOVEN

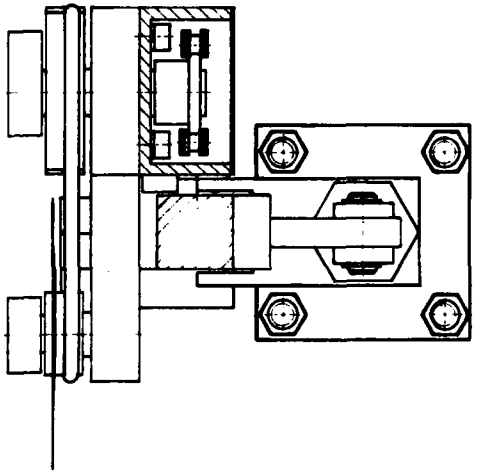
AFDELING: SECTIE:

FORMAAT A2

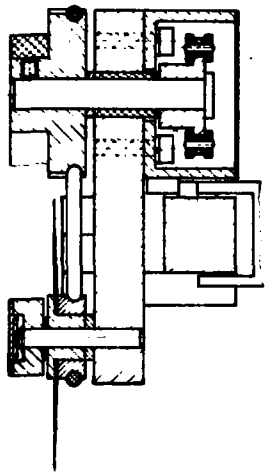
TEKENING NR 318-11

WIJZ.

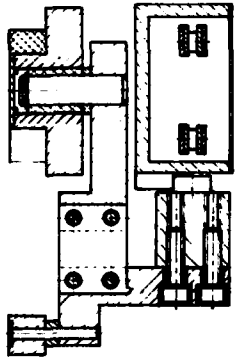


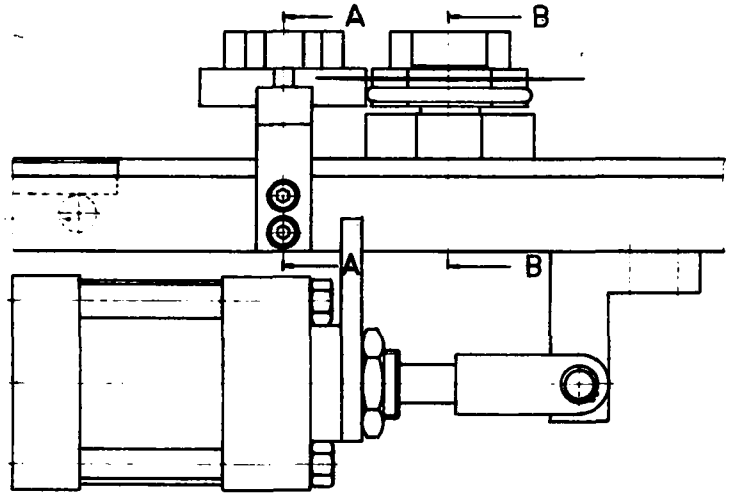


DOORSNEDE B-B



DOORSNEDE A-A





STUK-Nr.	AAN-TAL	BENAMING	MAT.	AFMETINGEN	OPMERKINGEN
SCHAAL: 1/1		DATUM	OPMERKINGEN:		
GETEKEND: Zagers		15-10-71			
GECONTROLEERD:					
GEZIEN:					

OMSCHRIJVING

WIJZ.

DATUM

INSTITUUT VOOR TUINBOUWTECHNIEK
WAGENINGEN

FORMAAT A²

318-12