

J. GRIJPSTRA

Landbouw-Economisch Instituut

en

ir. T. T. WIND en dr. R. A. DE WIDT

Proefstation voor de Akker- en Weidebouw

DE RENTABILITEIT VAN HOOIVENTILATIE



Publikatie Nr. 11 – april 1960

Gezamenlijke uitgave van

LANDBOUW-ECONOMISCH INSTITUUT – 's-GRAVENHAGE

en

PROEFSTATION VOOR DE AKKER- EN WEIDEBOUW – WAGENINGEN

4930

31.563.2.623.2

Woord vooraf

Door het I.B.V.L. is in de afgelopen jaren veel aandacht besteed aan de ontwikkeling en de verbetering van de droogtechniek op de boerderij. Het ventileren van hooi met al of niet voorverwarmde lucht heeft inmiddels reeds op vrij ruime schaal toepassing gevonden in de praktijk. Het „tasdrogen” blijkt nl. een belangrijk middel te kunnen zijn om de veehouder minder afhankelijk te maken van ons wisselvallige klimaat.

De toepassing ervan in het bedrijf zelf in het algemeen echter belangrijke consequenties hebben voor de bedrijfsorganisatie, o.m. ten aanzien van de gehele voederwinning, de arbeidsverdeling, de totale arbeidsbehoefte, de inrichting van de gebouwen enz. Daarom werd de behoefte gevoeld aan een nadere studie betreffende de bedrijfseconomische aspecten van de hooiventilatie. Na overleg tussen het I.B.V.L. en het P.A.W., vatte ir. T. T. WIND in 1958 deze studie aan. Na het vertrek van ir. Wind werd deze publikatie voltooid door J. GRIJPSTRA (medewerker van het L.E.I. en gedetacheerd bij het P.A.W.) onder leiding van dr. R. A. DE WIDT.

In deze publikatie is slechts op de technische aspecten ingegaan, voor zover zulks nodig geoordeeld werd om tot een afgeronde probleemstelling te komen. Er is naar gestreefd om in de vorm van tabellen en grafieken op overzichtelijke wijze zoveel materiaal ter beschikking te stellen, dat in de meeste praktijkgevallen voldoende inzicht kan worden verkregen in de bedrijfseconomische consequenties van de toepassing van hooiventilatie.

Ten slotte zij nog vermeld, dat bij deze studie veel steun werd ondervonden van dr. N. D. DIJKSTRA („Hoorn”) en ir. P. J. J. PHILIPSEN (I.B.V.L.).

De Directeur van het Proefstation
voor de Akker- en Weidebouw,
Ir. G. VELDMAN

De plv. Directeur van het
Landbouw-Economisch Instituut,
Ir. J. F. VAN RIEMSDIJK

Inleiding

De hooibroei veroorzaakt in de Nederlandse landbouw elk jaar zeer veel schade. Onderstaande tabel bevat enkele gegevens omtrent de schade veroorzaakt door boerderij- en hooibergbranden. Deze gegevens zijn ontleend aan de maandelijks mededelingen van de Rijksinspectie voor het brandweerwezen.

Hooibroeibranden in Nederland

Jaar	Aantal branden	Schadebedrag
1951	98	f 701 000
1952	61	756 000
1953	69	1 074 000
1954	35	308 000
1955	134	2 340 000
1956	43	700 000
1957	56	1 083 000
1958	125	2 789 000
1959 ¹⁾	57	2 417 000
Gemiddeld	75	1 340 000

¹⁾ Voorlopige opgave

De bovenvermelde cijfers geven alleen de schade weer veroorzaakt door brand. De schade die ten gevolge van voederwaardeverliezen wordt geleden is nog belangrijk groter.

Voor 1952 is door ir. D. VAN DER SCHAAF alleen voor Friesland de schade aan eiwitverliezen al geraamd op f 975 000,—, terwijl de brandschade in Friesland in dat jaar maar f 171 260,— bedroeg (Stikstof nr. 2, juni 1954).

In de veronderstelling dat er tussen de schade aan eiwitverliezen en de brandschade een verband bestaat dat ongeveer overeenkomt met de voor Friesland gevonden verhouding en rekening houdend met een zeker verlies aan zetmeelwaarde, komen we voor geheel Nederland tot een totale schade door hooibroei van 6 tot 10 miljoen gulden per jaar.

Om de hooibroei te bestrijden deed enkele jaren geleden de hooiventilatie zijn intrede. Door middel van deze ventilatie slaagde men erin het ontstaan van hoge temperaturen in het hooi tegen te gaan.

Uit de hooibroei bestrijding is door enkele medewerkers van de betrokken onderzoekingsinstituten en van de Rijkslandbouwvoorlichtingsdienst, te zamen met de praktijk, de hooiventilatie nadien ontwikkeld tot een nieuwe methode van hooibewaring.

Het hooi kan zodoende met een relatief hoog vochtgehalte worden ingeschuurd en daarna met behulp van koude of warme lucht worden nagedroogd. Mede door het toepassen van een intensieve veldbehandeling wordt dan een hooiwinningsmethode verkregen, waarbij het weerrisico belangrijk kleiner is

dan bij de traditionele wijze van werken. (Onder hooiwinningsmethode wordt hier dus verstaan het totaal van handelingen waardoor wordt bereikt dat gras houdbaar hooi wordt.)

In de volgende hoofdstukken zullen we op de verschillende aspecten van de koude- en warme-luchtventilatie ingaan, om te trachten een indruk te verkrijgen van de rentabiliteit van deze nieuwe methoden.

I. Voederwinning en weerrisico

1. De voederwinning en het weerrisico

De wisselvalligheid van het weer is een zeer belangrijke factor in de bedrijfsvoering op de weidebedrijven. De grasgroei en de mogelijkheden om wintervoer te winnen, worden voor een groot deel beheerst door de weersomstandigheden.

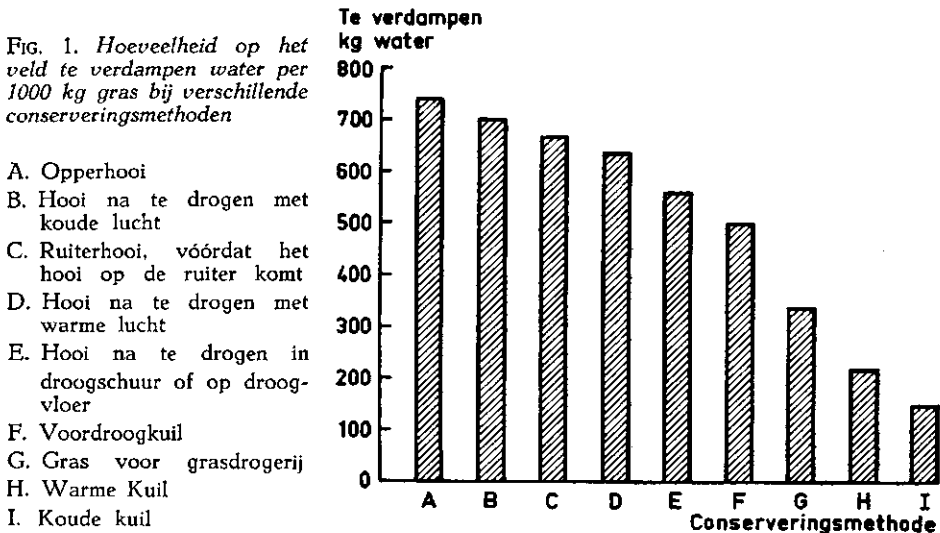
Om bij de voederwinning de nadelige invloed van ongunstig weer te beperken is naar oogstmethoden gezocht, waarbij deze invloed zo klein mogelijk is.

Beperking van de gevolgen van slecht weer bij de voederwinning is te verkrijgen door :

- het gras in te kuilen. Deze conserveringsmethode heeft naast de hooiwinning vooral in de weidegebieden een belangrijke plaats ingenomen.
- het gras kunstmatig te laten drogen. Het weerrisico kan met deze methode zo goed als volledig worden uitgeschakeld.
- het ruiten van het hooi.
- intensief bewerken van het gras, waardoor het drogen op het veld wordt versneld.
- het hooi na te drogen in een droogschuur of op een droogvloer.
- het hooi te ventileren met koude of warme lucht.

Naarmate de periode waarin het gemaaid gras op het veld ligt, korter is, is het risico van schade door ongunstig weer geringer. Niet alleen is de kans op regen tijdens de veldperiode kleiner, doch ook de verliezen aan voederwaarde verminderen, naarmate het gewas eerder van het veld wordt geruimd

FIG. 1. Hoeveelheid op het veld te verdampen water per 1000 kg gras bij verschillende conserveringsmethoden



(Zie hoofdstuk II. 1). Bovendien is het voor de boer van belang dat het grasland weer zo spoedig mogelijk geheel ter beschikking is. Met het oog op het voorgaande is het dus gewenst conserveringsmethoden te kiezen waarbij óf slechts een gering gedeelte van het in het gras aanwezige water behoeft te worden verdampt (b.v. inkuilen) óf waarbij dit verdampen slechts voor een zo klein mogelijk deel op het veld behoeft plaats te vinden. Daarnaast is het dus mogelijk gebleken door intensivering van de veldbehandeling het droogproces in de open lucht aanmerkelijk te versnellen.

In figuur 1 is een overzicht gegeven van de hoeveelheid water die op het veld moet worden verdampt bij de verschillende conserveringsmethoden.

In het volgende gaan wij nog wat nader in op het droogproces op het veld.

2. Het drogen op het veld

De droging op het veld is van verschillende factoren afhankelijk zoals :

a. De droge perioden in de oogsttijd

De cijfers van tabel 1, die ontleend zijn aan een publikatie van ir. P. WIERTSEMA (1) *) , geven een indruk van het voorkomen van droge perioden in de maanden juni en juli.

TABEL 1. Duur en voorkomen van droogteperioden in juni en juli (1920—1949)

Aantal opeenvolgende dagen droog weer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	16	19
Aantal keren dat deze perioden voorkwamen	113	49	38	18	18	5	6	5	8	7	7	2	4	2	3

Uit deze tabel blijkt wel dat vooral de kans op lange perioden droog weer vrij gering is en kleiner wordt naarmate men van langere perioden uitgaat.

b. De windsnelheid

Luchtbeweging over het veld is van belang voor het drogen. Uit waarnemingen van het K.N.M.I. blijkt, dat de windsnelheid in het algemeen toeneemt naarmate de afstand tot de kust kleiner is (2)

c. De zonneshijn

De hoeveelheid zonneshijn wordt door ir. D. VAN DER SCHAAF (3) een belangrijke factor voor het droogproces op het veld genoemd. Uit het onderzoek van dr. C. KRAMER (2) blijkt dat in ons land gemiddeld de hoeveelheid zonneshijn van het noordoosten naar het zuiden toeneemt.

d. De relatieve vochtigheid van de lucht

De mate waarin de lucht water kan opnemen wordt bepaald door de relatieve vochtigheid van de lucht. Deze is afhankelijk van de in de lucht aanwezige hoeveelheid waterdamp en de temperatuur. De relatieve vochtigheid wordt door het K.N.M.I. in een aantal over het land verspreid liggende waarnemingsstations per etmaal op drie tijdstippen gemeten. In figuur 2 is

*) De cijfers tussen () verwijzen naar de literatuuropgave

Relatieve vochtigheid
in %

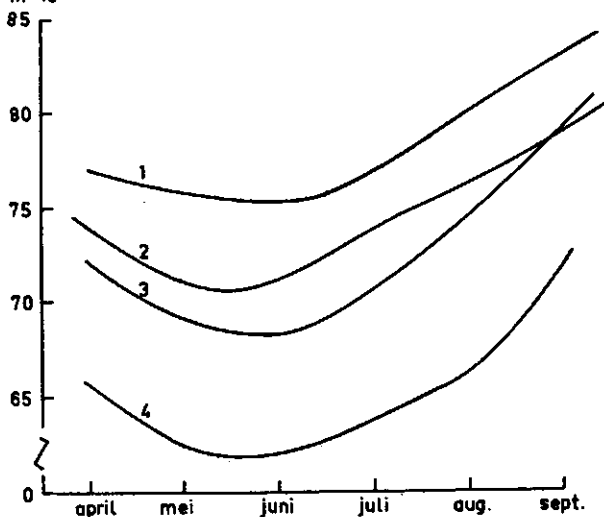


FIG. 2. Verloop van de relatieve luchtvochtigheid gedurende de zomermaanden in het tijdvak 1920—1950

Waarnemingsstations

1. Hoorn
2. Landsgemiddelde
3. De Bilt
4. Vliegveld Zuid-Limburg

het verloop van de relatieve luchtvochtigheid in de zomermaanden weergegeven. Hierbij is uitgegaan van daggemiddelden.

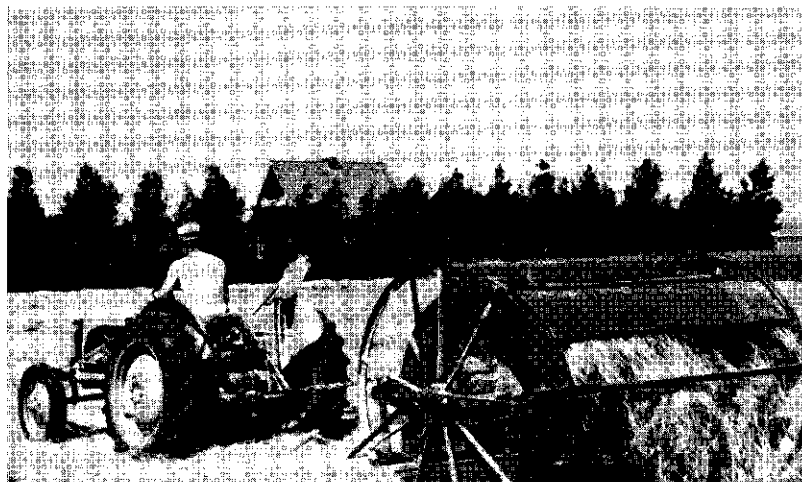
Uit figuur 2 volgt, dat uit een oogpunt van luchtvochtigheid de maanden mei en juni de meest gunstige zijn voor de hooiwinning. Tevens blijkt hieruit dat de relatieve vochtigheid aan de kust aanzienlijk hoger is dan in het binnenland.

Als men het droogproces nog nader bestudeert blijkt tevens, dat natuurlijk ook de gedurende het etmaal optredende schommelingen in de relatieve vochtigheid hun invloed uitoefenen.

e. De veldbehandeling

Verder is het van uitermate veel belang gebleken welke bewerkingen er tijdens de veldperiode van het hooi plaats hadden. Men zie hiervoor figuur 3 waaruit duidelijk blijkt, dat bepaalde bewerkingen het droogproces ten eerste kunnen versnellen. Tevens komt hierbij de invloed van de schommelingen in de relatieve luchtvochtigheid gedurende het etmaal tot uitdrukking.

Foto 1. Intensief (vaak) schudden bevordert een snelle droging op het veld



Vochtgehalte in het gewas in %

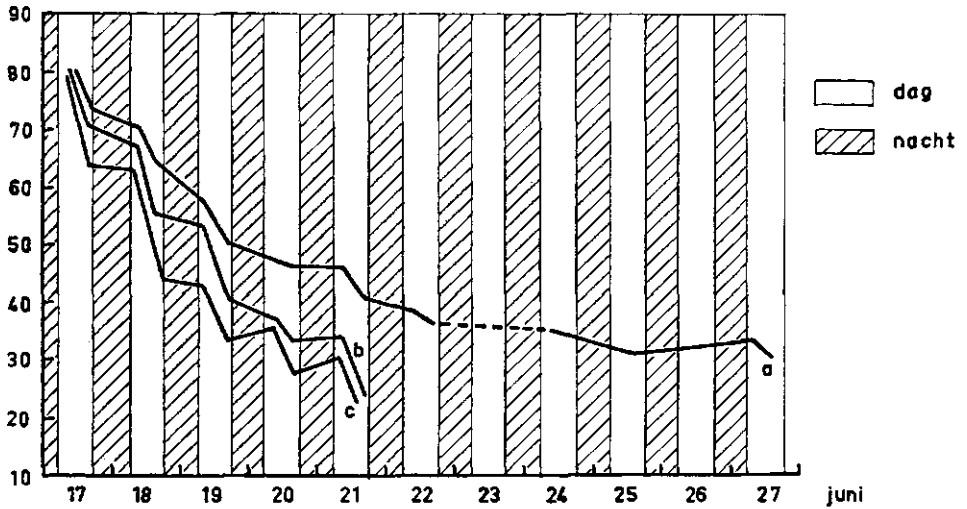


FIG. 3. Verloop van het droogproces op het veld

- Lijn a. Het hooi is op de *conventionele methode* gewonnen, nl. op de 4e dag na het maaien gekeerd en op de 5e dag geschud, opgewierst en in kleine oppers gezet. Op de 11e dag de oppers gespreid, geschud, opgewierst en ingeschuurd.
- Lijn b. Het hooi is door *intensieve veldbehandeling* gewonnen, nl. na het maaien elke dag 1 maal schudden, op de 5e dag na het maaien in grote oppers gezet en de 6e dag ingeschuurd.
- Lijn c. Het hooi is door een *zeer intensieve veldbehandeling* gewonnen, nl. na het maaien elke dag 2 maal geschud en 's avonds opgewierst. Op de 5e dag na het maaien in grote oppers gezet en op de 6e dag ingeschuurd. Deze methode blijft verder in onze studie buiten beschouwing.

3. Samenvatting

De voederwinning staat zeer sterk onder invloed van de weersomstandigheden. Vooral bij het winnen van opperhooi op de traditionele wijze is men er

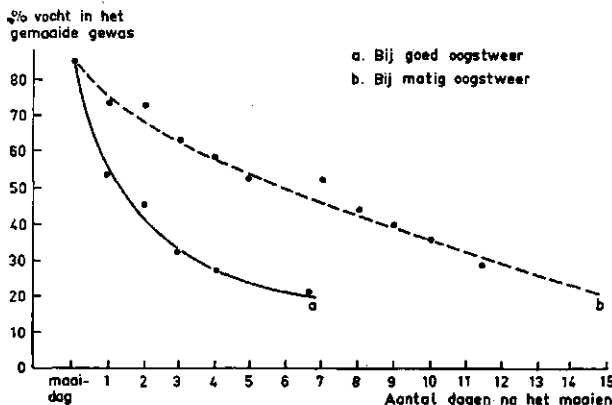


FIG. 4. Gemiddelde verloop van het vochtgehalte bij het winnen van opperhooi op de traditionele manier

in sterke mate van afhankelijk of de weersgesteldheid tijdens het drogen op het veld gunstig of ongunstig is. Hierdoor wordt met name het aantal veld-dagen bepaald zoals nog eens duidelijk geïllustreerd wordt door figuur 4, die ontleend is aan een onderzoek van ir. S. BOSCH en J. A. KEUNING (4).

Naast verschillende andere methoden waarbij de ongunstige invloed van slecht weer in meerdere of mindere mate wordt beperkt, is het mogelijk gebleken door het nadrogen van het gras door middel van ventilatie met warme of koude lucht en door een intensieve veldbehandeling, zich op doeltreffende wijze te wapenen tegen de nadelige gevolgen van minder goed weer tijdens het hooiseizoen. Op de gunstige gevolgen met betrekking tot de voederwaardeverliezen en de arbeidsaanwending komen wij in de beide volgende hoofdstukken nader terug.

II. Voederwaardeverliezen

1. De voederwaardeverliezen op het veld

Bij de hooiwinning kunnen op het veld de volgende voederwaardeverliezen optreden:

a. Verliezen door ademhaling

In het gemaaide gras gaat gedurende de droging de ademhaling door, waarbij koolhydraten worden afgebroken tot koolzuurgas en water. De intensiteit van de ademhaling is o.a. afhankelijk van de temperatuur en het vochtgehalte van het gewas.

b. De mechanische verliezen

Tot de mechanische verliezen worden gerekend de plantdelen die bij de bewerking afbreken en wegwaaien of op het veld blijven liggen. Deze verliezen zijn speciaal groot als er nog veel gewerkt wordt in gras dat al in vrij sterke mate is gedroogd.

c. Verliezen door regen

Regen tijdens de hooiwinning veroorzaakt voederwaardeverliezen, doordat de ademhaling van het vochtig blijvende gewas langer doorgaat. Verder zal er meer in het gewas gewerkt moeten worden en is de kans op uitloging van voedingsstoffen groot.

d. Verliezen door waardigheidsvermindering

De energie welke nodig is voor de vertering van hooi is hoger dan die voor gras. Aan hooi wordt dan ook een lagere waardigheid toegekend dan aan vers gras.

Aan de hand van gegevens van enkele onderzoekers (5) is een schatting gemaakt van de totale voederwaardeverliezen op het veld bij verschillende methoden van hooiwinning en bij verschillende weersomstandigheden.

TABEL 2. De voederwaardeverliezen op het veld bij goed, matig en slecht oogstweer

Methode van hooiwinning	Voederwaardeverliezen in procenten								
	droge stof			vre			ZW		
	goed	matig	slecht	goed	matig	slecht	goed	matig	slecht
Opperhooi	17	22	27	25	34	43	34	43	52
Ruiterhooi	15	20	25	22	31	40	31	40	49
Hooiventilatie koude lucht	10	15	20	15	22	29	28	34	40
Hooiventilatie warme lucht	9	13	17	13	19	25	25	30	35

2. De voederwaardeverliezen bij de bewaring

De grootte van de voederwaardeverliezen in het hooi tijdens de bewaring is vooral afhankelijk van de mate van broei en schimmelvorming.

Broei in het hooi kan, naast direct brandgevaar, aanzienlijke verliezen aan vre en ZW tot gevolg hebben.

Bij schimmelvorming in het hooi daalt de voederwaarde op basis van de chemische analyse niet zo sterk. Daar het vee echter minder hooi opneemt, zal aanvulling met ander voer meestal nodig zijn. Bovendien kan het de gezondheid van de dieren nadelig beïnvloeden.

a. De voederwaardeverliezen bij hooibewaring zonder broei

Indien opperhooi of ruitershooi met een droge-stofgehalte van ongeveer 80% wordt ingeschuurd, zal hierin geen of weinig broei voorkomen, doch enige bewaringsverliezen zullen nog wel voorkomen (5). Men zie hiervoor tabel 3.

TABEL 3. Bewaringsverliezen in procenten, uitgaande van goed hooi.

Methode	vre	ZW
Oppershooi	6,3%	4,5%
Ruitershooi	6,3%	3,8%

Hoewel het aantal gegevens over de bewaringsverliezen bij met warme en koude lucht geventileerd hooi nog beperkt is, meent dr. N. D. DIJKSTRA dat er een zeker verband bestaat tussen het vochtgehalte van het hooi bij inschuren en de droge-stofverliezen in de tas (zie figuur 5).

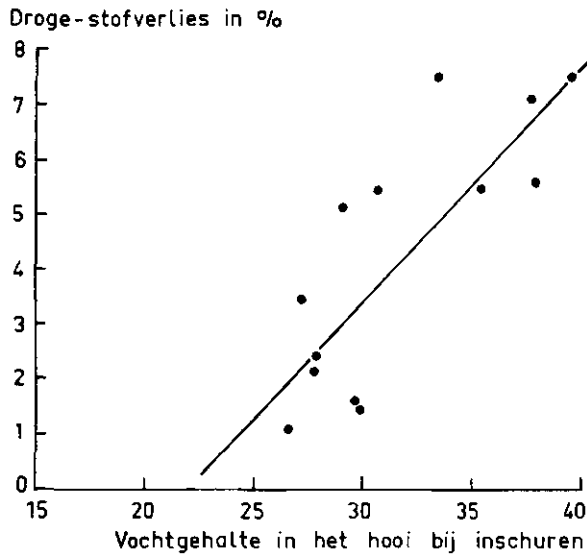


FIG. 5. Het verband tussen het vochtgehalte in het hooi bij inschuren en de droge-stofverliezen

b. De voederwaardeverliezen bij hooibewaring met broei

De kans op broei wordt groter naarmate het ingeschuurde hooi sterker ademt en de hierbij vrijkomende warmte en waterdamp moeilijker kunnen ontwijken. Dit sterke ademen zal zich, zoals ook hiervoor werd vermeld, speciaal voordoen bij vrij vochtig hooi. Ir. D. VAN DER SCHAAF heeft een nauw verband gevonden tussen het vochtgehalte van het hooi bij inschuren en de hoogste broeitemperatuur in het hooi (6).

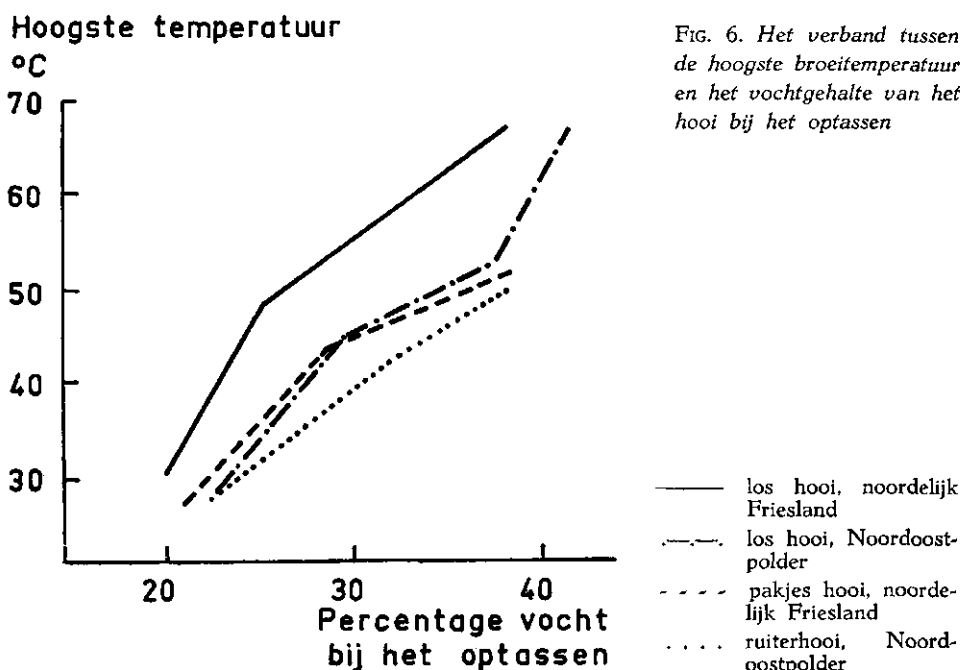


FIG. 6. Het verband tussen de hoogste broeitemperatuur en het vochtgehalte van het hooi bij het optassen

Uit het onderzoek van dr. N. D. DIJKSTRA en ir. D. VAN DER SCHAAF (7) is gebleken, dat het gebroeide hooi sterk in kwaliteit achteruitgaat. De mate van broei kan vrij goed bepaald worden aan de hand van de kleur van het produkt na afloop van het broeiproces. Deze zogenaamde broeikleur kan men in cijfers weergeven, waaraan dan de volgende betekenis moet worden toegekend:

TABEL 4. De betekenis van broeikleurcijfers

Praktijkwaardering	Broeikleurcijfer
Ongebroeid	< 130
Licht gebroeid	130 — 175
Matig gebroeid	175 — 260
Zwaar gebroeid	260 — 370
Zeer zwaar gebroeid	> 370

In figuur 7 is voor bepaalde broeikleuren aangegeven welk percentage vre en ZW als verloren moet worden beschouwd. Bij deze waardevermindering is uitgegaan van niet gebroeid hooi.

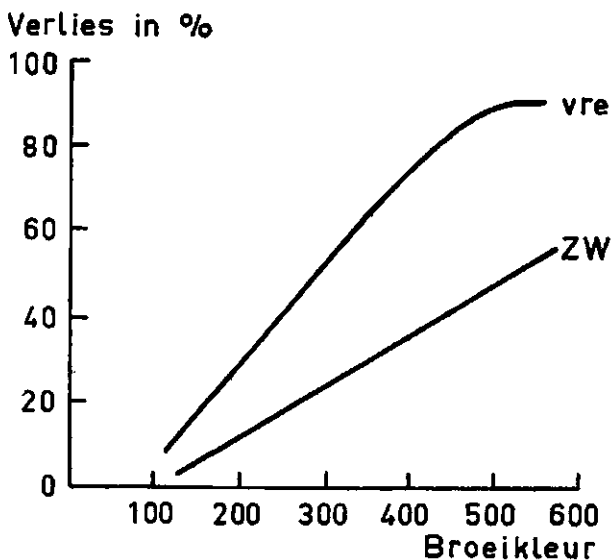


FIG. 7. Het verband tussen de broeikleur en de verliezen aan voederwaarde

c. Het voorkómen van hooibroei

Om hooibroei te voorkomen zijn verschillende mogelijkheden aanwezig, nl.:

1. het hooi niet eerder inschuren dan wanneer het op het veld is ingedroogd tot ongeveer 20% vocht. Bij de opperhooimethode is dit vochtgehalte alleen te bereiken bij goed oogstweer.
2. bij ruitershooi kan men dit vochtgehalte wel bereiken indien men het hooi maar lang genoeg op de ruiters laat staan, maar dit gaat dan ten koste van vrij grote voederwaardeverliezen.
3. het hooi na te drogen in een droogschuur of op een droogvloer.
4. het hooi met maximaal 35% vocht inschuren en daarna met koude lucht ventileren.
5. het hooi met maximaal 45%¹⁾ vocht van het veld halen en daarna in de tas met verwarmde lucht ventileren.

3. Samenvatting

De voederwaardeverliezen bij de hooiwinning op het veld zijn aangegeven in tabel 2 en de bewaringsverliezen in tabel 3 en de figuren 5 en 7.

Om deze gegevens voor een bedrijf te kwantificeren en de verschillende hooiwinningmethoden vergelijkbaar te maken, zijn de totale verliezen voor 1 ha hooi berekend.

¹⁾ Deze norm is nog niet definitief door het I.B.V.L. vastgesteld.

Uitgaande van matig hooiweer zijn de voederwaardeverliezen in tabel 5 berekend voor de volgende methoden van hooiwinning:

- a. 1. opperhooi ingeschuurd met een vochtgehalte van ongeveer 20%, geen broei.
- a. 2. opperhooi ingeschuurd met een vochtgehalte van ongeveer 35%, waarin tijdens de bewaring zware broei voorkomt. Broeikleur 370. De broei heeft betrekking op 30% van de totale hoeveelheid.
- b. ruitershooi ingeschuurd met een vochtgehalte van ongeveer 20%, geen broei, ongeveer drie weken op ruiters.
- c. hooi ingeschuurd met een vochtgehalte van maximaal 35%, met koude lucht droog geventileerd, geen broei.
- d. hooi ingeschuurd met een vochtgehalte van maximaal 45%, met warme lucht droog geventileerd, tijdens de bewaring geen broei.

Uit deze berekening blijkt dat, wanneer van dezelfde hoeveelheid te maaien gras wordt uitgegaan, de hooiopbrengst en de kwaliteit per winningsmethode nogal verschillen.

Het gebroeide opperhooi is belangrijk minder in kwaliteit dan het niet gebroeide opperhooi.

Het ruitershooi is zowel in kwaliteit als in kwantiteit ongeveer gelijk aan het niet gebroeide opperhooi.

De opbrengst en de kwaliteit van het geventileerde hooi en vooral die van het met warme lucht geventileerde hooi, zijn beter dan die van het niet gebroeide opperhooi en het ruitershooi.

TABEL 5. Berekening netto-opbrengst van 1 ha hooi

Omschrijving	Oppeihooi						Ruiterhooi			Geventileerd hooi koude lucht			Geventileerd hooi warme lucht							
	geen broei		zware broei				kg	ds	vre	ZW	kg	ds	vre	ZW	kg	ds	vre	ZW		
Gras bij maaien in kg	18000	3600	360	1980	18000	3600	360	1980	18000	3600	360	1980	18000	3600	3600	360	1980	18000		
Winningsverliezen in %	22	34	43		22	34	43		20	31	40		15	22	34		13	19	30	
Hooi bij inschuren in kg	2800	240	1130		2800	240	1130		2880	250	1190		3060	280	1300		3130	290	1390	
Bewaringsverliezen in %	3	6	5		3	6	5		2	6	4		6	6	5		8	6	5	
Broei-verliezen in %	—	—	—		5	21	9		—	—	—		—	—	—		—	—	—	
Hooi bij voeding	3300	2710	225	1070	3150	2580	175	970	3430	2820	235	1140	3500	2880	260	1230	3500	2880	270	1320
Analyse hooi	82	6,8	32		82	5,6	31		82	6,8	33		82	7,4	35		82	7,7	38	
Relatieve hoeveelheden in % van opperhooi zonder broei	100	100	100	100	95	95	78	91	104	104	104	107	106	106	116	115	106	106	120	123

III. Arbeidsbehoefte voor de hooiwinning

1. Algemeen

Onder hooiwinningmethoden wordt, zoals gezegd, verstaan het totaal van handelingen waardoor wordt bereikt dat gras houdbaar hooi wordt. Een onderdeel hiervan is de veldbehandeling.

De methode van hooiwinning en de behandeling op het veld hangen in het algemeen samen met het aantal beschikbare arbeidskrachten, de weersomstandigheden, de werktuigen en de te maaien oppervlakte. Deze factoren verschillen van bedrijf tot bedrijf.

Door de grote variatie is het vraagstuk van de arbeidsbehoefte voor de hooiwinning slechts door middel van een begroting van een of meer standaardgevallen te benaderen.

Het is de bedoeling in dit hoofdstuk in het kort de verschillen in arbeidsbehoefte te bespreken waarmede men moet rekenen bij het toepassen van bepaalde hooiwinningmethoden. Hierbij zal rekening worden gehouden met verschillende weersomstandigheden (matig en goed oogstweer) en met paard- en trekkertractie. Uiteraard is hierbij overigens uitgegaan van gestandaardiseerde omstandigheden. Aan de geproduceerde getallen moet dan ook geen absolute betekenis worden toegekend.

Voor het berekenen van de arbeidsbehoefte is uitgegaan van de onderzoeken van B. J. VAN PUTTEN en ir. A. MOENS (8).

2. De conventionele veldbehandeling

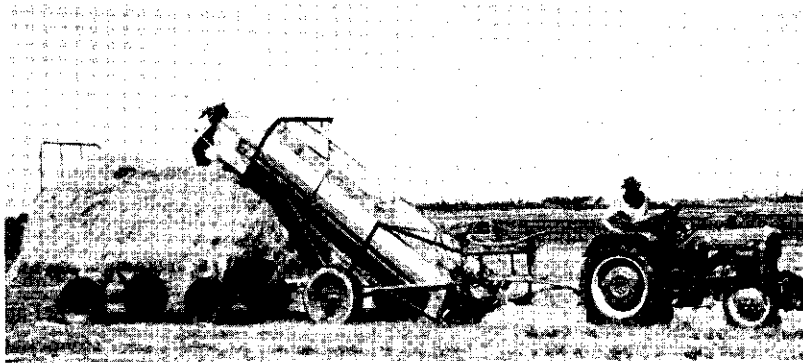
Onder conventionele veldbehandeling wordt de wijze van hooien verstaan waarbij het gewas na het maaien enkele dagen in het zwad blijft liggen; daarna volgt (afhankelijk van de weersomstandigheden) het keren, schudden, op-

TABEL 6. Arbeidsbehoefte vanaf het maaien tot en met het inschuren per ha hooi bij conventionele veldbehandeling

Omschrijving hooiwinningsmethode	Vochtpercentage bij het inschuren	Matig oogstweer		Goed oogstweer	
		aantal veld-dagen	aantal uren per ha	aantal veld-dagen	aantal uren per ha
<i>a. Paardtractie</i>					
Opperhooi, geen ventilatie	25	13	45	5	21
Opperhooi, koude-luchtventilatie	35	10	42	3	21
Opperhooi, warme-luchtventilatie	45	7	32	3	20
Ruiterhooi ¹⁾	40	9	32	3	30
<i>b. Trekkertractie</i>					
Opperhooi, geen ventilatie	25	13	42	5	19
Opperhooi, koude-luchtventilatie	35	10	40	3	19
Opperhooi, warme-luchtventilatie	45	7	29	3	19
Ruiterhooi ¹⁾	40	9	30	3	28

¹⁾ Vochtgehalte bij het ruiten en het aantal dagen voordat het hooi op de ruiters wordt geplaatst

Foto 2. Een oplader past vooral bij een intensieve veldbehandeling en bespaart arbeid



wiersen, spreiden en 1 à 2 maal opperen. (Men zou hier van de oppermethode kunnen spreken.)

In tabel 6 is voor de verschillende hooiwinningsmethoden de arbeidsbehoefte vermeld voor het winnen van 1 ha hooi bij conventionele veldbehandeling.

Hierbij dient opgemerkt te worden dat de arbeidsbehoefte is berekend vanaf het maaien tot en met het inschuren. Bij de berekeningen is er verder van uitgegaan dat — met uitzondering van het opperen, laden en lossen — het hooi mechanisch is bewerkt.

Verder zijn nog gegevens opgenomen over de ruitermethode, waarbij ervan is uitgegaan, dat het laden van de ruiters met de hand gebeurt.

Uit tabel 6 blijkt dat bij conventionele veldbehandeling koude ventilatie arbeidstechnisch niet veel voordeel geeft. Slechts bij matig oogstweer en ventilatie met warme lucht kan dermate op de veldwerkzaamheden worden bespaard dat van een duidelijk voordeel sprake is. Uit de tabel blijkt ook dat ruiteren ten opzichte van opperen voordelig is bij matig oogstweer — en natuurlijk in nog sterkere mate bij slecht oogstweer — maar bij goed weer onvoordelig is. De moeilijkheid is echter dat men van tevoren niet kan zien of het goede weer van korte of van lange duur zal zijn en door te gaan ruiteren neemt men minder risico.

3. De intensieve veldbehandeling

Bij intensieve veldbehandeling wordt na het maaien het gewas elke dag geschud en, wanneer het vochtgehalte tot ongeveer 40% is gedaald, 's avonds in wiersen gebracht. Met deze intensieve veldbehandeling kan het opperen volledig achterwege blijven.

Voor de verschillende methoden is de arbeidsbehoefte voor 1 ha hooi bij intensieve veldbehandeling berekend en in tabel 7 opgenomen. De arbeidsbehoefte is eveneens berekend vanaf het maaien tot en met het inschuren van het hooi.

Bij de berekening is er weer van uitgegaan dat — met uitzondering van het ruiteren, laden en lossen van het hooi — de werkzaamheden met machines zijn verricht.

Uit tabel 7 blijkt dat speciaal bij matig oogstweer de arbeidsbehoefte voor de hooiwinning met koude-luchtventilatie minder is dan bij het niet geventileerde hooi of bij het ruiteren.

Vooraf bij matig oogstweer kan bij de hooiwinning met warme-luchtventilatie weer een zekere arbeidsbesparing worden verkregen ten opzichte van het systeem waarbij met koude lucht wordt gewerkt.

TABEL 7. Arbeidsbehoefte vanaf het maaien tot en met het inschuren in uren per ha bij intensieve veldbehandeling

Omschrijving hooiwinningsmethode	Vochtpercentage bij het inschuren	Matig oogstweer		Goed oogstweer	
		aantal veld-dagen	aantal uren per ha	aantal veld-dagen	aantal uren per ha
<i>a. Paardtractie</i>					
Grondhooi, geen ventilatie	25	9	36	4	26
Grondhooi, koude-luchtventilatie	35	7	32	3	24
Grondhooi, warme-luchtventilatie	45	5	29	2	23
Ruiterhooi ¹⁾	40	6	38	2	32
<i>b. Trekkertractie</i>					
Grondhooi, geen ventilatie	25	9	31	4	22
Grondhooi, koude-luchtventilatie	35	7	28	3	21
Grondhooi, warme-luchtventilatie	45	5	25	2	21
Ruiterhooi ¹⁾	40	6	35	2	30

¹⁾ Vochtgehalte bij het ruiten en het aantal dagen voordat het hooi op de ruiters wordt geplaatst.

Opvallend is verder bij een vergelijking van de cijfers van de tabellen 6 en 7, dat de intensieve veldbehandeling in belangrijke mate arbeidsbesparend werkt bij matig oogstweer maar wat meer werk vraagt bij goed oogstweer. Ook het op deze wijze winnen van ruiterhooi kost wat meer arbeid. Overigens is hier dezelfde opmerking over het weer op zijn plaats, die hiervoor bij het ruiten werd gemaakt: men weet nooit van tevoren hoe lang het mooie weer zal aanhouden.

4. Samenvatting

De arbeidsbehoefte bij de hooiwinning is van verschillende factoren afhankelijk. De belangrijkste zijn wel het oogstweer en de methode van hooiwinning, inzonderheid ook de wijze waarop het gewas tijdens de droging op het veld wordt behandeld en de mate van mechanisatie.

Om nu de arbeidsbehoefte voor de verschillende methoden van hooiwinning te vergelijken zijn in tabel 8 nog eens enkele gegevens samengevat. Hierbij is uitgegaan van matig oogstweer, omdat in ons land langere perioden van

TABEL 8. Arbeidsbehoefte per ha en het aantal benodigde velddagen bij matig oogstweer en trekkertractie

Methode van hooiwinning	Conventionele veldbehandeling		Intensieve veldbehandeling	
	aantal uren per ha	aantal veld-dagen	aantal uren per ha	aantal veld-dagen
Geen ventilatie	42	13	31	9
Koude-luchtventilatie	30	10	28	7
Warme-luchtventilatie	29	7	25	5
Ruiteren	30	9 ¹⁾	35	6 ¹⁾

¹⁾ Aantal dagen voordat het hooi op de ruiters wordt geplaatst

goed oogstweer vrij zeldzaam zijn en van trekkertractie, omdat op onze landbouwbedrijven nu reeds veel, maar in de toekomst vermoedelijk in nog sterkere mate van motorische trekkracht gebruik zal worden gemaakt.

Uit de vergelijking van de conventionele en de intensieve veldbehandeling blijkt dat met uitzondering van het ruiten onder de genoemde omstandigheden de arbeidsbehoefte bij hooiwinning door intensieve veldbehandeling belangrijk minder is dan bij de conventionele veldbehandeling. Een en ander hangt uiteraard nauw samen met de vermindering van het aantal velddagen die door een intensieve behandeling kan worden verkregen en die eveneens in de tabel wordt weergegeven.

De arbeidsbehoefte bij de hooiwinning kan nog verder worden verminderd wanneer het hooi met behulp van koude of warme lucht wordt geventileerd. Het aantal velddagen kan dan nog meer worden beperkt.

Het hooi, dat na intensieve veldbehandeling wordt gewonnen en met koude lucht wordt geventileerd, ligt 6 dagen korter op het veld dan opperhooi, dat op conventionele wijze is behandeld en niet wordt geventileerd.

Het met warme lucht geventileerde hooi, dat na intensieve veldbehandeling is gewonnen ligt 8 dagen korter op het veld dan het niet geventileerde opperhooi, dat na conventionele veldbehandeling is gewonnen.

IV. De ventilatiekosten

1. Algemeen

De belangrijkste systemen van hooiventilatie zijn:

a. De koude-luchtventilatie

Bij deze methode wordt het hooi met *maximaal* 35% vocht ingeschuurd en daarna met behulp van koude lucht nagedroogd, tot een produkt ontstaat, waarin tijdens de bewaring geen broei voorkomt.

b. De warme-luchtventilatie

Het hooi wordt bij deze methode met *maximaal* 45% vocht ingeschuurd en daarna met verwarmde lucht nagedroogd tot een produkt ontstaat, waarin tijdens de bewaring geen broei voorkomt.

In figuur 8 is een schema aangegeven van een warme-luchtinstallatie. Bij ventilatie met koude lucht is het gevolgde systeem praktisch hetzelfde, alleen mist men de luchtverhitter.

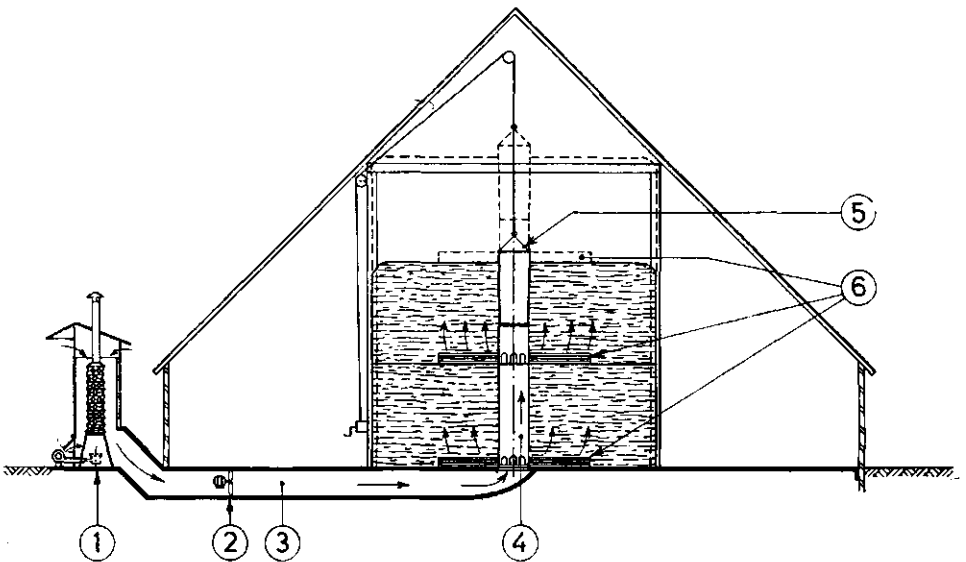


FIG. 8. Schema warme-luchtinstallatie ¹⁾

1. Luchtverhitter
2. Ventilator
3. Horizontaal luchttoevoerkanaal
4. Verticaal luchtkanaal
5. Afsluitstop
6. Lattenroosters

¹⁾ In de figuur is een kachel voor indirecte verhitting getekend. In de praktijk werkt men tegenwoordig met directe verhitting en ook bij de berekeningen is daarvan uitgegaan.

2. De installatie

De installatie bestaat uit de volgende onderdelen:

- a. ventilator
- b. luchtaanvoerkanaal
- c. afsluitstop
- d. lattenroosters
- e. eventueel een luchtverhitter

Wij zullen deze onderdelen in het kort bespreken.

a. Ventilator

Voor de hooiventilatie zijn verschillende typen ventilatoren in de handel nl.:

1. axiaal- of schroefventilatoren
2. centrifugaal- of slakkenhuisventilatoren
3. tweetrapsventilatoren

Om nu voor de hooiventilatie een keuze te maken uit genoemde ventilatortypen is het beslist noodzakelijk de capaciteiten van de verschillende ventilatoren te kennen. De capaciteit van de ventilator wordt bepaald door de te verplaatsen hoeveelheid lucht bij de verschillende tegendrukken.

Door het I.B.V.L. zijn ventilatienormen opgesteld waaraan bij de verschillende systemen van hooiberging moet worden voldaan (zie tabel 9). Opge-merkt dient te worden dat men zich moet baseren op de hoeveelheid hooi die vóór 15 juli wordt ingeschuurd.

TABEL 9. Ventilatiennormen

Systeem van hooibewaring	Tegendruk	Norm
In één tas of berg	45 mm WK	40 m ³ lucht per m ³ hooi per uur
In verscheidene tassen die afzonderlijk geventileerd worden	60 mm WK	40 m ³ lucht per m ³ hooi per uur
Op zolders (stapelhoogte max. 3—3,5 m)	30 mm WK	200 m ³ lucht per m ² vloeroppervlak per uur

Uitgaande van bovenstaande ventilatienormen en met behulp van de karakteristieken van de verschillende ventilatoren, hebben wij voor de drie meest voorkomende systemen van hooiberging berekend, welke de meest gunstige ventilator is.

Voor de berekeningen hebben wij aangenomen dat vóór 15 juli ongeveer tweederde deel van de totale hooioogst is ingeschuurd. Ten aanzien van de hooihoeveelheid hebben wij voor de berging in een tas of berg 125 kg per m³ aangehouden en voor hooiberging op zolders 75 kg per m³. (Ten aanzien van de investering zie bijlagen I, II en III.)

b. Het luchtaanvoerkanaal

De door de ventilator aangezogen buitenlucht moet via het horizontale

perskanaal en de lattenroosters in het hooi worden geblazen. De kanalen kunnen worden gemetseld of van hout of betonbuizen worden gemaakt. In verband met de mogelijkheid van luchtverlies verdient ondergrondse aanleg de voorkeur. Voor hooiventilatie op zolders kunnen vierkante of driehoekige houten kanalen worden gebruikt. Voor de aanlegkosten zie tabel 10.

TABEL 10. Aanlegkosten luchtaanvoerkanaal

Soort luchtaanvoerkanaal	Prijs per meter inclusief hak- en breekwerk
Ondergronds gemetseld	f 60 tot f 100
Ondergrondse betonbuizen	f 50 tot f 90
Bovengrondse betonbuizen	f 40 tot f 70
Bovengronds hout	f 70 tot f 90
Vierkant houten kanaal voor zolders	f 50 tot f 90
Driehoekige kanalen voor zolders	f 30 tot f 70

c. *De afsluitstop*

Ter verkrijging van een redelijke luchtverdeling in de tas is het nodig een verticaal luchttoevoerkanaal te hebben, waarop eventueel, afhankelijk van de afmetingen van de tas, de lattenroosters worden aangesloten.

Dit kanaal kan worden gevormd door bij het optassen van het hooi een afsluitstop mee omhoog te trekken. De afsluitstop moet minimaal 2 m lang zijn en om luchtverliezen te voorkomen moet deze stop enigszins kegelvormig zijn.

De prijs van een goede afsluitstop is ongeveer f 90.

d. *De lattenroosters*

Voor de luchtverdeling worden verder lattenroosters gebruikt die in ster-vorm om het verticale luchtkanaal moeten aansluiten. In de bijlagen I, II en III is voor een aantal bedrijven bij verschillende systemen van hooibergring het benodigde aantal meters lattenroosters berekend. Bij deze berekening is ervan uitgegaan, dat voor elke 2 m hooi een ster van lattenroosters nodig is en dat de roosters tot op 1,50 à 2 m van de buitenkant van de tas liggen. (Bij tassen van geringe omvang zijn geen roosters nodig.)

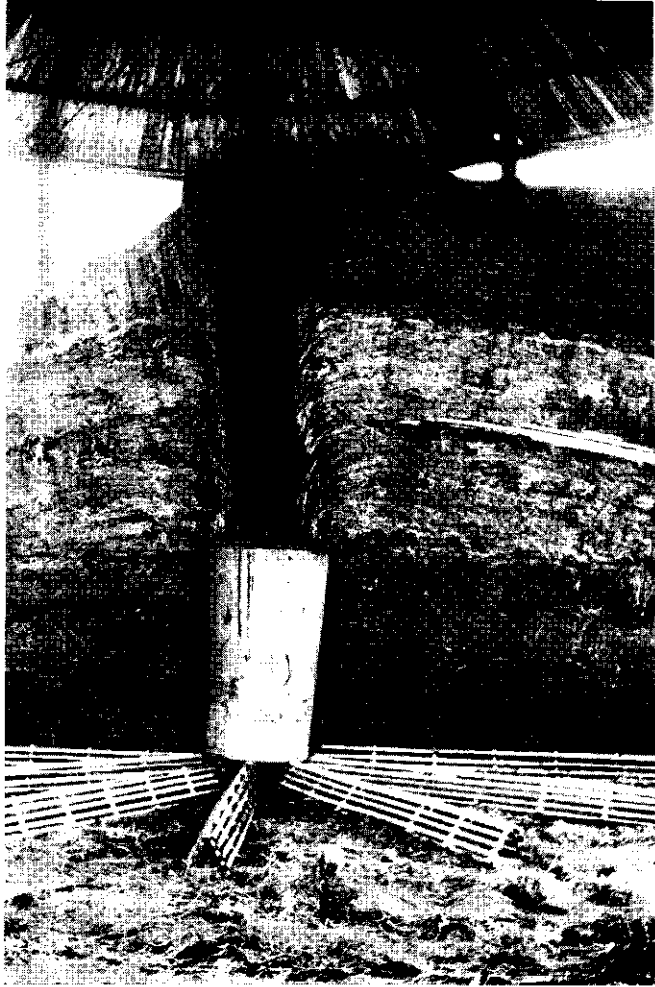
Verder is voor de berekening van het te investeren bedrag ervan uitgegaan dat de roosters zijn gekocht voor f 4,50 per meter, hoewel het zeer goed mogelijk is dat de boer zelf de lattenroosters maakt van b.v. ruitstokken.

e. *De luchtverhitter*

Voor de bedrijven die willen overgaan tot warme-luchtventilatie is naast de reeds beschreven onderdelen nog een luchtverhitter nodig.

Er is een luchtverhitter in de handel met een capaciteit van 40 000 Kcal/h voor een prijs van ongeveer f 2 000, inclusief aanleg- en plaatsingskosten. Deze verhitter heeft over het algemeen voldoende capaciteit om de lucht 5 à 7° op te warmen. De bedoelde luchtverhitter is verplaatsbaar en kan

Foto 3. Doorsnede van een geventileerde buitenberg (met lattenroosters)



zowel in de schuur als buiten worden opgesteld. Bij het buiten opstellen verdient het aanbeveling de kachel te voorzien van een afdak. De investering bedraagt dan ongeveer f 500 extra.

3. Het te investeren kapitaal

Het benodigde kapitaal is hoofdzakelijk afhankelijk van de hoeveelheid hooi en van het systeem van berging.

De drie meest voorkomende systemen zijn:

- a. hooiberging op zolders
- b. hooiberging in één tas in de schuur of in een buitenberg
- c. hooiberging in de schuur in 2 of 3 tassen.

a. *Hooiberging op zolders*

Het hooi op zolders zal over het algemeen alleen met koude lucht worden geventileerd en wel op twee manieren:

1. Met behulp van de constructie van een vierkant horizontaal luchtaanvoer kanaal met aan weerszijden lattenroosters.
2. Met behulp van een driehoekig horizontaal luchtkanaal (zie figuur 9).

In beide gevallen wordt de schroefventilator tegen het horizontale luchtkanaal geplaatst.

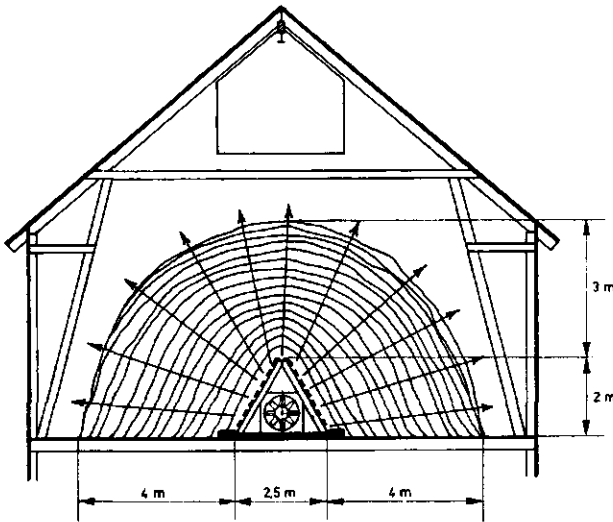


FIG. 9. *Schema voor de ventilatie van hooi op een zolder met behulp van een driehoekig horizontaal kanaal*

(Ontleend aan Landbouwdocumentatie, 21 maart 1959, nr. 12)

Voor een aantal bedrijven is in bijlage I de totale investering voor de koude-luchtventilatie berekend. In figuur 10 is een en ander uitgedrukt per ton hooi.

Uit figuur 10 blijkt dat vooral op de bedrijven waar weinig hooi wordt gewonnen, het te investeren bedrag per ton vrij hoog is.

Verder blijkt uit figuur 10 dat de installatie aangelegd met een driehoekig luchtaanvoer kanaal, goedkoper in aanschaffing is dan die welke is aangelegd met een vierkant luchtaanvoer kanaal en lattenroosters.

b. *Hooiberging in één tas in de schuur of in een buitenberg*

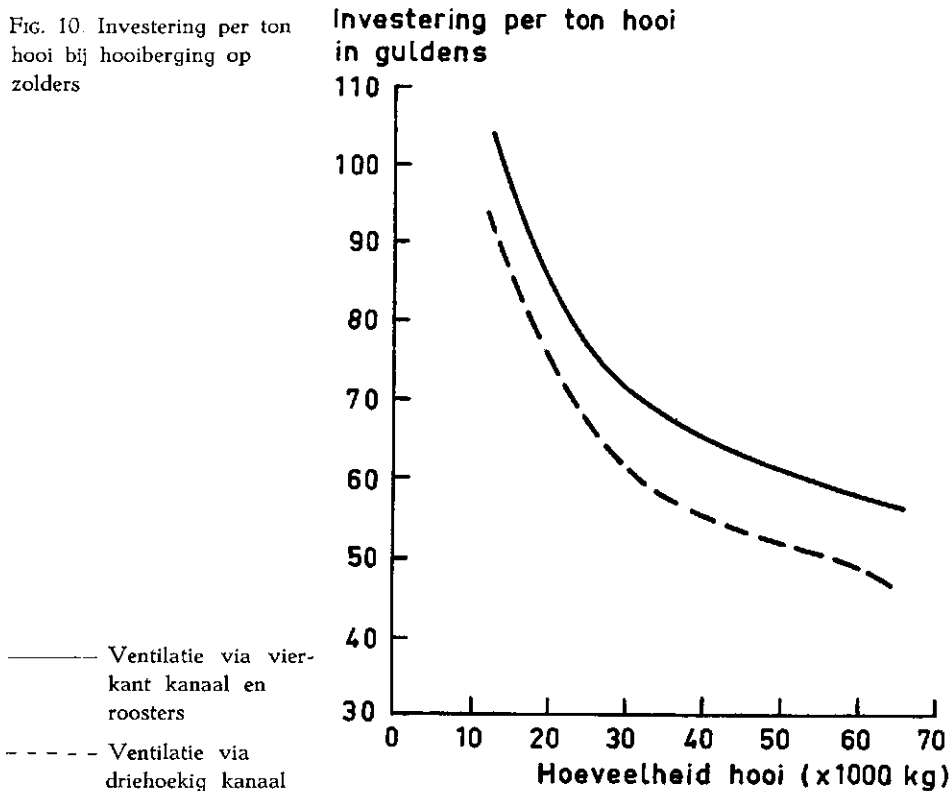
Voor hooiventilatie in de schuur, waarbij het hooi in één tas wordt opgeslagen, zijn twee methoden van ventileren van belang. Voor hooiberging in een buitenberg kunnen drie methoden van ventileren worden genoemd.

1. *Koude-luchtventilatie*

a. *Ventilator met horizontaal aanvoer kanaal*

De koude-luchtventilatie kan zowel voor één hooitas in de schuur als voor hooi in de berg worden toegepast. De ventilator wordt in het

Fig. 10. Investering per ton hooi bij hooiberiging op zolders



horizontale kanaal geplaatst. Om het verticale kanaal wordt om de 2 m een ster van lattenroosters gelegd.

b. Ventilator in afsluitstop

Bij deze methode van ventileren, waarbij de ventilator in de afsluitstop is geplaatst, wordt de afsluitstop in de kap van de berg gehangen. De ventilator perst de lucht van bovenaf door het verticale luchtkanaal in het hooi. Om dit verticale luchtkanaal komt om de 2 meter een ster van lattenroosters te liggen. Deze methode van ventileren kan alleen voor koude-luchtventilatie in buitenbergen worden toegepast.

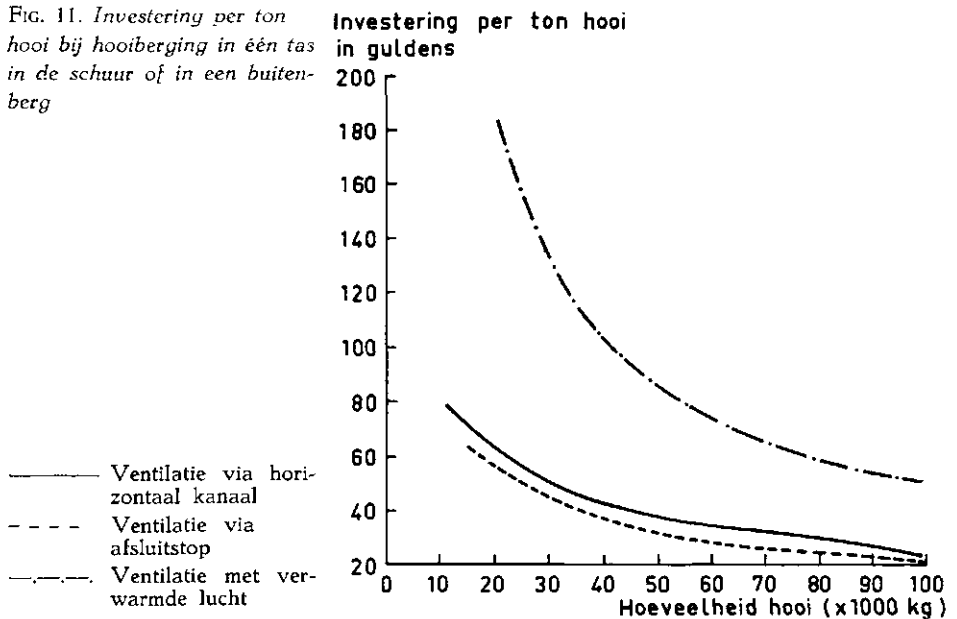
2. Warme-luchtventilatie

Bij deze methode wordt de lucht geleid via een luchtverhitter die vóór de ventilator is geplaatst. Ook bij deze methode wordt om de 2 m een ster van lattenroosters rond het verticale kanaal gelegd.

Warme-luchtventilatie met behulp van een luchtverhitter en een ventilator kan zowel voor een buitenberg als voor een tas in de schuur worden toegepast.

In bijlage II is voor een aantal bedrijven het te investeren bedrag berekend en in figuur 11 per ton hooi weergegeven.

FIG. 11. *Investering per ton hooi bij hooiberging in één tas in de schuur of in een buitenberg*



Figuur 11 toont aan dat op de bedrijven waar weinig hooi wordt gewonnen, de investering per ton hooi speciaal voor een warme-luchtinstallatie vrij hoog is. Verder blijkt dat voor de buitenbergen een schroefventilator ingebouwd in de afsluitstop goedkoper in aanschaffing is dan een gewone schroefventilator. Een bezwaar van de eerstgenoemde methode is dat hiermee niet met warme lucht geventileerd kan worden.

c. *Hooiberging in de schuur in twee of drie tassen*

Voor de hooiventilatie in de schuur waar het hooi in twee of drie tassen wordt opgeslagen, zijn twee methoden van ventileren van belang.

1. *Koude-luchtventilatie*

Hierbij perst de ventilator de lucht in het horizontale kanaal en verder via het verticale kanaal en de lattenroosters door het hooi.

2. *Warme-luchtventilatie*

Bij deze methode van hooiventilatie wordt vóór de ventilator de luchtverhitter opgesteld (zie verder bij koude-luchtventilatie)

In bijlage III is voor enkele bedrijven met meer dan één tas het te investeren bedrag bij koude- en warme-luchtventilatie berekend. In figuur 12 zijn deze bedragen per ton hooi weergegeven.

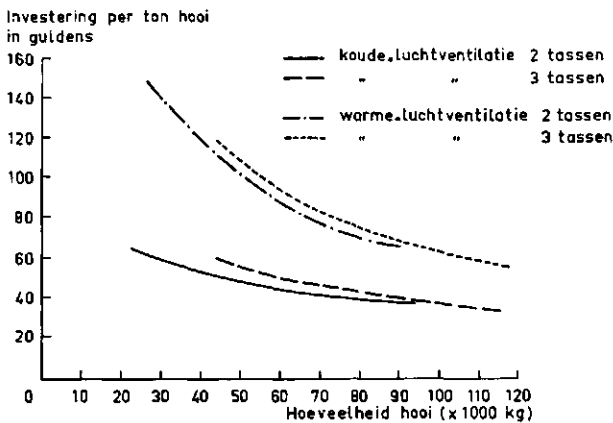


FIG. 12. Investering per ton hooi bij hooibergring in twee of drie tassen in de schuur

Ook uit figuur 12 blijkt dat op de bedrijven met weinig hooi, de aanschaf van een installatie voor warme-luchtventilatie een vrij hoge investering vraagt. Verder geeft figuur 12 aan dat, zoals te verwachten viel, de investering in een drooginstallatie op de bedrijven met twee hooitassen lager is dan op de bedrijven waar dezelfde hoeveelheid hooi in drie tassen wordt opgeslagen.

4. De jaarlijkse kosten van de hooiventilatie

In het voorgaande hebben wij gezien welk bedrag er bij benadering geïnvesteerd moet worden in een drooginstallatie. Hoewel het te investeren bedrag met het oog op de vermogenspositie van de boer van belang is, zijn uit het oogpunt van rentabiliteit de jaarlijkse kosten doorslaggevend.

Deze jaarlijkse kosten zijn:

- a. afschrijvingskosten
- b. rente over het geïnvesteerde kapitaal
- c. onderhoudskosten van de installatie
- d. stroomkosten
- e. brandstofkosten bij de warme-luchtventilatie (olie).

Wij komen tot de volgende becijferingen.

a. Afschrijvingskosten

Over de levensduur van de koude- en warme-luchtinstallatie is praktisch nog niets bekend, zodat wij een schatting moeten maken van het afschrijvingspercentage. Wij gaan uit van de volgende percentages:

ventilator en luchtverhitter	10%
luchtaanvoerkanal en afsluitstop	5%
lattenroosters	20%

Met behulp van deze percentages kunnen de afschrijvingskosten berekend worden. Bij onze berekening zijn wij uitgegaan van het prijsniveau van begin 1960.

b. *Rente van het geïnvesteerde kapitaal*

Voor rente is 4,5% over het gemiddeld geïnvesteerde kapitaal in rekening gebracht.

c. *Onderhoudskosten van de installatie*

Voor het onderhoud van de installatie (smeermiddelen, reparatie en dergelijke) kunnen de kosten geschat worden op f 100 per jaar voor de koude-luchtinstallatie en op f 150 per jaar voor de warme-luchtinstallatie.

d. *Stroomkosten*

De stroomkosten bij hooiventilatie zijn van verschillende factoren afhankelijk.

1. *Het aantal ventilatie-uren*

In de praktijk varieert het aantal draai-uren van 5 tot 25 per ton hooi droog produkt.

Wij schatten dat men normaal, om een goed produkt te verkrijgen, kan volstaan met ca. 12 uren ventileren per ton hooi.

2. *Het stroomverbruik per uur van de ventilator*

Afhankelijk van de omstandigheden varieert het noodzakelijke aantal pk's van de ventilatormotor van 1,5 tot 7,5. Het verbruik per pk is 736 Watt.

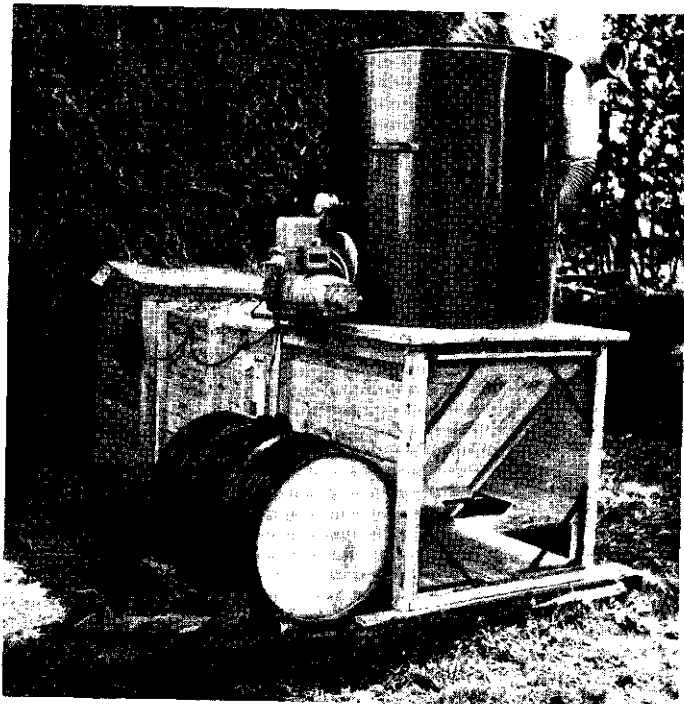


Foto 4. *Kachel voor ventilatie met warme lucht*

3. De prijs per kWh

De prijs per kWh varieert in Nederland zeer sterk en loopt uiteen van f 0,075 tot f 0,24 per kWh. Bij de berekeningen hebben wij een bedrag van f 0,10 per kWh aangehouden.

e. Oliekosten

Bij de warme-luchtventilatie worden de oliecosten bepaald door het olie-
verbruik van de luchtverhitter en de prijs per liter. In de praktijk varieert
het olie-
verbruik van 40 tot 120 liter per ton hooi.

De luchtverhitter met een capaciteit van 40 000 Kcal/h (zie blz. 24) heeft
maximaal een olie-
verbruik van 6 liter per uur. Naar schatting zal, bij 12
draai-
uren per ton hooi, deze luchtverhitter een olie-
verbruik hebben van
50 liter per ton. Ten aanzien van de olie kan men uitgaan van een prijs
van f 0,15 per liter.

Om nu een indruk te verkrijgen van de jaarlijkse kosten van de hooiventilatie, zijn voor een aantal bedrijven de totale kosten berekend.

In figuur 13 zijn de jaarlijkse kosten van de koude-luchtventilatie weergegeven en wel voor de drie meest voorkomende systemen van hooiberging.

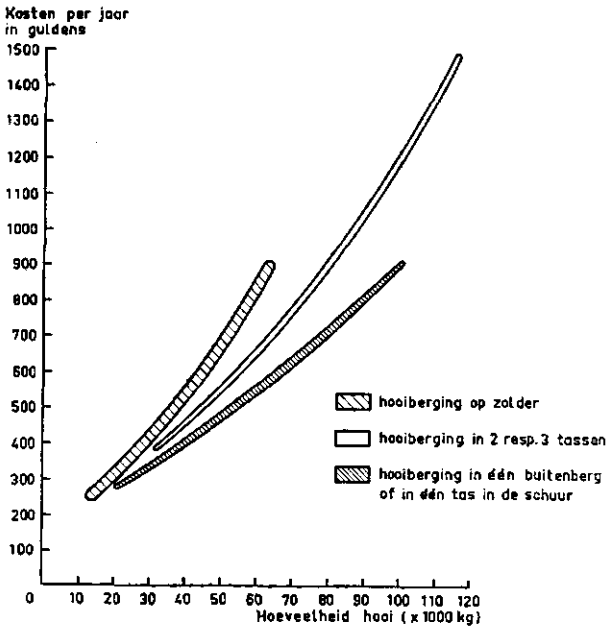


FIG. 13. De jaarlijkse kosten van koude-luchtventilatie bij verschillende systemen van hooiberging en verschillende hoeveelheden hooi

Uit figuur 13 blijkt, dat bij ventilatie met koude lucht de kosten op de bedrijven waar het hooi op zolder wordt opgeslagen het hoogst zijn.

De jaarlijkse kosten van koude-luchtventilatie zijn op bedrijven waar het hooi in één tas of buitenberg wordt opgeslagen weer lager dan op bedrijven waar het hooi in twee of drie tassen in de schuur wordt opgeslagen.

Voor dezelfde bedrijven zijn ook de jaarlijkse kosten berekend van warme-luchtventilatie en in figuur 14 weergegeven.

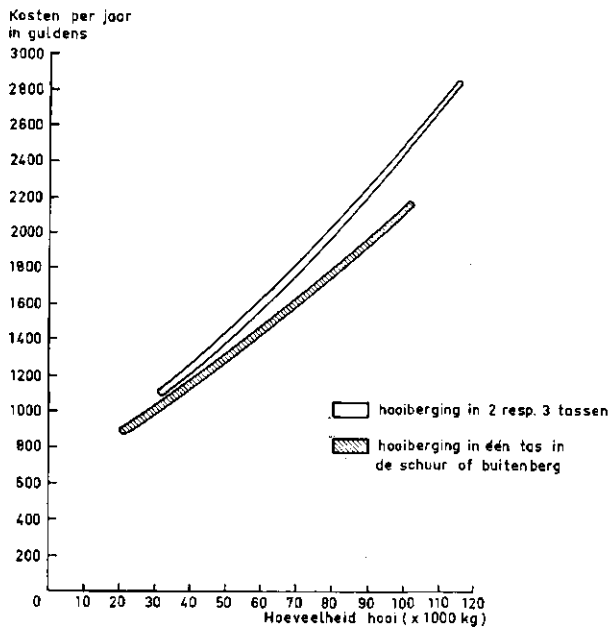


FIG. 14. De jaarlijkse kosten van warme-luchtventilatie bij verschillende systemen van hooiberging en verschillende hoeveelheden hooi

Uit figuur 14 blijkt dat bij ventilatie met warme lucht de kosten op de bedrijven waar het hooi in een buitenberg of in één tas in de schuur wordt opgeslagen, lager zijn dan op bedrijven waar het hooi in twee of drie tassen in de schuur wordt opgeslagen.

5. Samenvatting

De belangrijkste hooiwinningsmethoden, welke de laatste jaren zijn ontwikkeld, zijn die waarbij het hooi door ventilatie met koude of warme lucht wordt nagedroogd tot een produkt waarin tijdens de bewaring geen broei of schimmel voorkomt.

Aan de hand van verschillende gegevens is voor een aantal gevallen het benodigde kapitaal berekend, hetwelk hiervoor in het bedrijf geïnvesteerd moet worden.

Tevens zijn bij enkele standaardgevallen met verschillende wijzen van hooiberging de jaarlijkse kosten per ton hooi van de koude- of warme-luchtventilatie nagegaan. Bij deze berekeningen hebben wij gezien dat, uitgaande van koude lucht, op bedrijven waar het hooi op zolder wordt opgeslagen, de kosten belangrijk hoger zijn dan op bedrijven waar het hooi in één tas in de schuur of in een buitenberg is geborgen.

De jaarlijkse kosten per ton hooi, zowel van de koude- als van de warme-luchtventilatie, zijn op de bedrijven waar het hooi in één vak is opgeslagen, lager dan op de bedrijven waar het hooi in twee of drie tassen is opgeslagen.

De rentabiliteit van deze nieuwe hooiwinningsmethoden zal in het volgende hoofdstuk worden behandeld.

V. De rentabiliteit

1. Algemeen

In de voorgaande hoofdstukken is op verschillende aspecten van de belangrijkste hooiwinningsmethoden ingegaan waarbij is getracht de gegevens zo te groeperen, dat ze gebruikt kunnen worden om de voor- en nadelen met elkaar te vergelijken.

Het is wel gebleken dat de koude- en warme-luchtventilatie belangrijke voordelen kunnen bieden. De vraag is echter in hoeverre deze voordelen van invloed kunnen zijn op de financiële resultaten van het bedrijf. Met andere woorden: is het mogelijk de nieuwe hooiwinningsmethoden rendabel in het bedrijf toe te passen?

De ventilatie brengt als zodanig natuurlijk kosten met zich mee maar door de hooiventilatie kunnen verder worden beïnvloed de arbeidskosten en de voederkosten.

2. De arbeidskosten

De arbeidsbehoefte is voor de verschillende methoden van hooiwinning in hoofdstuk III berekend. De cijfers zijn berekend per ha hooi bij conventionele veldbehandeling en bij intensieve veldbehandeling gecombineerd met ventilatie.

Uit deze berekeningen blijkt dat normaliter bij intensieve veldbehandeling en koude- en speciaal bij warme-luchtventilatie belangrijk minder manuren nodig zijn dan bij het op conventionele wijze winnen van opperhooi.

Het is moeilijk een algemeen geldend cijfer te geven voor het geldelijk voordeel van deze mogelijke arbeidsbesparing. Wordt de besparing op arbeidsuren verkregen op bedrijven waar alleen met vast personeel wordt gewerkt, dan brengen deze minder te werken uren voor de boer geen direct kostenvoordeel, tenzij er minder overuren behoeven te worden gemaakt. Voor het overige wordt het voordeel bepaald door het nut van het werk dat in de bespaarde tijd wordt verricht. Wordt echter in de hooioogst met losse arbeidskrachten gewerkt, dan kan de waarde van de besparing op arbeidsuren veelal vrij eenvoudig in geld worden uitgedrukt.

De conclusie is, dat de waarde van de besparing op arbeidsuren alleen in concrete gevallen kan worden aangegeven en dus voor elk bedrijf afzonderlijk bekeken moet worden.

Op een aantal bedrijven waar de hooiventilatie reeds wordt toegepast, is ook geconstateerd dat de arbeidsorganisatie en de arbeidsaanwending bij de hooioogst eenvoudiger zijn geworden. Onder andere omdat het hooi met een hoger vochtgehalte kan worden ingeschuurd, kan eerder op de dag met inschuren worden begonnen, zodat per dag meer werk kan worden verzet. Een dergelijk voordeel heeft geen *direct* zichtbaar gevolg voor de rentabiliteit van het bedrijf, maar is voor de boer toch zeker van belang.



Foto 5. De ronde afsluitdop heeft beneden een kleinere doorsnede dan boven

Wat uit het oogpunt van de arbeidskosten weer wel een te benaderen financieel voordeel kan geven is, dat door de hooiventilatie broei kan worden voorkomen, hetgeen betekent dat arbeidskosten ten gevolge van hooibroei achterwege blijven. Als broei voorkomt zal immers in veel gevallen het hooi omgezet moeten worden en meestal zullen hiervoor extra arbeidskosten gemaakt moeten worden. Eventuele aantrekking van extra arbeid zal veelal plaats hebben in de vorm van burenhulp en inschakeling van losse arbeidskrachten en het één en ander gaat meestal gepaard met financiële offers. In de praktijk zijn hiervoor bedragen uitgegeven van f 200 tot f 800 per bedrijf, afhankelijk van de mate van broei, de hoeveelheid hooi en de plaats waar het hooi is opgeslagen. Het ontstaan van dergelijke extra arbeidskosten kan door hooiventilatie volledig worden voorkomen.

3. De voederkosten

In hoofdstuk II is naar voren gekomen dat met de koude- of warme-luchtventilatie de hooibroei kan worden voorkomen. Hooibroei gaat gepaard met voederwaardeverliezen, zoals geïllustreerd wordt in figuur 6. Op de bedrijven waar hooibroei is opgetreden zal over het algemeen meer voer aangekocht moeten worden en vooral duur eiwitrijk krachtvoer.

In de hoofdstukken I en II is verder naar voren gekomen dat door inschakeling van koude- of warme-luchtventilatie de voederwaardeverliezen op het veld sterk beperkt kunnen worden door inkrimping van het aantal velddagen, in welk opzicht ook de wijze van veldbehandeling van groot belang is. Dit heeft tot gevolg dat het geventileerde hooi een betere kwaliteit heeft dan opperhooi of ruitershooi. Deze betere hooikwaliteit kan voor de bedrijven tot gevolg hebben dat er voor het rundvee minder voer aangekocht behoeft te worden en dan vooral minder eiwitrijk voer.

Niet alleen de kwaliteit is echter beter, doch ook de opbrengst per ha is bij de moderne hooiwinningsmethoden hoger dan bij het vanouds bekende winnen van opperhooi of ruitershooi.

In tabel 11 is de hooiopbrengst per ha en de analyse van de verschillende hooisoorten weergegeven.

Bij deze gegevens moet worden opgemerkt dat wij ons op dezelfde hoeveelheid en kwaliteit gras hebben gebaseerd. Bij het gebroeide opperhooi is uit-

gegaan van zware broei, waarbij 30% van de totale hoeveelheid zeer van de broei heeft geleden.

TABEL 11. Opbrengst en kwaliteit van verschillende soorten hooi bij matig oogstweer

Omschrijving	Opbrengst per ha in kg	Gehalten in het materiaal		
		ds %	vre %	ZW %
Opperhooi, geen broei	3300	82	6,8	32
Opperhooi, zware broei	3150	82	5,6	31
Ruiterhooi	3440	82	6,8	33
Geventileerd hooi (koude lucht)	3500	82	7,4	35
Geventileerd hooi (warme lucht)	3500	82	7,7	38

Om nu een indruk van de waarde van deze verschillende hooisoorten in bedrijfsverband te verkrijgen, zijn voor een aantal weidebedrijven en gemengde bedrijven de voederkosten van het rundvee berekend.

Voor elk bedrijf zijn vijf maal de voederkosten van het rundvee berekend, waarbij voor elke berekening is uitgegaan van één van de in tabel 11 genoemde hooisoorten.

Wat de hooiopbrengst per ha en de kwaliteit betreft, zijn wij eveneens uitgegaan van de gegevens van tabel 11, waarbij wij aannemen dat de betere kwaliteit hooi volledig in het bedrijf tot waarde kan worden gebracht.

Voor het overige ruwvoer is uitgegaan van de hoeveelheid en kwaliteit zoals deze op de betrokken bedrijven zijn gewonnen.

De voederbehoefte van het vee is verder gedekt door de aankoop van ruwvoer en krachtvoer. Op deze wijze zijn voor elk bedrijf en voor elke hooisoort de voederkosten bepaald.

In figuur 15 zijn voor elk bedrijf de meerdere of mindere voederkosten ten opzichte van het niet gebroeide opperhooi aangegeven.

Uit figuur 15 blijkt, dat wanneer op de bedrijven zware broei is voorgekomen, er voor ongeveer f 15 per ton hooi extra voer bijgekocht moet worden. Over het algemeen moet op deze bedrijven meer eiwitrijk krachtvoer (rundveemeel D) worden aangekocht.

Ruiterhooi kan ten opzichte van het niet gebroeide opperhooi een besparing op voerkosten geven van ongeveer f 11 per ton hooi. Deze besparing is hoofdzakelijk te realiseren door de aankoop van minder eiwitrijk krachtvoer.

Het met koude lucht geventileerde hooi kan ten opzichte van het ongebroeide opperhooi een besparing aan voerkosten geven van ongeveer f 20 per ton hooi. Er kan met minder krachtvoer en minder eiwitrijk krachtvoer worden volstaan. De voederbehoefte kan in het algemeen met rundveemeel B worden gedekt.

Ten slotte blijkt uit figuur 15 dat ten opzichte van het ongebroeide hooi voor het met warme lucht geventileerde hooi een besparing op voederkosten van ca. f 30 kan worden berekend. De voederbehoefte kan worden gedekt door de aankoop van eiwitarm krachtvoer (rundveemeel A).

Meer of minder voederkosten
t.o.v. niet gebroeid opperhooi
in guldens

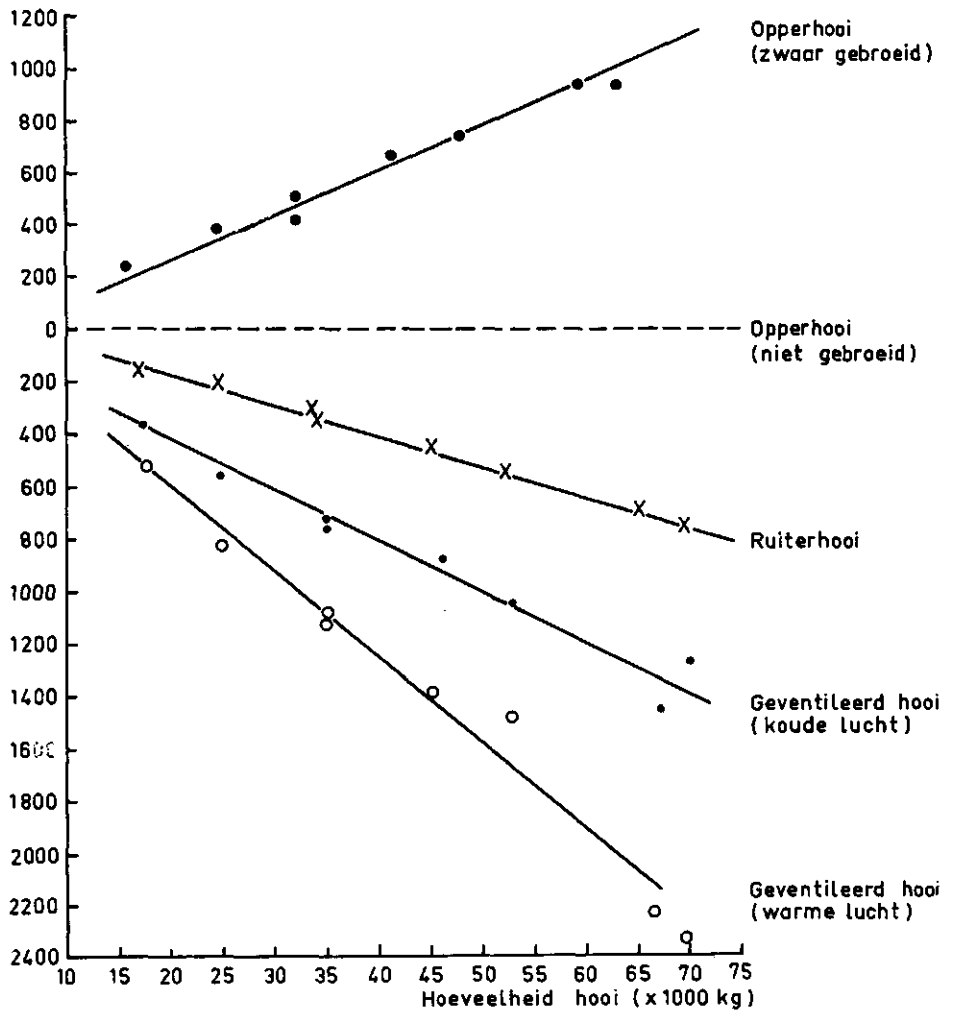


FIG. 15. De voederkosten bij verschillende soorten hooi ten opzichte van niet gebroeid opperhooi

VI. Nabeschouwing en conclusies

Bij de voederwinning op de bedrijven speelt het weerrisico een zeer belangrijke rol. Elk jaar wordt nog hooi ingeschuurd met een te hoog vochtgehalte waarin tijdens de bewaring broei voorkomt, hetgeen soms brand veroorzaakt en immer leidt tot min of meer ernstige verliezen aan voederwaarde. (Totale schade 6 à 10 miljoen gulden per jaar.)

De onderzoekers in de landbouw zijn, te zamen met de praktijk, steeds bezig nieuwe oogstmethoden te ontwikkelen, waarbij het weerrisico beperkt kan worden. De hooiwinningsmethoden welke vooral de laatste jaren naar voren zijn gekomen, zijn die waarbij gebruik wordt gemaakt van de koude- en warme-luchtventilatie.

Bij de koude-luchtventilatie wordt het hooi met *maximaal* 35% vocht ingeschuurd en bij warme-luchtventilatie is *maximaal* 45% vocht toelaatbaar. Het hooi wordt door ventilatie met koude of warme lucht gedroogd tot een produkt waarin tijdens de bewaring geen broei of schimmel voorkomt.

Vooraf door een intensieve veldbehandeling kan bij deze nieuwe hooiwinningsmethoden het weerrisico verder sterk worden beperkt. Bij matig oogstweer en bij conventionele veldbehandeling is het aantal benodigde velddagen voor opperhooi ongeveer 13. Eveneens bij matig oogstweer, doch door toepassing van intensieve veldbehandeling en koude-luchtventilatie, kan het aantal velddagen worden teruggebracht op 7 dagen. Past men in plaats van koude-, warme-luchtventilatie toe, dan kan het aantal benodigde velddagen tot 5 worden ingekrompen.

De beperking van het weerrisico heeft ten gevolge dat de voederwaardeverliezen op het veld ten dele voorkomen kunnen worden. Zo blijken (bij matig oogstweer) de voederwaardeverliezen bij het met koude lucht geventileerde hooi 7% droge stof, 12% vre en 9% ZW minder te zijn dan bij het opperhooi. Bij de warme-luchtventilatie blijken de voederwaardeverliezen 9% droge stof, 15% vre en 13% ZW minder te zijn dan bij het opperhooi.

Indien tijdens de normale bewaring van het hooi geen broei voorkomt, dan zijn de voederwaardeverliezen niet van groot belang. Komt er echter wel hooibroei voor, dan kunnen zeer hoge voederwaardeverliezen het gevolg zijn. Als wij ervan uitgaan dat bij de hooibroei ongeveer 30% van de totale hooihoeveelheid is betrokken, dan kunnen wij voor de totale hoeveelheid hooi de volgende bewaringsverliezen verwachten:

Licht gebroeid hooi	: 6% vre	3% ZW
Matig gebroeid hooi	: 12% vre	5% ZW
Zwaar gebroeid hooi	: 21% vre	9% ZW
Zeer zwaar gebroeid hooi	: 28% vre	14% ZW

Het blijkt dus dat door hooiventilatie een belangrijk beter produkt kan worden verkregen; echter niet alleen een beter produkt, maar ook wordt meer hooi per ha verkregen. Indien deze betere hooikwaliteit en de grotere hoeveelheid volledig in het bedrijf kunnen worden aangewend, dan kan — zoals blijkt uit figuur 15 — een belangrijke besparing op voederkosten worden gerealiseerd.

De hooiventilatie heeft verder als voordeel dat de arbeidsorganisatie tijdens de hooioogst eenvoudiger wordt en dat de hooioogst minder uren vraagt. Vooral op de bedrijven waar goede hooibouwmachines aanwezig zijn, kan door een intensieve veldbehandeling een besparing op arbeidsuren worden verkregen. Het voordeel van de besparing op arbeidsuren kan niet eenvoudig worden weergegeven door het aantal bespaarde uren te vermenigvuldigen met een bepaald uurloon. Het eenvoudigste is de berekening als een duidelijke vermindering van het aantal uren van losse arbeidskrachten of een afneming van het aantal overuren van een en ander het gevolg is.

Bedrijfseconomisch gezien bestaan de voornaamste voordelen van de hooiventilatie gecombineerd met intensieve veldbehandeling uit een besparing op de voederkosten en mogelijkerwijs een besparing op de arbeidskosten. Hier staat tegenover dat de hooiventilatie ook geld kost. Voor een aantal bedrijven zijn de ventilatiekosten begroot en wel voor de drie meest voorkomende systemen van hooiberging, nl. hooiberging op zolders, in een buitenberg of een tas in de schuur en in twee of drie tassen in de schuur.

Beschouwen wij deze ventilatiekosten voor de verschillende systemen van hooiberging, dan blijkt dat de kosten op de bedrijven waar het hooi op zolders moet worden geborgen vrij veel hoger zijn dan voor de andere systemen van hooiberging. De ventilatiekosten blijken op de bedrijven waar het hooi in één tas of in een buitenberg is opgeslagen, lager te zijn dan op de bedrijven waar het hooi in twee of drie tassen is opgeslagen.

Met betrekking tot de koude-luchtventilatie kunnen wij met behulp van de gegevens uit figuur 13 en figuur 15 concluderen dat, alleen al uit een oogpunt van voederkosten, over het algemeen deze methode van bewaring rendabel op de bedrijven kan worden aangewend. Wij gaan hierbij uit van de veronderstelling, dat de betere hooikwaliteit nuttig in het bedrijf kan worden aangewend en dat op het betrokken bedrijf praktisch geen broei voorkwam.

Met behulp van de gegevens uit figuur 14 en 15 kunnen wij ten aanzien van de warme-luchtventilatie concluderen dat deze methode pas rendabel kan zijn, wanneer er meer dan 40 ton hooi wordt gewonnen. Ook bij deze conclusie gaan wij van de veronderstelling uit dat de betere hooikwaliteit en de grotere

kwantiteit volledig in het bedrijf kunnen worden aangewend en broei zelden voorkwam. Nemen wij aan dat geregeld aanzienlijke verliezen door hooibroei optraden, dan kan gesteld worden dat warme-luchtventilatie reeds uit kan op bedrijven waar meer dan 30 à 35 ton hooi wordt gewonnen. De voordelen van ventilatie met koude lucht zijn dan nog groter.

De hooiventilatie is dus een methode van bewaring die voor de toekomst belangrijke perspectieven kan bieden, vooral wanneer daarbij tevens een intensieve veldbehandeling wordt toegepast. Men krijgt dan een methode van hooiwinning waarmee het weerrisico sterk kan worden beperkt, broei en schimmel kunnen worden voorkomen, een betere kwaliteit hooi kan worden verkregen alsmede een besparing op arbeidsuren, terwijl de bedrijfsorganisatie eenvoudiger wordt.

Foto's :

Het I.L.R. en het I.B.V.L. stelden welwillend enkele foto's ter beschikking.

I.L.R. : de foto's 1, 2 en 4

I.B.V.L. : de foto's 3 en 5

Literatuur

1. Ir. P. WIERTSEMA *Grasland en graslandprodukten* (Ministerie van Landbouw, 1956), p. 90—116
2. Dr. C. KRAMER *Berekening van de gemiddelde grootte van de verdamping voor de verschillende delen van Nederland volgens de methode van Penman; Med. en Verh. van het K.N.M.I., nr. 70 (1957)*
3. Ir. D. VAN DER SCHAAF *Machinale hooibewerking; Publikatie-serie A, nr. 6 van het I.B.V.L., 1957*
4. Ir. S. BOSCH en J. A. KEUNING *De invloed van verschillende bewerkingsmethoden op het droogproces van hooigras; Gest. Versl. van Interprovinciale Proeven, nr. 59 (1958)*
5. Dr. N. D. DIJKSTRA *Grasland en graslandprodukten* (Ministerie van Landbouw, 1956), p. 47—61
6. Ir. D. VAN DER SCHAAF *Grasland en graslandprodukten* (Ministerie van Landbouw, 1956), p. 79—89
7. Dr. N. D. DIJKSTRA en ir. D. VAN DER SCHAAF *Verslagen van Landbouwkundige Onderzoekingen, nr. 63.9 (1957)*
8. B. J. VAN PUTTEN en ir. A. MOENS *Arbeidsmethoden in de hooioogst; Publikatie nr. 46 van het I.L.R., 1958*

KAPITAALBEHOEFTE BIJ HOOVENTILATIE OP ZOLDERS
Bijlage I

Zolderopper- vlakke in m ²	Totale hoeveelheid hooi x 1000 kg	Ventilator		Vierkant lucht- aanvoerkanaal		Lattenroosters		Aanleg- kosten en kosten luchtdicht maken van de zoldervloer in gld.	Totaal benodigd kapitaal in gld.
		pk	bedrag in gld.	m	bedrag in gld.	m	bedrag in gld.		
<i>a. Bij vierkant houten lucht- aanvoerkanaal</i>									
50	13	1½	600	6	450			300	1350
65	17	2	650	7	500	10	45	330	1525
80	21	2½	780	8	550	12	50	360	1740
100	26	2½	890	9	600	20	90	400	1980
120	31	3	850	10	750	24	100	440	2140
140	36	4	950	11	840	30	120	530	4240
170	43	5	1000	13	1000	40	170	600	2770
200	52	6	1150	14	1100	50	200	650	3100
240	63	7½	1200	16	1400	60	250	700	3630
<i>b. Bij driehoekig houten luchtaanvoerkanaal</i>									
50	13	1½	600	2	150	4½	160½	300	1210
65	17	2	650	2	150	5½	200½	330	1330
80	21	2½	780	2	150	6½	240½	360	1530
100	26	2½	890	2	150	7½	280½	400	1720
120	31	3	850	2	160	8½	400½	440	1850
140	36	4	950	2	160	9½	450½	530	2090
170	43	5	1000	2	180	11½	650½	600	2430
200	52	6	1150	2	180	12½	700½	650	2680
240	63	7½	1280	2	200	14½	800½	700	2980

1) Hier worden geen lattenroosters gebruikt, maar een driehoekig kanaal

KAPITAALBEHOEFTE BIJ HOORBEGING IN EEN TAS OF BERG

Bijlage II

Oppervlakte in m ²	Inhoud in m ³	Totale hoeveelheid x 1000 kg	Ventilator		Luchtaan- voertkanaal m in bedrag in gld.	Latten- roosters m in bedrag in gld.	Bedrag afsluitstop in gld.	Aanleg- en aansluit- kosten in gld.	Kapitaal- behoefte koude-lucht- ventilatie in gld.	Luchter- hitter incl. aanleg- en aansluit- kosten in gld.	Kapitaal- behoefte warme-lucht- ventilatie in gld.		
			pk in gld.	bedrag in gld.									
a. Schroefventilator													
25	160	20	2	650	3	200	10	50	90	200	1190	2500	3690
42	250	31	2 1/2	890	4	250	20	90	90	200	1520	2500	4020
49	350	44	3	810	4	250	32	140	90	200	1490	2500	3990
64	450	56	4 1/2	1240	5	370	45	180	90	250	2130	2500	4630
72	550	70	4 1/2	1300	6	450	50	200	90	250	2290	2500	4790
90	700	88	5	1050	7	580	55	220	90	250	2190	2500	4690
100	800	100	6	1160	8	650	60	240	90	300	2440	2500	4940
b. Schroefventilator in afsluitstop													
42	250	31	3	1120	—	—	20	90	—	275	1485	—	—
49	350	44	3	1120	—	—	32	140	—	275	1535	—	—
72	550	70	5	1300	—	—	50	200	—	350	1850	—	—
90	700	88	5	1300	—	—	55	220	—	350	1870	—	—
100	800	100	6	1410	—	—	60	240	—	400	2050	—	—

KAPITAALBEHOEFTE BIJ HOOIBERGING IN TWEE RESP. DRIE TASSEN **Bijlage III**

Oppervlakte in H ²	Inhoud in H ³	Totale hoeveelheid in 1000 kg	Ventilator		Luchtaan- voerkanaal		Latten- roosters		Bedrag afsluitstop in gld.	Aanleg- en aansluit- kosten in gld.	Kapitaal- behoefte koude-lucht- ventilatie in gld.	Luchtver- hitter incl. aanleg- en aansluit- kosten in gld.	Kapitaal- behoefte warme-lucht- ventilatie in gld.
			pk in gld.	bedrag in gld.	m in gld.	bedrag in gld.	m in gld.	bedrag in gld.					
a. Hooibergen in 2 tassen													
40	250	31	3	870	7	420	15	70	180	225	1765	2500	4265
50	350	44	3	1130	9	670	20	90	180	225	2295	2500	4795
60	450	56	4	1260	9	700	25	110	180	250	2500	2500	5000
70	500	63	5	1340	10	800	35	150	180	275	2745	2500	5245
90	700	90	7	1860	11	850	50	200	180	300	3390	2500	5890
b. Hooiberging in 3 tassen													
60	360	45	3	1130	12	900	25	110	270	225	2635	2500	5135
60	450	56	4	1260	12	900	25	110	270	250	2790	2500	5290
75	525	66	5	1340	13	1050	32	140	270	275	3075	2500	5575
90	675	84	7	1860	15	1250	42	180	270	300	3860	2500	6360
100	800	100	8	1360	16	1400	50	200	270	325	3555	2500	6055
115	920	115	9½	1630	17	1500	65	250	270	350	4000	2500	6500

Inhoudsopgave

	<i>Blz.</i>
Woord vooraf	3
Inleiding	5
I. Voederwinning en weerrisico	7
1. De voederwinning en het weerrisico	
2. Het drogen op het veld	
3. Samenvatting	
II. Voederwaardeverliezen	12
1. De voederwaardeverliezen op het veld	
2. De voederwaardeverliezen bij bewaring	
3. Samenvatting	
III. De arbeidsbehoefte voor de hooiwinning	18
1. Algemeen	
2. De conventionele veldbehandeling	
3. De intensieve veldbehandeling	
4. Samenvatting	
IV. De ventilatiekosten	22
1. Algemeen	
2. De installatie	
3. Het te investeren kapitaal	
4. De jaarlijkse kosten van de hooiventilatie	
5. Samenvatting	
V. De rentabiliteit	33
1. Algemeen	
2. Arbeidskosten	
3. Voederkosten	
VI. Nabeschuwing en conclusies	37
Literatuuropgave	40
Bijlagen	