

## BADANIA DOTYCZĄCE SUSZENIA SIANA W SAŚIEKU STODOŁY W HOLANDII

P. WIERTSEMA

IBVL — Wageningen — Holandia

### 1. WSTĘP

W Holandii istnieje około 175 000 prywatnych gospodarstw rolnych obejmujących powierzchnię 2 300 000 ha.

Z tych 2 300 000 ha użytków rolnych 1 300 000 ha stanowią trwałe użytki zielone, a 40 000 krótkotrwałe użytki zielone. Na tych użytkach hoduje się przeszło 3 miliony sztuk bydła. Tam, gdzie występują na ogół użytki zielone trwałe przeważa gospodarka mleczna. Stąd też Holandia, mimo stosunkowo małej powierzchni użytkowej i dużej gęstości zaludnienia, eksportuje wielkie ilości wyrobów mleczarskich.

Roczna produkcja mleka wynosi 5 milionów ton.

Aby zabezpieczyć hodowlę bydła rogatego w paszę na okres zimy przygotowuje się w naszych gospodarstwach wiejskich w okresie wiosny i lata siano i kiszonki. Produkuje się około 3 do 4,5 milionów ton siana i około 9 milionów ton kiszonki rocznie.

### 2. SUSZENIE I PRZECHOWYWANIE SIANA W PRAKTYCE

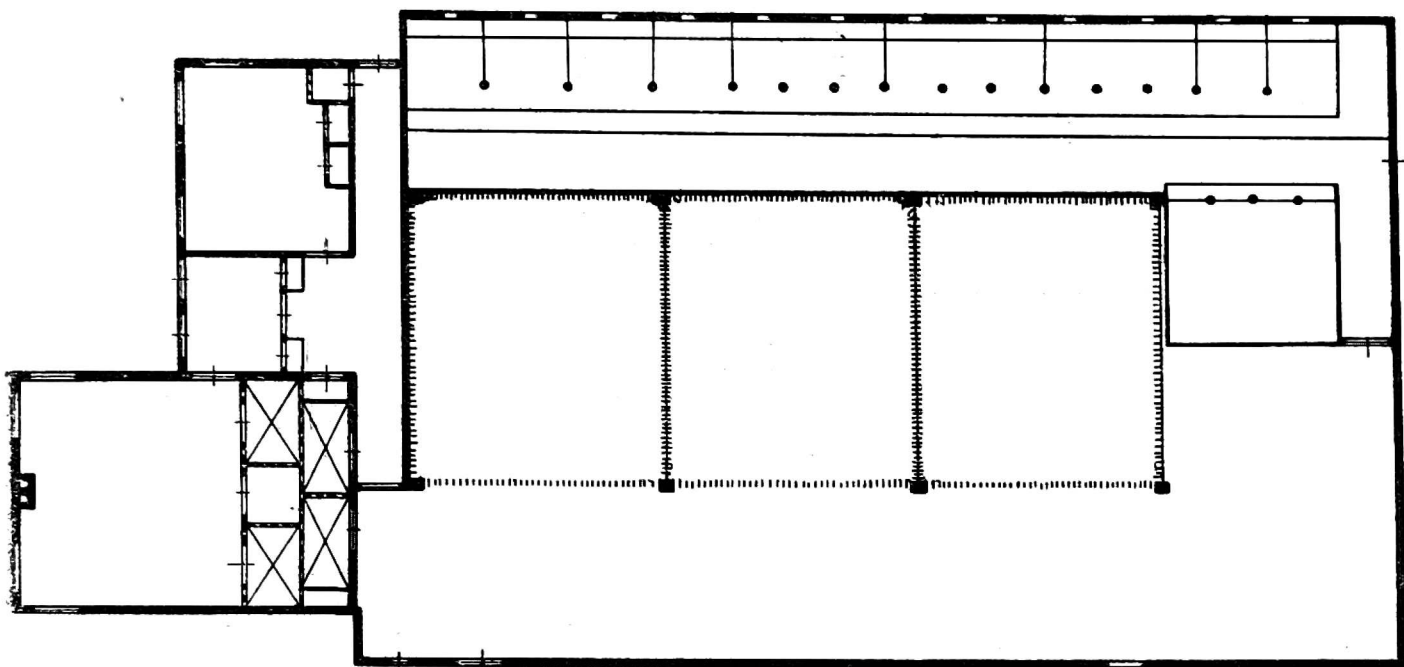
Kilka lat temu były w praktyce stosowane głównie dwa sposoby suszenia siana.

- a) Układanie w kopki.
- b) Suszenie na kozłach.

Pierwszy sposób praktykowany jest jeszcze dzisiaj w większości gospodarstw. W związku z tym, że klimat Holandii jest zmienny nawet w czasie sianokosów (opady 1958 wynosiły w maju 59 mm, a w czerwcu i w lipcu 89 mm), trawa po skoszeniu musi schnąć na łące przeciętnie 12 do 15 dni, zanim ją można przewieźć do stodoły. Po kilku dniach układa się ją w kopki, w których podsycha. Kopki układa się po to, by straty, jakie mógłby wyrządzić deszcz były mniejsze.

Mimo stosowania tego sposobu suszenia siana powstają dość duże straty paszy. Straty te wynoszą dla suchej masy 20 %, dla białka około 40 % i dla skrobi około 50 %.

Drugi sposób: suszenie na kozłach, znajduje zastosowanie w gospodarstwach prowadzonych intensywnie i zmierza do ograniczenia strat, jakie mógłby spowodować klimat. Siano zawierające około 50% wody układa się na kozłach. Tam pozostaje ono przez 3 do 4 tygodni celem podsuszenia. Ale również i przy zastosowaniu tego sposobu powstają niemałe straty w strawnej substancji suchej, białku i skrobi. Powstają one m. in. na skutek zwiewania siana i oddychania siana. Po wysuszeniu składa się siano



Rys. 1. Przekrój pomieszczenia z siasiekiem na siano  
Section of a premise with a partition for hay storing

w stodole. Ten sposób podsuszania siana jest bardziej pracochłonny niż przy układaniu kopek i dlatego też jest jeszcze mało stosowany w obecnej chwili.

Istnieją obecnie głównie trzy sposoby przechowywania siana:

a) Przechowywanie w siasieku stodoły, który mieści się pod tym samym dachem co stajnie dla bydła i szopa na narzędzia. Układa się tam siano na wysokość od 5—7 metrów (rys. 1).

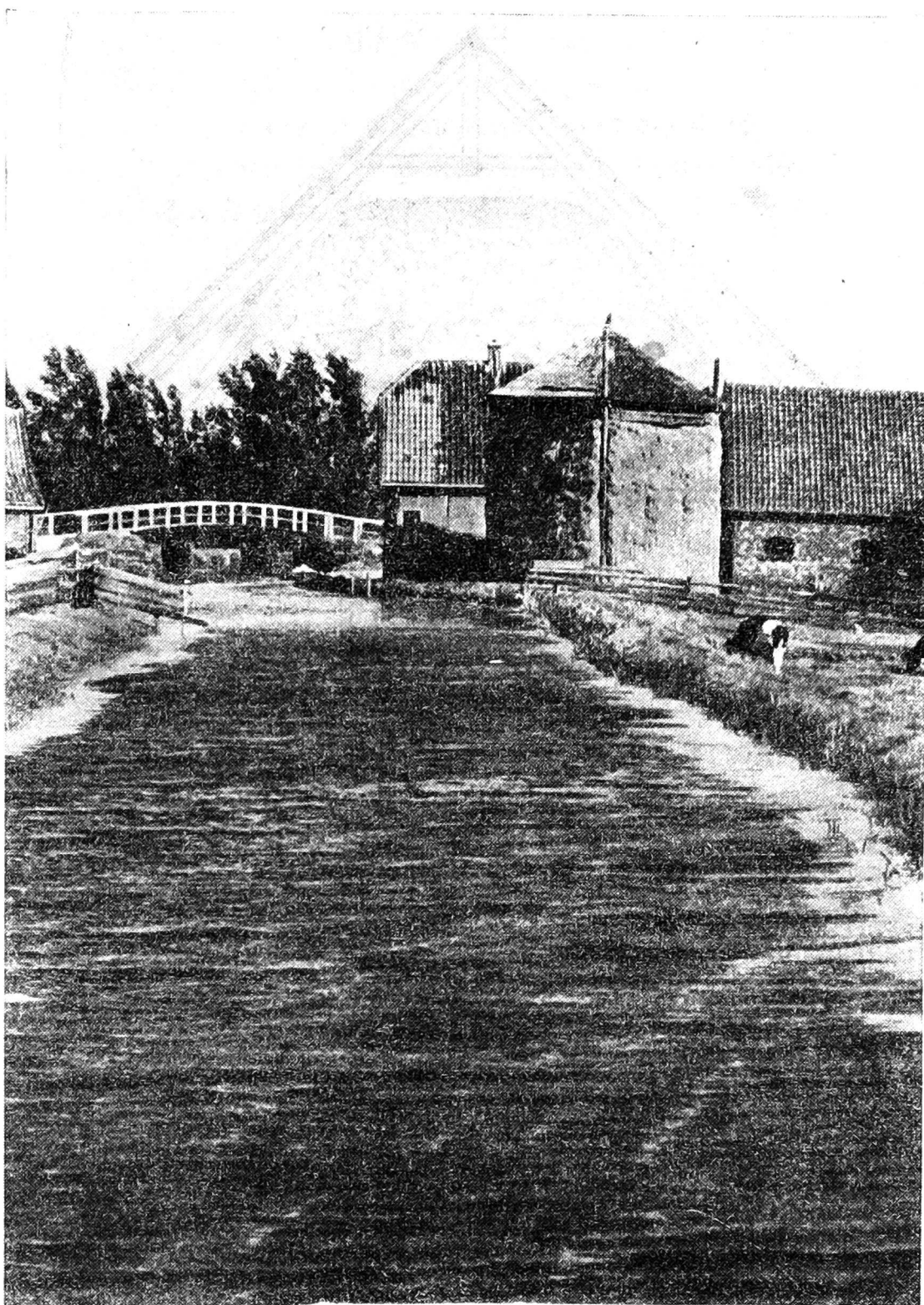
b) Przechowywanie siana w brogu, pod dachem umieszczonym na czterech słupach poza zabudowaniami gospodarskimi (rys. 2).

c) Przechowywanie siana na strychach (poddaszach użytkowych) (rys. 3).

Pierwsze dwa sposoby są częściej stosowane aniżeli trzeci.

Na skutek zmiennej pogody, często dostaje się do stodoły siano zawierające zbyt wielką ilość wody. Powstaje przez to przegrzanie, które znacznie zmniejsza wartość paszy. Mogą nawet powstać pożary.

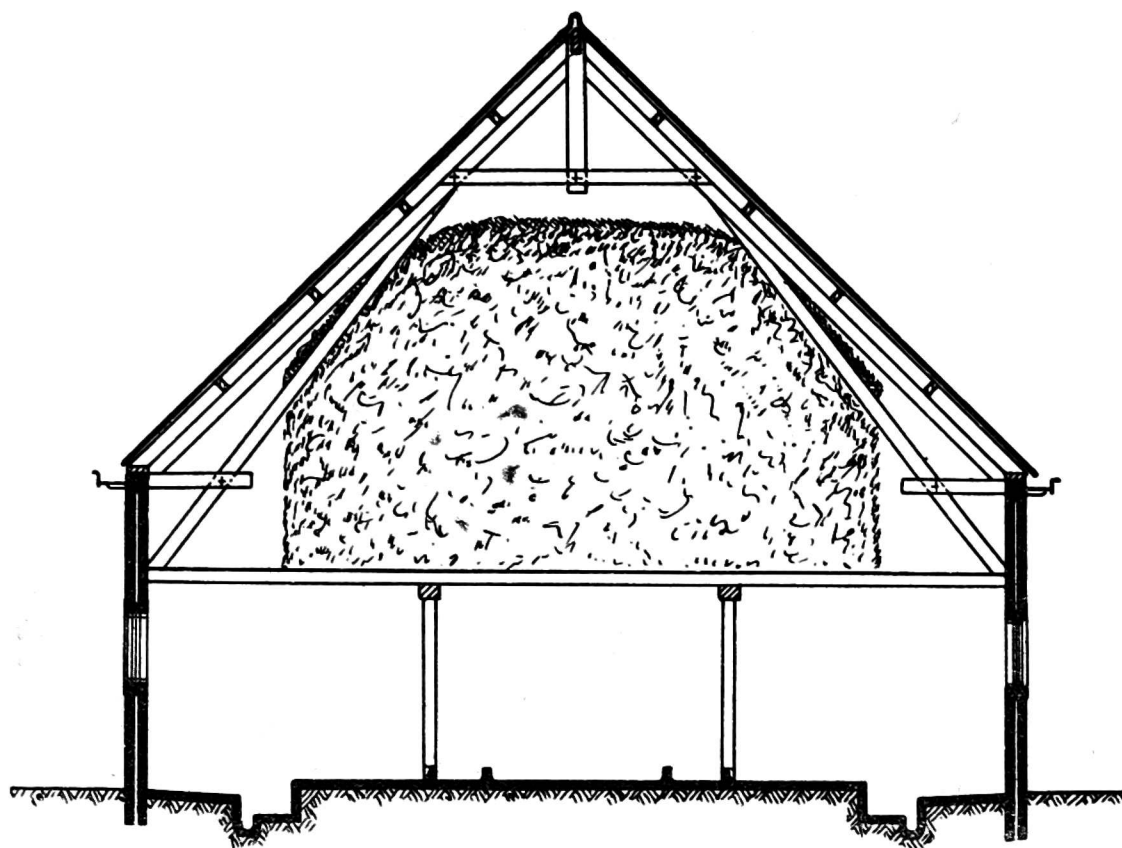
Ogólna wysokość strat poniesionych na skutek przegrzania wynosi rocznie od 9 do 10 milionów guldenów.



Rys. 2. Bróg z sianem  
Dutch barn with hay

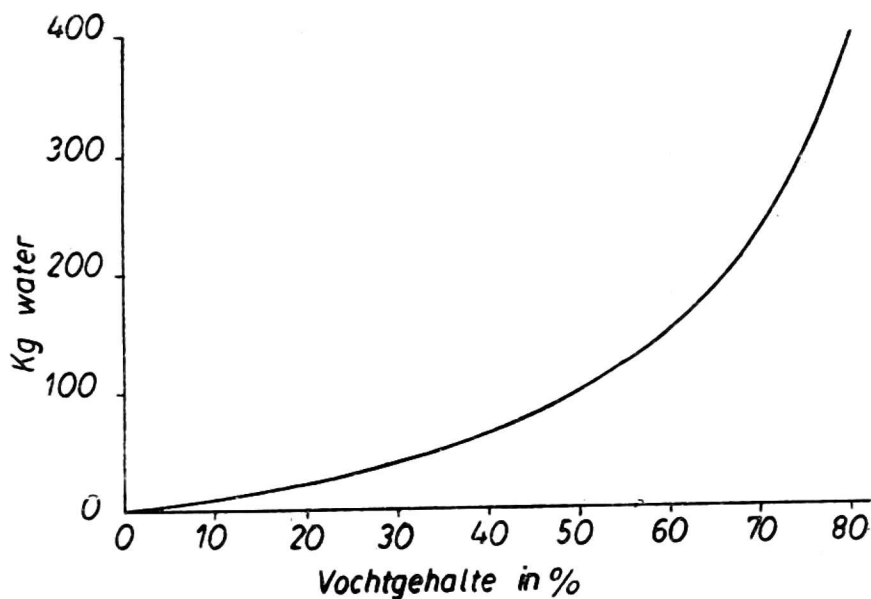
### 3. SZYBKOŚĆ WYSYCHANIA SIANA NA ŁĄCE

Rysunek 4 przedstawia ilość kilogramów wody przypadającą przy rozmaitych zawartościach wody w trawie na 100 kg suchej masy. Należy przyjąć, że przy sprzyjających warunkach regularne rozrzucanie zmniejsza codziennie zawartość wody o 10%. Przy koszeniu trawa zawiera około 60% wody. Przy dobrych warunkach atmosferycznych można tę ilość zredukować do 20% w ciągu 6 dni. Jest to zawartość wody, przy której można siano bez obawy o przegrzanie przechowywać. W ciągu 3 dni można obniżyć zawartość wody do 50%, a w ciągu 4 dni do 40% itd.



Rys. 3. Przechowywanie siana na poddaszu  
Hay storing in the loft room

Z rysunku 4 wynika, że przy zawartości wody wynoszącej 50%, trzy czwarte wody znajdującej się poprzednio w trawie odparowało. Usunięcie ostatnich 80 kg wody z siana wymaga bardzo wiele czasu i stwarza wielkie ryzyko.



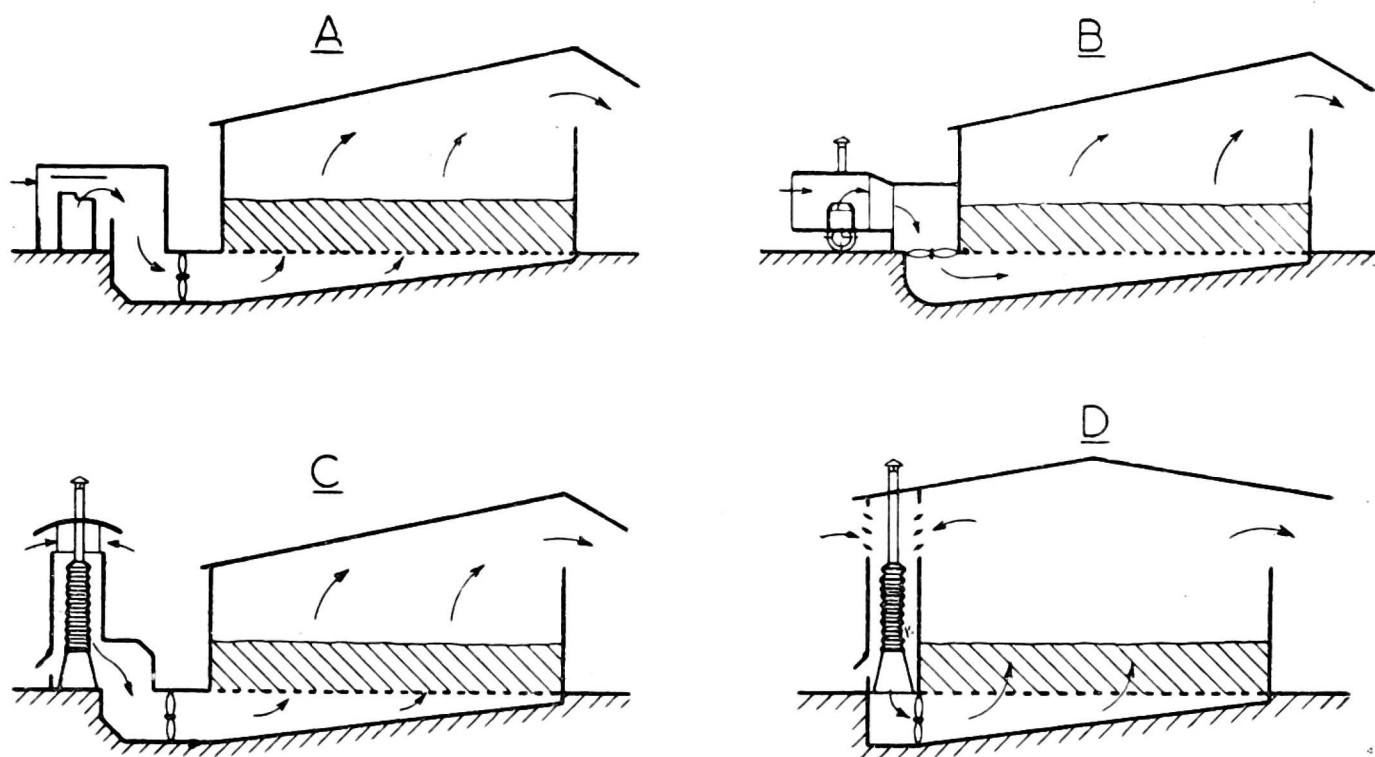
Rys. 4. Ilość kg wody w trawie o różnej wilgotności  
na 100 kg suchej masy  
Kilograms of water contained in grass of various  
moisture by 100 kg of dry matter

Z tego powodu usiłowano znaleźć sposób sztucznego usunięcia z siana pozostałych 80 kg wody już w stodole. Pozwoliłoby to na całkowite zmechanizowanie sianokosów (np. przy pomocy transportera lub ładowacza

czołowego). Przy kópkowaniu siana i przy układaniu na kozłach jest to proceder uciążliwy. Ale o ile nie jest już konieczne, by trawa całkowicie wyschła na łące, to także w warunkach holenderskiego klimatu wystarcza przeważnie wysuszenie jej w pokosie. Dlatego też usiłowano początkowo znaleźć sposób dosuszania siana zawierającego 50% wody.

#### 4. SUSZENIE W ODDZIELNYM BUDYNKU

Przeprowadza się je w odosobnionym małym budynku, w którym układa się siano na kratowanej podłodze. Wysokość warstwy siana wynosi 3 m. Suszy się je w ciągu dwu do trzech dni przy pomocy powietrza, które zostało bezpośrednio podgrzane o 20° do 30° C. Urządzenie to przedstawiono na rysunku 5. Koszty suszenia 1 tony siana wynoszą 30 do 35 gul-



Rys. 5. Urządzenie do suszenia siana w oddzielnym budynku

A device for hay drying in a separate building

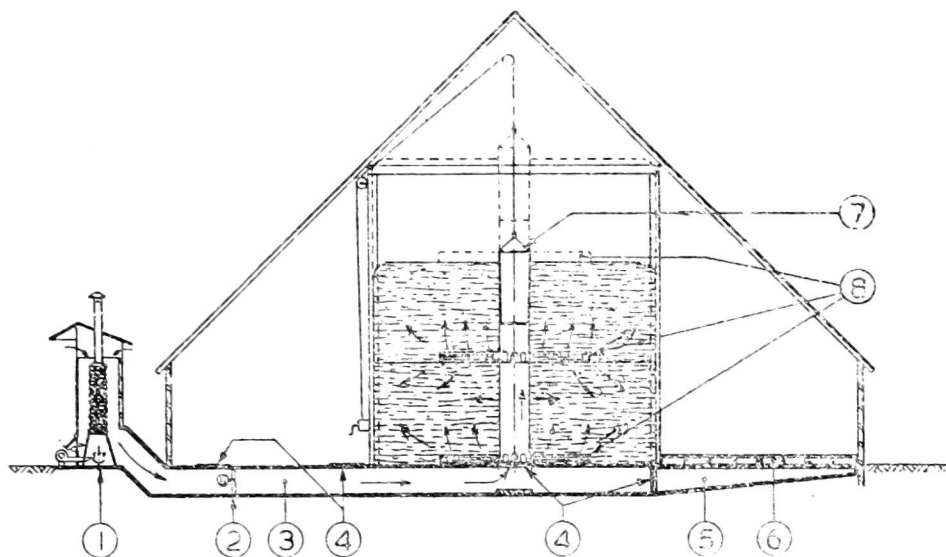
denów. Ten sposób suszenia znalazł w holenderskich gospodarstwach bardzo niewielkie zastosowanie. Uzyskano wprawdzie paszę o doskonałej jakości, ale chłopci uważają, że koszty są zbyt wysokie. Dochodzą do tego jeszcze koszty przewozu.

#### 5. SUSZENIE W MIEJSCU PRZECHOWYWANIA

Próbowano przeto, o ile to możliwe, suszyć siano w tym samym miejscu, w którym powinno być przechowywane aż do zużycia na paszę. Przy tym sposobie odpadają dodatkowe koszty na transport. Urządzenie działające przy pomocy pośrednio podgrzanego powietrza przedstawiono na rysunku 6.

Próbowano również suszyć siano w podobny sposób przy pomocy nieogrzanego powietrza. Proceder ten udawał się, jeśli zawartość wody w zielonce nie przekraczała 30% do 35%.

Podsuszanie przy pomocy nieogrzanego powietrza kosztuje 10 guldenów za tonę, zaś przy pomocy lekko ogrzanego powietrza 20 guldenów.



Rys. 6. Urządzenie działające przy pomocy pośrednio podgrzanego powietrza  
A device operating by means of indirectly heated air

- |                                    |  |
|------------------------------------|--|
| 1 — podgrzewacz powietrza          | 1 — Air heater                         |
| 2 — wentylator                     | 2 — Fan                                |
| 3 — kanał powietrzny               | 3 — Air duct                           |
| 4 — ruchome zastawki kierujące     | 4 — Movable deflecting baffles         |
| 5 — kanał o zbieżnym przekroju     | 5 — Taper section canal                |
| 6 — podłoga z rusztu               | 6 — Grate floor                        |
| 7 — walec zamykający kanał pionowy | 7 — Cylinder for closing vertical duct |
| 8 — rynienki rusztowe              | 8 — Trough-shaped grate elements       |

## 6. TECHNICZNE ZAGADNIENIA PRZY SUSZENIU SIANA W MIEJSCU PRZECHOWANIA

Praktyka wysunęła następujące pytania:

a) Jaka powinna być ilość wody, jeśli się pragnie aby w miarę możliwości zachować zarówno jakość, jak i ilość siana?

b) Jaki związek istnieje między ilością powietrza i występujących przy tym oporach? Od jakich czynników zależy ten związek? Jak dalece czynniki te, każdy z osobna i wszystkie razem wzięte, wpływają na te opory? Do tych czynników należą między innymi magazynowanie siana (na poddaszu czy też w siasieku), powolne czy też szybkie układanie siana, zastosowany sposób rozprowadzenia powietrza, stopień oczyszczenia materiału, początkowa zawartość wody.

c) Czy ze względów technicznych i gospodarczych należy stosować powietrze ogrzane, czy też nieogrzane.

d) Czy wentylatory znajdujące się w handlu odpowiadają wymaganym normom.

## 7. BADANIA DOTYCZĄCE SUSZENIA W SĄSIEKU STODOŁY

Praktyka wykazała, jak wiadomo, że na technicznych pomiarach powietrza przy urządzeniach służących do przewietrzania siana nie można polegać. Dotyczy to zarówno danych wynikających z pomiarów ilości powietrza, jak również z pomiarów wielkości oporów. Stąd też, jeśli się nawet wie, że przy danym urządzeniu w praktyce w danych warunkach siano dobrze się utrzymało, to jednak nie można podać dokładnie przy jakiej ilości powietrza osiągnięto ten rezultat i jakie opory towarzyszyły tej ilości powietrza.

W praktyce występuje przy tych badaniach ponadto i ta trudność, że dobre rezultaty nie dają sprawdzianu, którym można by się obiektywnie posługiwać, ponieważ to samo siano — suszone i przechowywane w nieco odmiennych warunkach — nie jest identyczne.

Wobec tego sporządziliśmy z tego samego materiału wyjściowego małe kopice siana i suszyliśmy je różnymi ilościami powietrza przy udziale innych zmieniających się czynników. Jeśli taka mała partia siana suszona była w jednej beli, to efekt marginalny był tak silny, że wszystkie różnice zostały zatarte. Z tego powodu zbudowano w ostatnich czasach kilka urządzeń eksperymentalnych (stodoły zaopatrzone w przewietrzniki) takiej samej wielkości, jak te, które w praktyce znajdują się w użyciu; urządzenia te umożliwiają jednak porównanie dosuszanego siana, pochodzącego z dokładnie tego samego materiału przy zmiennym stosowaniu pewnych czynników. Pierwsze próbne urządzenie zostało przebadane.

W urządzeniu tym badano wpływ:

- a) kształtu sąsieka,
- b) szybkości układania siana,
- c) zastosowanego systemu rozprowadzenia powietrza na wielkość oporów wobec rozmaitych ilości doprowadzonego powietrza.

Badano również maksymalną zawartość wody dającą się obniżyć do 20% przy zastosowaniu nieogrzewanego powietrza. Jedną z trzech części tego urządzenia zaopatrzone jest w grzejniki powietrza. Przy pomocy tego grzejnika i automatycznie rejestrującego termometru można ustalić, w jaki sposób powietrze rozprzestrzenia się w warstwie siana.

W późniejszym okresie zostanie również zbadany wpływ surowości materiału przy określonych ilościach powietrza na wielkość oporów. W urządzeniach tych można przeprowadzać badania działania powietrza na siano przy ilościach od 25 m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> siana/h do 100 m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> siana/h. Ciężar suchej masy oraz chemiczny skład materiału badany jest i ustalany zarówno przed suszeniem, jak i po przeprowadzeniu tej operacji.

Ze względu na to, że wyniki analiz chemicznych stosunkowo niewiele mówią o wartości paszy, należy przeto odnosić się do nich z należyłą ostrożnością.

Celem usunięcia tej niedogodności Instytut Badania Metod Karmienia Zwierząt w Hoorn przeprowadza podobne badania. Również i tutaj poddaje się suszeniu w rozmaity sposób 3 siasieki, z których każdy zawiera około 30 ton siana.

Porównano trzy następujące możliwości:

- a) 30 m<sup>3</sup> po m<sup>3</sup> siana na godzinę przy zastosowaniu nieogrzewanego powietrza,
- b) 30 m<sup>3</sup> po m<sup>3</sup> siana na godzinę przy zastosowaniu lekko podgrzanego powietrza,
- c) 40 m<sup>3</sup> po m<sup>3</sup> siana na godzinę przy zastosowaniu nieogrzewanego powietrza.

Również i w tych badaniach zostały ustalone straty przy pomocy analiz chemicznych. Równocześnie jednak przeprowadza się badania strawności na zwierzętach. Na podstawie tych badań ustala się dokładnie rzeczywiste straty wartości odżywczych podczas suszenia i przechowywania siana.

Wreszcie posiadamy jeszcze jedno eksperymentalne urządzenie, w którym porównujemy dosuszanie przy zastosowaniu ogrzanego powietrza z dosuszaniem przy pomocy nieogrzewanego powietrza. Początkowa zawartość wody w sianie przy zastosowaniu ogrzanego powietrza jest tu jednak — tak zresztą, jak to odpowiada praktyce — inna aniżeli w Hoorn, gdzie przeprowadza się badania przy zastosowaniu nieogrzewanego powietrza. Toteż inaczej traktuje się również i miejsca sianokosów. Część zbioru przeznaczoną do suszenia przy pomocy ciepłego powietrza zbiera się wcześniej, a więc gdy jeszcze posiada większą zawartość wody i zwozi się do stodoły.

## 8. WYNIKI BADAŃ

Związek między ilością powietrza i oporami przy szybszym lub powolniejszym układaniu siana w warstwę w dwu czworobocznych zasiekach w stodole o równej powierzchni i przy jednakowym systemie suszenia pokazany jest na rysunku 7.

Rysunek ten wykazuje, że przy zastosowaniu przepływu 40 m<sup>3</sup> powietrza przez 1 m<sup>3</sup> siana w ciągu 1 godziny wywołuje się opory wynoszące 60 mm słupka wody przy szybkim układaniu warstwy (około 40 kg na 1 m<sup>2</sup> dziennie), a 40 mm słupka wody przy powolnym nakładaniu siana (około 20 kg kg/m<sup>2</sup> dziennie). Jest to bardzo ważne dla praktyki. Przy szybkim układaniu siana potrzebny jest wentylator 1<sup>1/2</sup> razy większej wydajności aniżeli przy powolnym układaniu. Przy powolnym układaniu siana wystarczy ponadto na ogół wentylator osiowy. Tego rodzaju wentylator łatwiej ustawić i jest on tańszy aniżeli wentylator typu promieniowego, który dla osiągnięcia zaplanowanych norm często okazuje się niezbędny przy zastosowaniu szybkiego układania siana.

Rysunek 8 wykazuje, że w kwadratowym siasieku stodoły (6 × 6 metrów) opory powietrza są większe aniżeli w prostokątnym (5 × 7 m.).

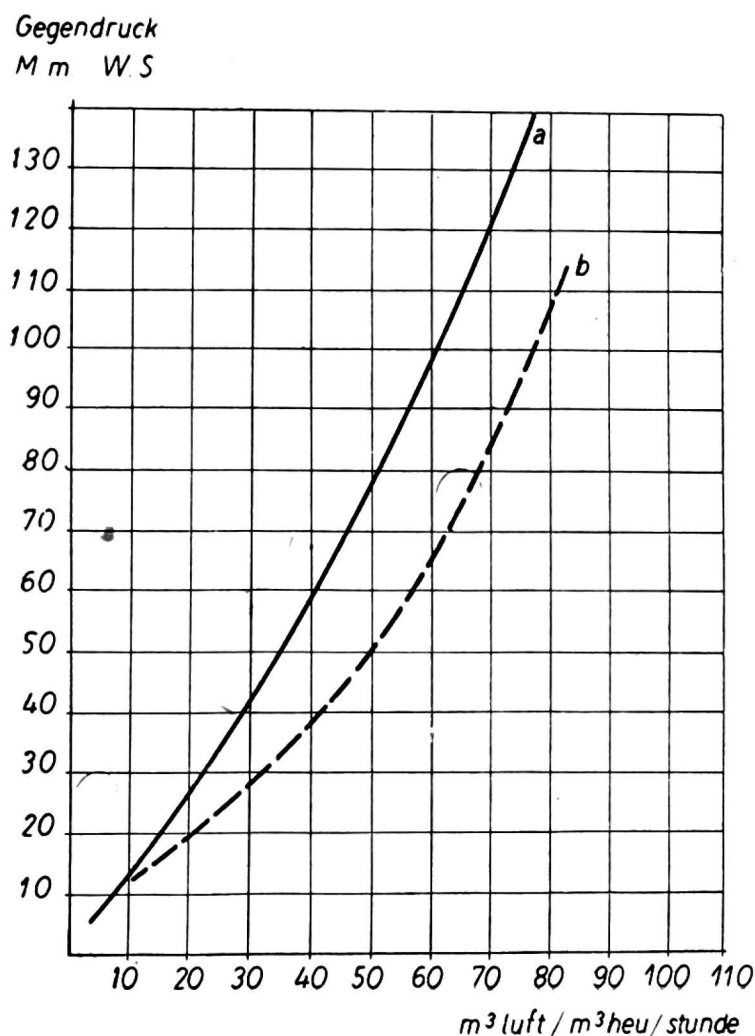


Rysunek 9 pokazuje wreszcie, jak przedstawiają się opory w sąsiękach o powierzchni  $5 \times 7$  m, gdy się zastosuje jeden kanał pionowy i dwa kanały rusztowe, czy też tylko dwa kanały pionowe. Oba te systemy rozprzestrzeniania powietrza wywołują jednakowe opory.

## 9. NORMY DLA PRAKTYKI

W wyniku badań kontynuowano dotychczas opracowanie norm, jakie muszą być osiągnięte w praktyce dosuszania siana przy zastosowaniu nieogrzanego powietrza. Normy te zawarte są w tabeli (rys. 10).

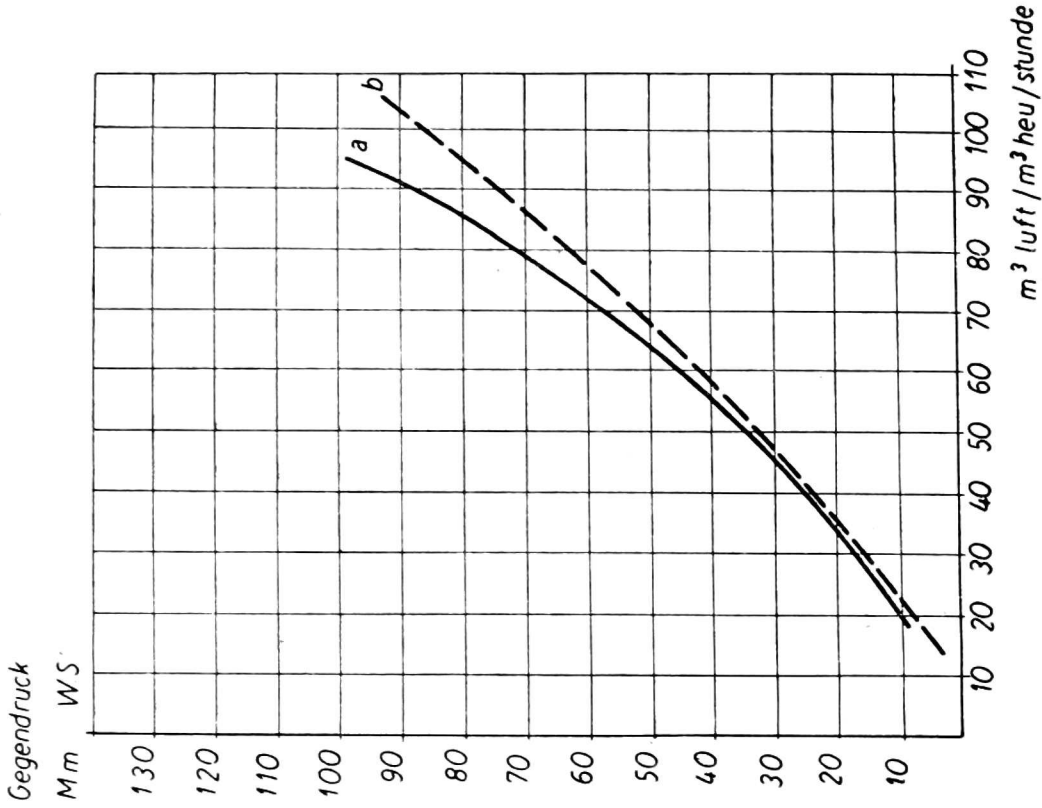
Umieszczenie siana w większym sąsięku stodoły jest jednoznaczne z dowolnym układaniem kopic (około 20 kg na każdym  $m^2$  dziennie). Jeśli umieszcza się siano w wielu mniejszych przedziałach, które wypełnia się i suszy kolejno (a więc nie równocześnie), w takim razie układa się warstwę szybko (około 40 kg na  $m^2$  dziennie).



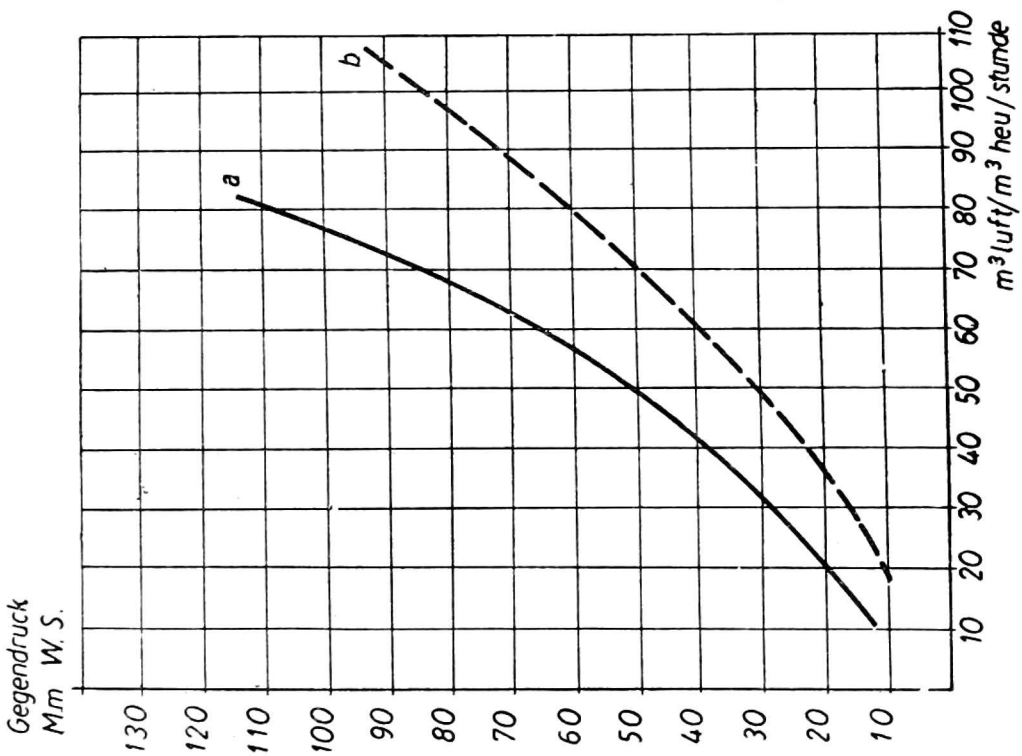
Rys. 7. Przenikanie powietrza w kopie siana, układanej: *a* — szybko, *b* — powoli  
Air penetration into a hay pick, piled: *a* — quickly, *b* — slowly

## 10. BADANIE WENTYLATORÓW

Należy wiedzieć, czy znajdujące się na rynku wentylatory wystarczająco odpowiadają normom. W tym celu zbudowano przy Instytucie Zastosowania Techniki w Gospodarstwie Rolnym w Wageningen urządzenia miernicze, w których bada się wentylatory przeznaczone dla rolnictwa (rys. 11).



Rys. 9. Przenikanie powietrza przez siano na urządzeniu: *a* — o jednym kanale prostopadłym i kanałach bocznych (rusztach), *b* — o dwóch kanałach prostopadłych bez kanałów bocznych  
Air penetration through hay in: *a* — a device with a perpendicular and side ducts (grids), *b* — a device with two perpendicular air ducts only and no side ducts



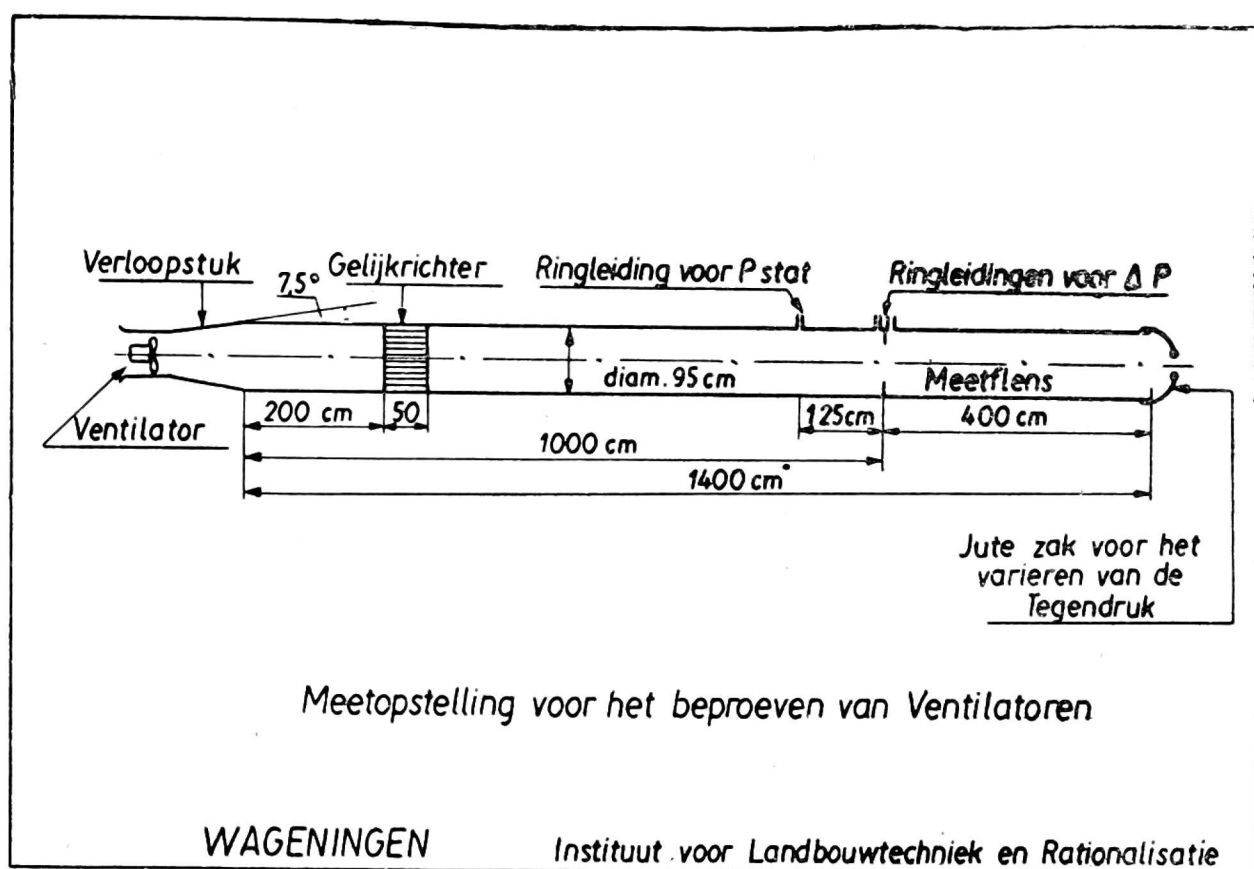
Rys. 8. Przenikanie powietrza w stogu siana:  
*a* — kwadratowym, *b* — prostokątnym  
Air penetration into a hay rack:  
*a* — square-shaped, *b* — rectangular-shaped

Heubelüftung  
Erforderliche Gebläseleistung und Gegendruck

Erforderliche Gebläseleistung *	Erforderlicher Gegendruck		
	Alle Heu in einem Stock	Heu in mehrere Stöcke gesondert, belüftet	Heu auf einer Decke (max 3—3,5 m hoch)
40 m <sup>3</sup> Luft/m <sup>3</sup> Heu/Stunde	45 Mm W. S.	60 Mm W. S.	—
200 m <sup>3</sup> Luft/m <sup>2</sup> Fläche/Stunde	—	—	30 Mm W. S.

\* Die Gebläseleistung soll auf die ganze Heumenge gerechnet werden, die bis zum 15. Juli geerntet wird.

Rys. 10. Wydajność wentylatora zależnie od ułożenia siana  
Fan efficiency depending upon way of piling hay



Rys. 11. Urządzenie do badania wentylatorów  
Arrangement for fan control

Na podstawie badań Instytut Przechowywania i Przetwarzania Produktów Rolnych wyraża opinię o możliwościach zastosowania odnośnych wentylatorów. Następnie Instytut ogłasza sprawozdanie zawierające wyniki badań i swoją opinię.

### 11. WNIOSKI KOŃCOWE

Opisane badania nie zostały jeszcze całkowicie zakończone. Upoważniają nas one jednak do stwierdzenia obiektywnych norm dosuszania siana w rozmaitych warunkach. Można również, na podstawie badań przeprowadzonych nad wentylatorami obiektywnie udzielić porady gospodarzowi, jeśli pragnie on nabyć jakiś wentylator.