

PROEFSTATION VOOR DE AKKER- EN WEIDEBOUW
WAGENINGEN

GESTENCILDE VERSLAGEN
VAN
INTERPROVINCIALE PROEVEN
Nr. 83 (1961)

HET DROGEN VAN HOOI IN DE TAS

Verslag over 1959 van de interprovinciale
serie 78

door

Ir. P.J.J. PHILIPSEN en Q.P.M. van BIJSTERVELDT
(Instituut voor Bewaring en Verwerking van Landbouwprodukten)

Inleiding

In 1959 werd door het Instituut voor Bewaring en Verwerking van Landbouwprodukten een voorstel gedaan voor het nemen van een interprovinciale proef aangaande het nadrogen van het hooi in de tas. Opzet van de proef was gedurende drie jaar praktijkgegevens te verzamelen omtrent diverse factoren die een rol spelen bij het nadrogen zoals het vochtgehalte bij het inschuren, gebruikte ventilatiecapaciteit, het aantal ventilatie-uren en de luchtweerstand in het hooi. Verder zouden gegevens worden verzameld over de verandering in chemische samenstelling en voederwaarde tussen de tijdstippen van inschuren en vervoederen van het hooi. Om ook over de veldperiode georiënteerd te zijn werden de veldbewerkingen in het proefschema opgenomen.

In 1959 werd door 10 consulentschappen aan de proef deelgenomen met in totaal 36 bedrijven. Voor een overzicht van de uitgevoerde proeven zie pag. 17.

De resultaten van de proeven worden beknopt in dit verslag weergegeven. De schrijvers betuigen hun welgemeende dank aan allen die aan de organisatie en uitvoering van deze proef hebben meegewerkt.

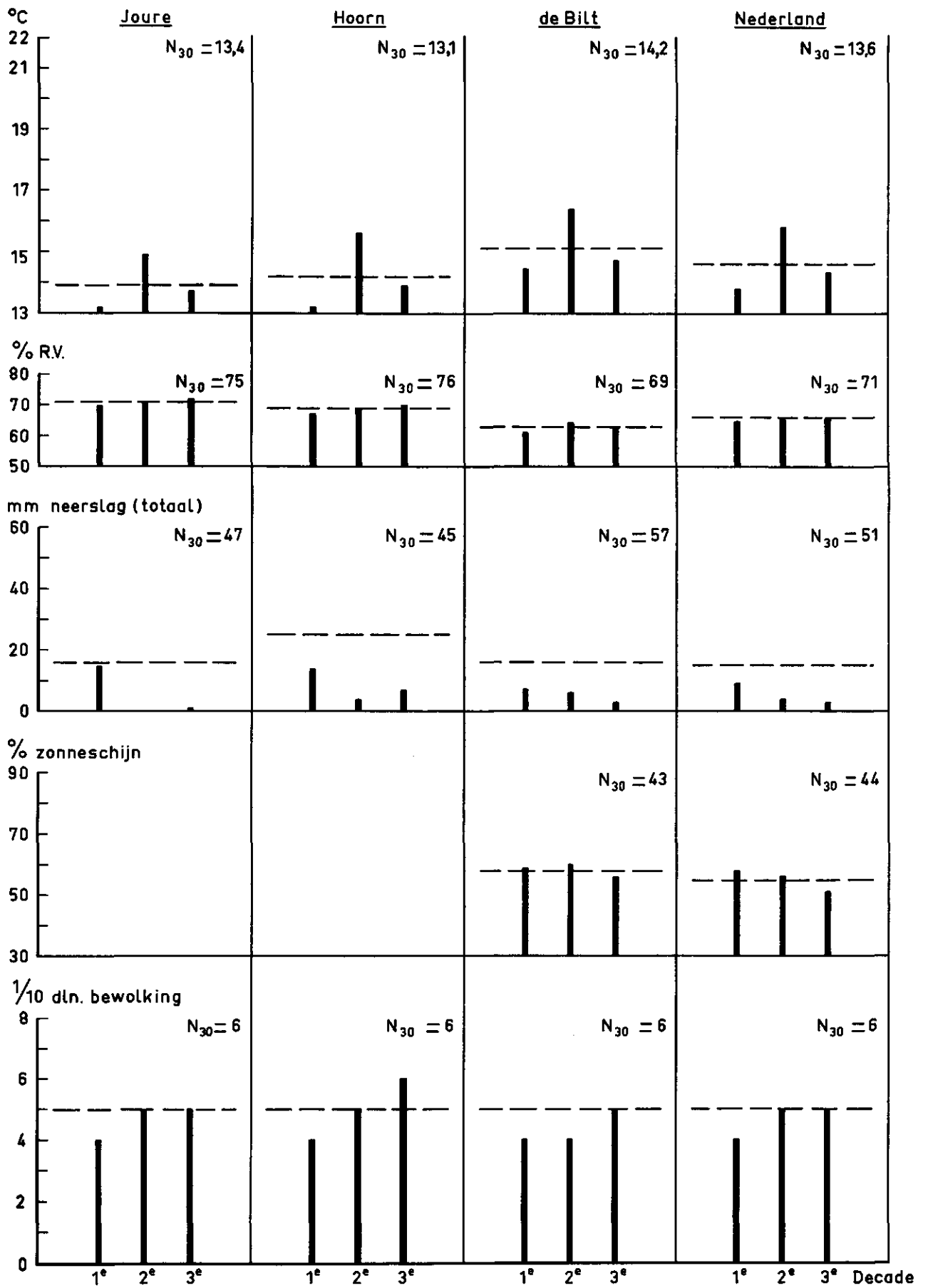
Weerkundige gegevens

Voor de maanden mei t/m september werden de belangrijkste weerkundige gegevens samengevat in de figuren 1 t/m 5. Alle gegevens zijn ontleend aan "Maandelijks overzicht der Weersgesteldheid in Nederland" van het K.N.M.I. te De Bilt. Naast het landsgemiddelde werden de gegevens van de stations Hoorn, Joure en De Bilt afzonderlijk opgenomen. Dit om eventuele regionale verschillen tot hun recht te doen komen. In de figuren werden opgenomen de gegevens betreffende de temperatuur, de relatieve vochtigheid der lucht, de hoeveelheid neerslag, de duur van de zonneshijn en de bewolingsgraad. In alle figuren zijn de gemiddelden of totalen zowel per decade als per maand opgenomen. Bovendien werd het gemiddelde of het totaal in de desbetreffende maand over een periode van 30 jaar weergegeven.

Uit de figuren 1 t/m 5 blijkt, dat de gemiddelde temperatuur en het percentage zonneshijn voor elk der maanden belangrijk hoger waren dan normaal. De R.V., de hoeveelheid neerslag en de bewolingsgraad waren daarentegen lager dan normaal. Bijzonder opvallend zijn de geringe hoeveelheden neerslag en het hoge percentage zonneshijn.

Samenvattend kan de gehele periode van mei t/m september worden gekarakteriseerd als een abnormaal warme, droge en zonnige periode.

Fig.1 Mei 1959



— — — maandgemiddelde of totaal. N_{30} = maandgemiddelde over periode van 30 jaar

Fig.2 Juni 1959

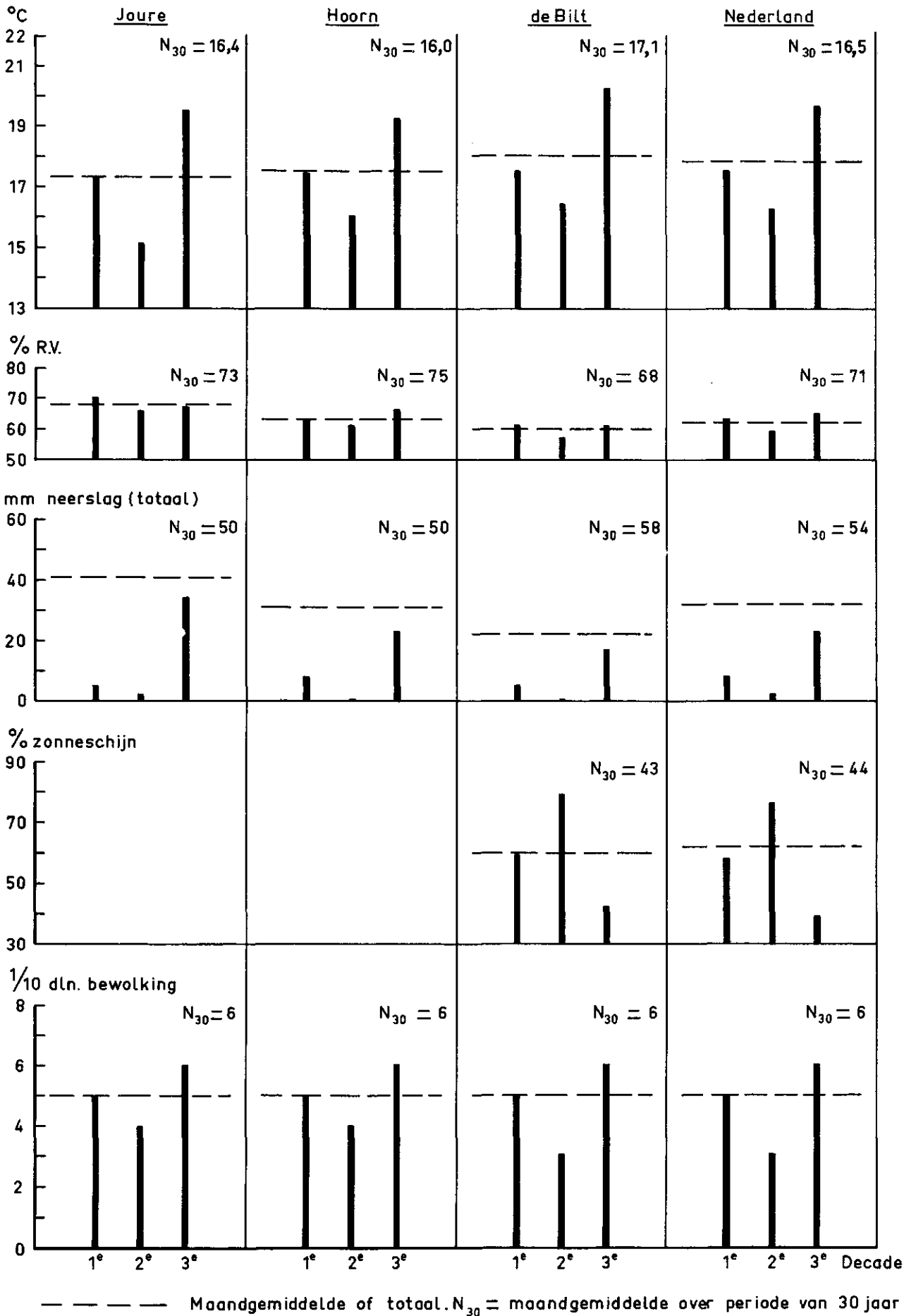
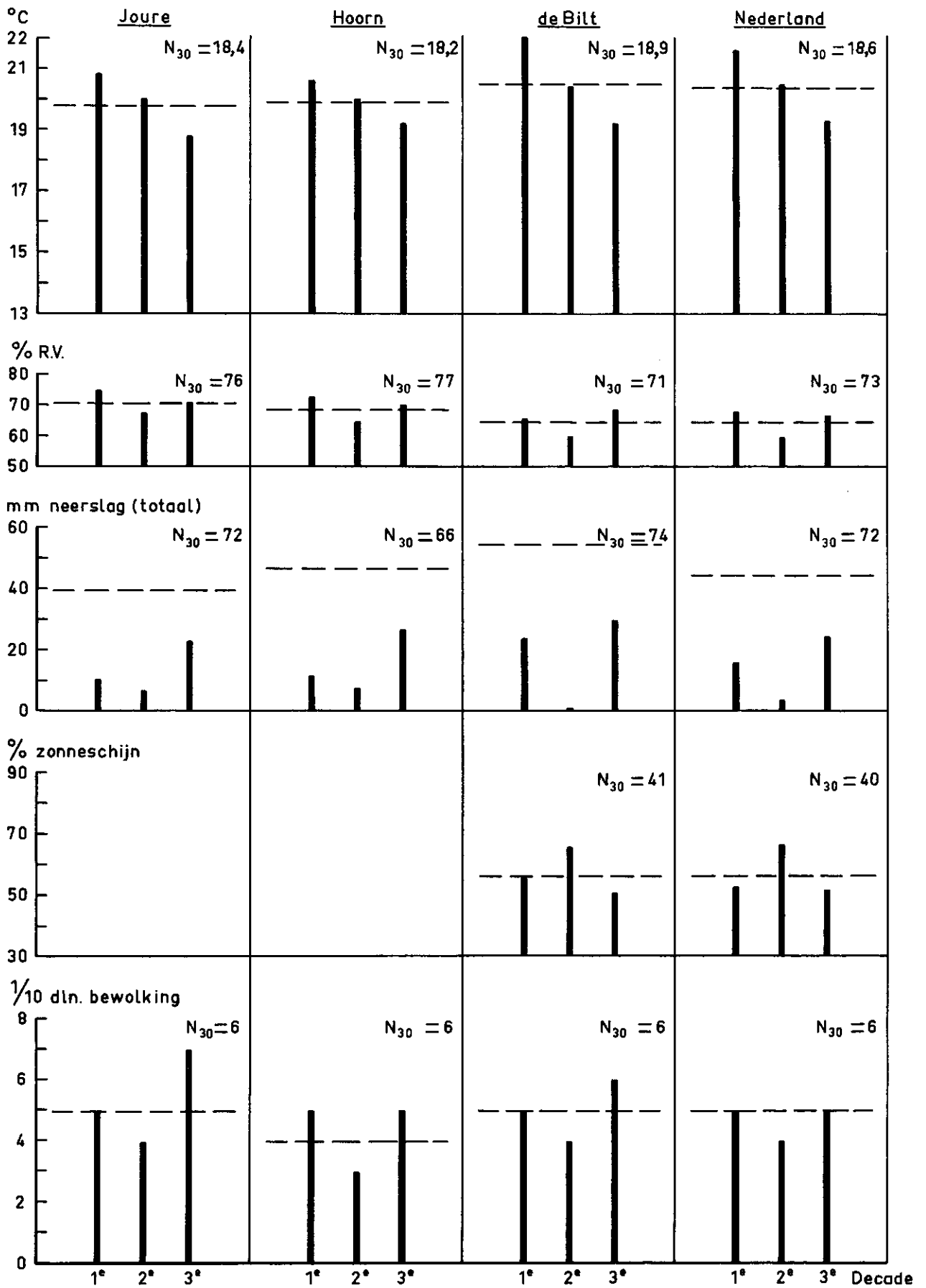
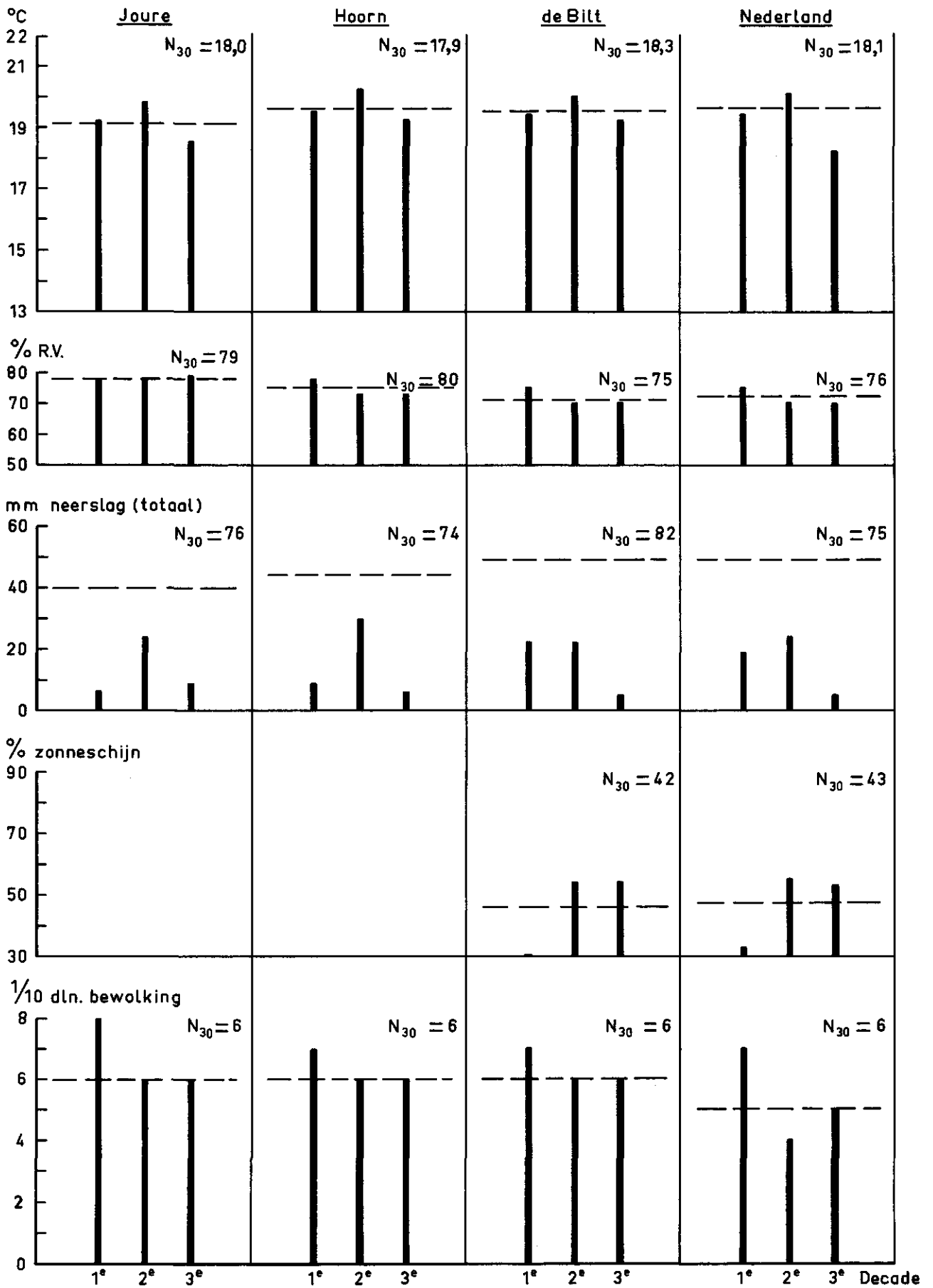


Fig.3 Juli 1959



----- Maandgemiddelde of totaal. N_{30} = maandgemiddelde over periode van 30 jaar

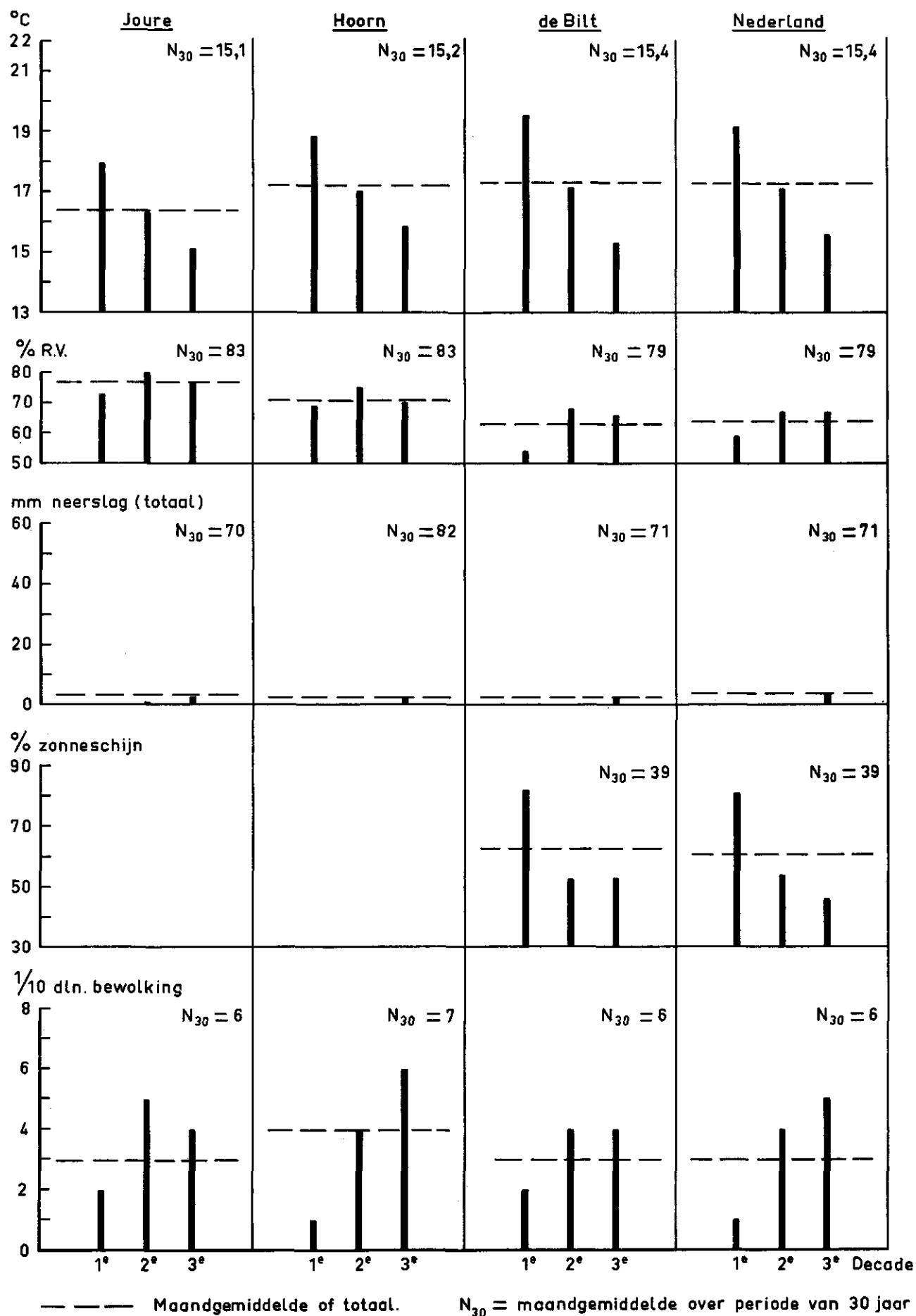
Fig. 4 Augustus 1959



— — — Maandgemiddelde of totaal.

N₃₀ = maandgemiddelde over periode van 30 jaar

Fig. 5 September 1959



De veldbewerking van het hooi

Tabel 1 geeft een overzicht van de behandeling van het hooi tussen het maaien en het inschuren.

Uit deze tabel blijkt dat het schudden de belangrijkste veldbewerking is. Op 34 van de 36 bedrijven werd het hooi machinaal geschud. Op de twee bedrijven waar niet machinaal werd geschud verliepen 4 dagen tussen maaien en de 1e bewerking. Hier werd het hooi uitsluitend gekeerd. Deze extensieve hooibewerking resulteerde ook in dit droge jaar tot een langere veldperiode; 6,7 dagen tussen maaien en verzamelen en 9,8 dagen tussen maaien en inschuren (vergelijk met gegevens van tabel 1).

Tabel 1 Overzicht van de veldbewerking van alle partijen hooi die bij 36 proefhouders in de proeven waren betrokken

Gem. aantal bewerkingen			Gem. aantal dagen waarop in het hooi werd gewerkt	Gem. aantal dagen tussen maaien en		
Schudden	Keren	Opperen		1e keer bewerken	verzamelen	inschuren
2,4	0,4	0,04	2,5	1,0	4,5	5,8

Op 14 bedrijven werd naast schudden ook keren toegepast. Op sommige van deze bedrijven werd het keren incidenteel (0,2 - 0,8 x keren) op andere systematisch (1 à 3 x keren) toegepast. Uit tabel 1 blijkt dat het opperen praktisch niet werd toegepast. Onder opperen wordt hier verstaan het maken van oppers die later weer worden gespreid. Het maken van oppers van waaruit het hooi werd ingeschuurd is opgevat als verzamelen.

Het aantal dagen tussen maaien en de 1e bewerking stelt voor het aantal dagen dat is verlopen tussen de dag van maaien en de dag waarop de eerstvolgende bewerking plaatsvond. In feite zal het opgegeven aantal dagen dus steeds te klein zijn, wanneer het hooi niet werd geschud op de maaidatum. Ondr de gunstige weersomstandigheden moet het in tabel 1 weergegeven gemiddelde van 1 dag tussen maaien en de 1e bewerking als te lang worden aangemerkt. Bij een kortere tussenperiode tussen maaien en 1e bewerking zou het waarschijnlijk ook mogelijk zijn geweest het benodigde aantal dagen tussen maaien en verzamelen (gem. 4,5 dag) terug te brengen tot b.v. 4 dagen.

Het verschil in het gemiddelde aantal dagen verlopen tussen het verzamelen en inschuren moet grotendeels worden verklaard uit het feit, dat op sommige bedrijven het hooi aan de grote oppers wordt gebracht, die pas worden ingeschuurd op een tijdstip dat dit om bedrijfsorganisatorische redenen het beste past. In tabel 1a worden de gegevens aangaande de veldbewerking per consultantschap vermeld.

Samenvattend moet worden geconcludeerd dat de veldbehandeling van het hooi goed is geweest. Hierdoor kon een korte veldperiode worden verwezenlijkt.

Tabel 1^a Gegevens van het hoogewas op het veld
Onderstaande gegevens zijn gemiddelden per Rijkslandbouwconsulentschap

R.L.C.	Gem. aantal bewerkingen			Gem. aantal dagen waarop in het hooi werd gewerkt	Gem. aantal dagen tussen maaien en		
	Schudden	Keren	Opperen		1 ^e keer bewerken	verzamelen	inschuren
Groningen	1,6	0,5	0,2	1,9	1,9	4,4	7,9
Leeuwarden	3,2	-	-	2,9	0,5	4,2	5,7
Sneek	1,5	0,1	-	1,6	1,5	4,3	4,9
Zwolle	4,5	0,2	-	2,6	0,7	3,9	4,8
Assen	3,3	-	0,1	3,-	0	4,1	4,2
Emmeloord	3,-	0,4	0,1	3,4	0,6	5,4	6,7
Purmerend	0,8	1,-	-	1,7	2,7	6,-	9,2
Arnhem	1,-	1,-	-	1,9	1,2	3,7	5,8
Utrecht	3,1	0,4	-	3,4	0,4	4,5	4,8
Horst	2,9	1,5	-	2,8	0	3,5	3,5

Het vochtgehalte bij het inschuren

In dit droge jaar lag het **droge-stofgehalte** bij het inschuren vrij hoog. In tabel 2 wordt het gemiddelde ds-gehalte bij het inschuren per consulentschap weergegeven.

Tabel 2 Het gemiddelde **droge-stofgehalte** van het hooi bij het inschuren per Rijkslandbouwconsulentschap

Rijkslandb. consulentschap	aantal partijen	droge-stofgehalte
Groningen	15	75,1
Leeuwarden	29	72,8
Sneek	38	73,5
Zwolle	40	72,5
Assen	10	65,6
Emmeloord	17	74,0
Purmerend	34	73,8
Arnhem	14	68,9
Horst	6	73,6
Utrecht	42	71,6
Landelijk totaal en gem.	245	72,5

Uit deze gegevens blijkt, dat met uitzondering van de consulentschappen Assen en Arnhem het hooi werd ingeschuurd met een ds-gehalte variërend van ca. 72 - 75 %. De verschillen per consulentschap zijn dus zeer gering. Hetzelfde geldt voor verschillen in gemiddelden van de verschillende bedrijven.

De gegevens van de consulentschappen Assen en Arnhem hebben beide betrekking op 2 bedrijven en in beide gevallen bedrijven waar hooiventilatie voor het eerst werd toegepast en hier werden de eerste partijen hooi ingeschuurd met droge-stofgehalten van 50 % of lager.

De in tabel 2 opgenomen gemiddelden zijn rekenkundige gemiddelden. Ook werden met behulp van de getaxeerde hoeveelheden hooi per partij en het vochtgehalte van de desbetreffende partij gewogen gemiddelden berekend. Deze gewogen gemiddelden weken slechts zeer weinig af van de vergelijkbare rekenkundige gemiddelden. Daar de schattingen van de hoeveelheden slechts een ruwe benadering vormen voor het juiste gewicht van de partijen hooi, werd volstaan met de rekenkundige gemiddelden op te geven.

Het ventileren

Als algemene richtlijn bij het toepassen van hooiventilatie met buitenlucht geldt, dat een regelmatige dagelijkse ventilatie noodzakelijk is vooral in de beginperiode. In tabel 3 wordt een overzicht gegeven van de verdeling van de ventilatie-uren over de droogperiode.

Tabel 3 Overzicht van het aantal-ventilatie-uren en de verdeling daarvan over de dagen van de droogperiode vanaf de 1e dag van inschuren. De inschuurperiode bedroeg gem. ca. 35 dagen. De gegevens hebben uitsluitend betrekking op de proeftassen

1e week		2e week		3e week		4e week		5e week		<i>maxim. Totaal</i> 6e week		7e week	
uren	dagen	uren	dagen	uren	dagen	uren	dagen	uren	dagen	uren	dagen	uren	dagen
45	5,5	52	6,3	40	5,6	35	4,8	35	4,7	75	15	283	41,8

Gemiddeld viel het grootste aantal ventilatie-uren en het grootste aantal dagen waarop geventileerd werd in de 2e week van de droogperiode. Het kleinere aantal uren en dagen in de eerste week wijst er op, dat men niet genegen is voor het kleine quantum hooi dat dan reeds is ingeschuurd veel te ventileren. Toch is dit in het algemeen een verkeerd standpunt, vooral wanneer de eerste partijen die worden ingeschuurd een hoog vochtgehalte hebben. Men loopt dan het risico dat deze partijen te vast in elkaar zakken en daardoor ook later te weinig lucht krijgen om voldoende snel te drogen. Na de 5e week nam zowel het aantal ventilatie-uren als het aantal dagen per week waarop werd geventileerd snel af. Het materiaal was toen dus blijkbaar zover nagedroogd, dat kon worden volstaan met ventileren tijdens uren met een zeer lage relatieve vochtigheid van de lucht.

Daar de conservering van het hooi in 1959, zoals verder uit dit verslag zal blijken, goed was, moet worden geconcludeerd, dat zowel het totale aantal ventilatie-uren als de verdeling van de ventilatie-uren over de droogperiode goed is geweest. Uiteraard geldt dit uitsluitend voor de weersomstandigheden van 1959. Slechts van één bedrijf is ons bekend dat het hooi door broei kwalitatief achteruit is gegaan, waarbij de oorzaak van de broei moet worden toegeschreven aan een onjuiste verdeling van het aantal ventilatie-uren over de droogperiode.

Hoewel het te verwachten zou zijn dat kortere inschuurperioden samen zouden gaan met kleinere aantallen ventilatie-uren, bleek dit niet het geval te zijn.

Daar de inhoud van de tas naar onze mening het meest objectieve beeld gaf van de hoeveelheid bij de proeven betrokken hooi werd in tabel 4 de inhoud als maatstaf voor de hoeveelheid hooi gekozen.

Gemiddeld zal 1 m³ hooi ongeveer 100 kg wegen. Uit tabel 4 blijkt dat gemiddeld ruim 1 uur per m³ hooi werd goventileerd. Daar het gemiddelde motorvermogen ongeveer 3 kW bedroeg (zie tabel 4) werd gemiddeld 3 kWh verbruikt per m³ hooi. Dit komt neer op f 0,30 per 100 kg hooi bij een kWh prijs van f 0,10.

Tabel 4 Overzicht van de gemiddeld per bedrijf bij de proeven betrokken hoeveelheid hooi, het gemiddelde aantal draaiuren van de ventilator, het gemiddelde stroomverbruik en kosten van elektriciteit (36 bedrijven) (1 kWh à f 0,10).

Gem. m ³ hooi	Gem. motorvermogen in kWh	Vent. uren per m ³ hooi	kWh/m ³ hooi	Kosten m ³ /hooi 1 kWh * f 0,10	Totaal kWh verbr.
271	2,92	1,04	2,98	f 0,30	799

De spreiding van het aantal ventilatie-uren was echter zeer groot. Het aantal ventilatie-uren liep uiteen van 0,29 tot 3,57 uur/m³ hooi. Het kWh-verbruik lag tussen 0,97 en 8,63 kWh/m³ hooi. Ook uit andere proeven was bekend dat de spreiding van het aantal ventilatie-uren en het kWh-verbruik per 100 kg hooi zeer groot is. De spreiding zoals hierboven weergegeven moet dus blijkbaar als normaal worden beschouwd voor praktijkomstandigheden.

Er bleek geen verband te bestaan tussen het gebruikte motorvermogen per m³ en het kWh-verbruik.

Opvallend is dat onder de gunstige weersomstandigheden in 1959 het aantal ventilatie-uren per 100 kg hooi niet minder was dan in minder gunstige jaren.

In de tabellen 3a en 4a worden de gegevens betreffende het ventileren per consulentenschap weergegeven.

Tabel 4^a Overzicht van de bij de proeven betrokken hoeveelheid hooi, het aantal draaiuren van de ventilator en het stroomverbruik alsmede de kosten van elektriciteit. (1 kWh à f 0,10) Alle cijfers geven gemiddelden over het betrokken aantal proefbedrijven weer.

Rijkslandbouw-consulentenschap	m ³ hooi	Verbruik ventilator in kWh	Totaal kWh	Per m ³ hooi ventilatie-uren	stroomverbruik in kWh per m ³ hooi	strooikosten per m ³ hooi
Groningen	129	3,15	642	1,59	4,99	0,50
Leeuwarden	276	3,51	608	0,98	2,53	0,25
Sneek	346	3,73	1558	1,10	4,09	0,41
Zwolle	293	3,74	1313	1,20	4,48	0,45
Assen	152	2,25	807	2,36	5,33	0,53
Emmeloord	155	1,95	501	1,66	3,24	0,32
Purmerend	414	2,11	634	0,73	1,53	0,15
Arnhem	241	3,75	773	0,86	3,21	0,32
Horst	252	3,07	675	0,87	2,68	0,27
Utrecht	360	3,99	957	0,67	2,66	0,27

De conserveringsresultaten

Daar kwantitatieve verliezen tijdens het conserveringsproces bij praktijkproeven zeer moeilijk zijn te bepalen, werd volstaan met het vaststellen van de kwalitatieve veranderingen van het hooi. Bij de kwalitatieve beoordeling van hooi spelen naast de chemische samenstelling ook de broeikleur en het voorkomen van stof en schimmel een rol.

De verandering van de chemische samenstelling van het hooi

A. In netmonsters

Om een indruk te krijgen van de verandering van de chemische samenstelling van het hooi werd bij de proeven de volgende methode van bemonstering toegepast. Van vier in de proeftas te drogen partijen werd bij het inschuren ca. 10 kg hooi genomen. Deze hoeveelheid werd verdeeld in drie gelijke delen. Het eerste deel werd direct bemonsterd en opgezonden voor chemische analyse. De beide andere delen werden in netten met mazen van ca. 2 x 2 cm gebracht. Deze netten werden op 2 verschillende plaatsen in de partij in de tas gebracht, te weten op 0,5 en 1,5 uit een hoek van de tas, om daar tegelijk met de gehele partij te worden gedroogd. De keuze van de plaatsen is arbitrair, maar 0,5 m uit de hoek van de tas moet conserveringstechnisch gezien in elk geval worden aangemerkt als een ongunstige plaats. Tijdens het vervoederen van het hooi kwamen de netten weer vrij en werd de inhoud van beide netten uit elke partij afzonderlijk bemonsterd en opgezonden voor chemische analyse. Op deze wijze werden vergelijkbare begin- en eindmonsters verkregen die echter niet geheel representatief mogen worden geacht voor de gehele partij.

In tabel 5 wordt de gemiddelde samenstelling en de gemiddelde voederwaarde van de monsters voor en na het drogen weergegeven.

Serie 78 1959

Tabel 5 Samenstelling van het materiaal in de netten. Gemiddelde begin- en eind-analyse van de netmonsters van 96 partijen (Netten niet representatief voor partijen)

Omschr. Tijdstip	ds %	zand %	zandvrije droge					
			rc %	verteringscoëff peps. HCl	vre %	rc %	as %	ZW
inschuren	72,1	1,2	13,0	78	8,4	26,4	7,9	49
uithalen $\frac{1}{2}$ x)	83,0	1,1	13,0	77	8,2	28,0	7,9	46
uithalen $1\frac{1}{2}$ xx)	83,2	1,0	12,9	78	8,3	27,5	7,9	47
uithalen gem.	83,1	1,1	13,0	78	8,3	27,8	7,9	47

x) net op $\frac{1}{2}$ m uit de hoek
 xx) net op $1\frac{1}{2}$ m uit de hoek

Het ds-gehalte is van 72,1 % gestegen tot gemiddeld 83,1 %. Het verschil in ds-gehalte tussen de monsters gedroogd op 0,5 en 1,5 m uit de hoek bedraagt slechts 0,2 %. Dit verschil is van allerlei betekenis. Het is echter frappant dat een dergelijk verschil tussen twee monsters op zo geringe afstand van elkaar na zo'n lange bewaarperiode nog voorkomt. Ook geeft dit verschil aan dat de droging inderdaad van binnen naar buiten verloopt.

Het zandgehalte is slechts weinig veranderd. Er is waarschijnlijk wat extra zandverlies opgetreden bij het bemonsteren van het droge materiaal.

Zowel het re als de verteringscoëfficiënt pepsine-HCl en het vre zijn gemiddeld op het oorspronkelijke niveau gehandhaafd. Wat de eiwitfractie betreft is de conservering dus uitstekend geslaagd.

Het rc-gehalte is gemiddeld met 1,4 % toegenomen. Het asgehalte is gemiddeld gelijk gebleven. Tijdens de bewaring vertoont de zetmeelwaarde een geringe daling als gevolg van de stijging van het rc-gehalte. Ook de conservering van de ZW is dus praktisch optimaal geweest.

De geringe veranderingen van het re-, rc- en asgehalte geven aan, dat de droge-stofverliezen tijdens de conservering klein zijn geweest.

B. Volgens de maandelijkse bemonstering

Bij proeven in 1956 en '57 was gebleken, dat de verteringscoëfficiënt pepsine-HCl een goede waardemeter was voor de kwalitatieve beoordeling van de conservering speciaal wat het eiwit betreft. De bemonstering volgens de nat-methode, zoals boven omschreven, geeft slechts een indruk van een klein aantal partijen (maximaal 4) per proeftas en dit nog slechts op 2 tijdstippen. Niet alleen de veranderingen die in het materiaal plaatsvinden zijn van belang, maar ook het tijdstip waarop deze veranderingen plaatsvinden. Om voor al het materiaal in de proeftassen hierover informatie te krijgen werd op 3 tijdstippen met intervallen van 1 maand een monster genomen uit de tas, dat werd onderzocht op drogestof, re en verteringscoëfficiënt pepsine-HCl. Het monster werd verkregen door in een bepaalde hoek van de tas op 1,0 m uit de hoek een boormonster te trekken. Hierbij werd van boven naar beneden door het hooi geboord. Om vergelijkbare monsters te krijgen werd de eerste datum van bemonstering gesteld op een tijdstip, dat de tas geheel was gevuld.

In tabel 6 zijn gemiddelde resultaten der analyses samengevat. Evenals bij de resultaten vermeld in tabel 5, geven de individuele analyses geen aanleiding tot een afzonderlijke behandeling.

Tabel 6 Overzicht resultaten van de maandelijkse bemonstering.
(Het verloop ds, re, vre, en vc pepts.)
Gem. over 34 bedrijven.

Maand	ds %	In zandhoudende ds		vre %
		re %	Verteringsc. eff, peps HCl	
1e bem. juli	81,2	12,2	78	7,8
2e bem. aug	84,1	12,4	77	7,7
3e bem. sept	85,2	12,6	76	7,8

De resultaten van de maandelijkse bemonstering vertonen praktisch hetzelfde beeld als die der netmonsters. Het vre-gehalte bleef praktisch ongewijzigd. In alle partijen in de proeftassen is de conservering van het eiwit dus goed geslaagd.

In de tabellen 7 en 8 worden de gemiddelde resultaten van de "netmonsters" en "maandelijkse monsters" per consulentschap weergegeven.

Tabel 8 Verandering van materiaal in proeftas volgens de drie maandelijkse bemonsteringen berekend per Rijkslandbouwconsulentschap

aantal bedr.	Rijksland- bouwconsu- lentschap	Gemiddeld											
		ds %			re %			vc peps. HCl			vre %		
		1e	2e	3e	1e	2e	3e	1e	2e	3e	1e	2e	3e
4	Groningen	81,5	83,7	86,2	11,3	11,7	11,6	76	77	70	6,7	7,2	6,9
5	Leeuwarden	83,2	84,1	84,4	11,4	11,9	11,8	78	78	78	7,2	7,5	7,4
5	Sneek	78,9	82,9	84,9	12,3	11,8	12,5	76	76	77	7,5	7,1	7,9
4	Zwolle	80,9	83,2	84,8	14,1	14,-	14,6	81	79	77	9,6	9,2	9,4
2	Assen	83,5	85,4	87,8	12,4	12,5	13,-	80,-	78	78	8,2	7,9	8,3
4	Emmeloord	84,8	86,2	85,3	12,5	13,-	12,8	81,-	78	77	8,3	8,3	8,1
3	Purmerend	82,2	85,9	85,-	13,-	13,1	13,4	79,-	77,-	75,-	8,5	8,4	8,2
2	Arnhem	76,2	83,4	85,5	11,5	11,7	13,3	74,-	70,-	79,-	6,7	7,3	8,6
2	Horst	81,6	85,-	86,9	9,1	9,5	8,8	78,-	74,-	76,-	5,2	5,2	4,9
3	Utrecht	76,9	81,9	83,4	13,8	13,5	13,3	79,-	77,-	77,-	9,-	8,7	8,5

Uit beide tabellen blijkt, dat de samenstelling van het hooi in verschillende delen van het land nagenoeg gelijk is. Alleen het consulentschap Horst maakt hierop een duidelijke uitzondering. Hier waren echter slechts 2 bedrijven in de proeven opgenomen terwijl op één van deze bedrijven en de ventilatieinrichting te laat klaar was en de hooibouwwerktuigen niet tijdig aanwezig waren, zodat te laat met de hooioogst werd begonnen. Op het tweede bedrijf is het re-gehalte echter lager dan normaal. Het re-gehalte daarentegen week niet af.

Broei, schimmel en stof

De beoordelingen op het voorkomen van broei, stof en schimmel zijn zeer individueel. Tijdens de voederperiode werden 33 van de 36 bedrijven bezocht en op deze wijze werd een momentopname van de visuele kwaliteit van het hooi verkregen. Van 33 bedrijven die werden bezocht werd op 23 bedrijven gevoederd van het hooi uit de proeftas. Op 6 van de genoemde 23 bedrijven werd plaatselijk in het hooi verkleuring door broei geconstateerd samengaan met een lichte broeigeur. Op 2 van deze bedrijven moest de oorzaak van de broei worden toegeschreven aan het gebruikte luchtverdeelstelsel. Op de overige 4 bedrijven was het waarschijnlijk een gevolg van ondoelmatig of onvoldoende ventileren.

Schimmel werd op geen der bezochte bedrijven geconstateerd. Stof kwam op 7 bedrijven voor en bleef bijna uitsluitend beperkt tot de hoeken van de tassen.

Over het geheel genomen hadden broei, stof en schimmel geen praktische betekenis, maar zij houden toch een waarschuwing in vooral tegen het gebruik van gebrekkige luchtverdeelssystemen en het onregelmatig of onvoldoende ventileren.

Verder werd de algemene indruk verkregen dat het kleurverlies van het hooi bijna uitsluitend voorkwam op bedrijven waar de ventilatiecapaciteit klein was. Het kleurverlies werd waargenomen door hooi afkomstig midden uit de tas of berg te vergelijken met hooi uit de zijkanten. Ook wanneer het luchtverdeelsysteem niet goed was werden plaatselijk dergelijke verkleuringen waargenomen. Deze algemene indruk geeft aan, dat voor een veilig nadrogen de ventilatiecapaciteit van $40 \text{ m}^3 \text{ lucht/uur/m}^3$ hooi van eerste snede niet verlaagd dient te worden.

De luchttechnische metingen

Om op verantwoorde wijze een keuze te kunnen maken uit de verschillende typen ventilatoren is het noodzakelijk een goed inzicht te hebben in het verband tussen de ventilatiecapaciteit en de tegendruk. Dit verband werd sinds 1958 uitvoerig bestudeerd bij vergelijkende proeven op de proefboerderij "De Ossekampen" te Wageningen. Uit deze proeven bleek, dat het verband tussen luchthoeveelheid en tegendruk door diverse factoren wordt beïnvloed. In fig. 6 worden de resultaten van de proeven in 1959 weergegeven. Voor de uitvoering der proeven stonden 3 tassen ter beschikking met een inhoud van ca. 30 ton elk. Het hooi van elk perceel dat werd ingeschuurd werd gelijkmatig verdeeld over de 3 tassen, zodat het materiaal in de tassen zo goed mogelijk vergelijkbaar is. Als objecten van onderzoek werden gekozen twee tassen van gelijke vorm en met gelijke luchtverdeelsystemen waarvan de ene 2 x zo snel werd gevuld als de andere. Verder werden met elkaar vergeleken 2 tassen van verschillende vorm (vierkant en rechthoekig) bij eenzelfde tempo van vullen. Alle objecten werden op dezelfde tijden en met dezelfde luchthoeveelheid geventileerd.

Nadat het droogproces was afgelopen werden de luchttechnische metingen uitgevoerd. Daar voor elk der tassen een ventilator met regelbaar toerental aanwezig was kon de luchthoeveelheid voor elke tas naar believe worden gevarieerd. Voor elke tas werden de luchthoeveelheid en de tegendruk gemeten bij 9 verschillende toerentalen van de ventilatoren. De luchthoeveelheden werden met de pitotbuis gemeten in speciale meetleidingen.

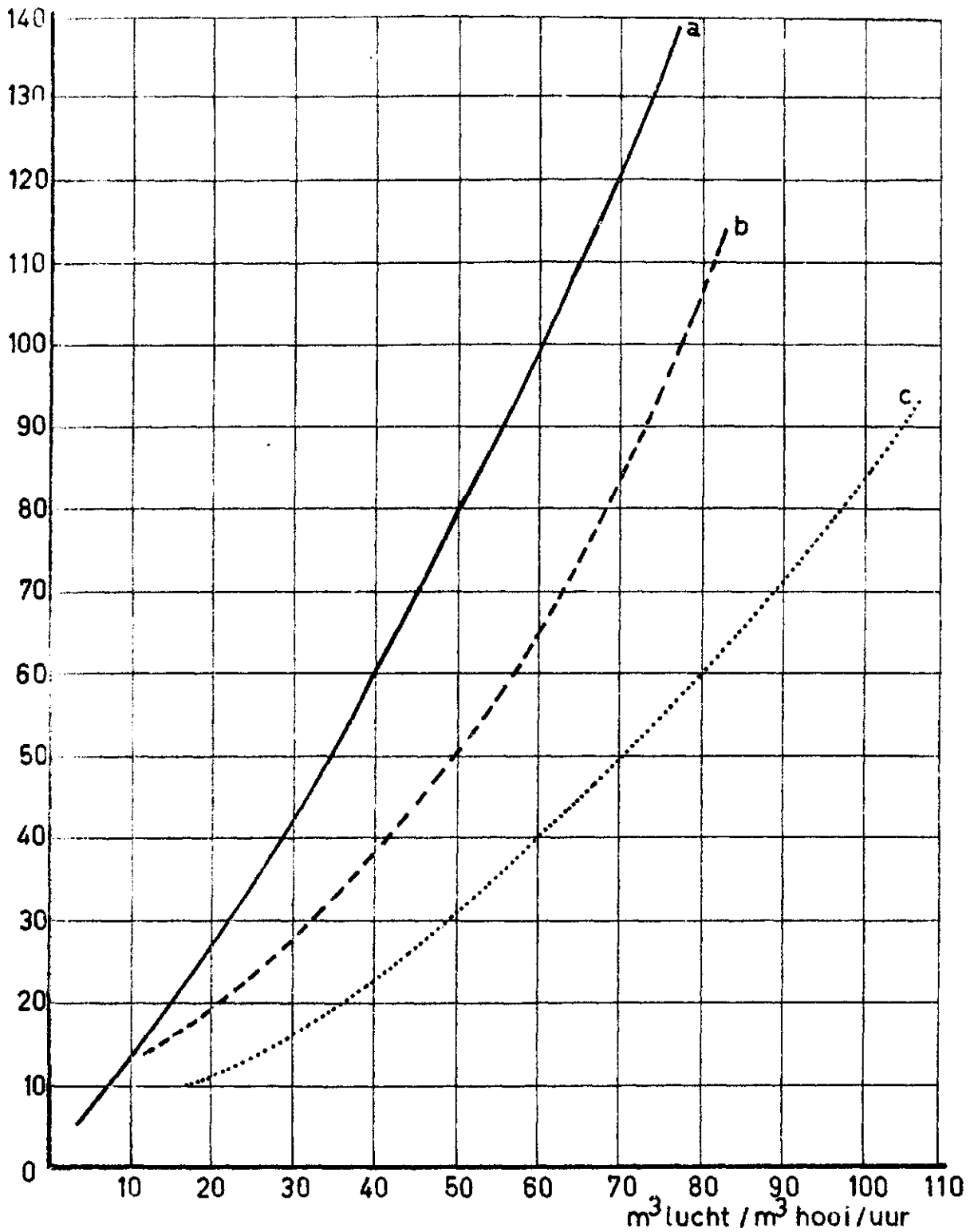
Uit fig. 6 blijkt dat bij alle drie de objecten de weerstand die de lucht bij het passeren van het hooi ondervindt (= tegendruk) toeneemt met stijgende ventilatiecapaciteit. Het verband tussen luchthoeveelheid en tegendruk is echter bij de drie objecten duidelijk verschillend.

Voor de objecten waarvoor de lijnen a en b gelden is slechts het tempo van inschuren verschillend. Het object a werd 2 x zo snel gevuld als object b. Duidelijk blijkt, dat bij een snellere stapeling bij gelijke ventilatiecapaciteit een hogere tegendruk te verwachten is. De objecten b en c wijken slechts van elkaar af naar de vorm van het grondvlak van de tas (b is vierkant $6 \times 6 \text{ m}$; c is langwerpige $5 \times 7 \text{ m}$). Bij dezelfde ventilatiecapaciteit blijkt de tegendruk bij de langwerpige tas belangrijk lager te zijn dan de vierkante.

Bij overeenkomstige proeven werd eveneens vastgesteld, dat het verband tussen ventilatiecapaciteit en tegendruk praktisch niet wordt beïnvloed door de droogsnelheid.

Tegendruk
Mm W.K.

Fig.6



- l x b x h
- a) Bij snelle stapeling en vierkante tas (6x6x6m)
 - b) Bij langzame " " " " (")
 - c) Bij " " " langwerpige tas (7x5x6m)

Bij dag en nacht ventilatie met warme lucht werd nl. dezelfde lijn gevonden als bij ventilatie met koude lucht uitsluitend overdag. Hieruit valt tevens te concluderen, dat van het 's nachts ventileren om hoge tegendrukken te voorkomen niet veel effect moet worden verwacht. Mogelijk kan hiermee in gevallen waar 's nachts zonder ventilatie flinke groei zou optreden echter wel iets worden bereikt.

Uit het voorgaande zal het duidelijk zijn, dat kennis van het verband tussen ventilatiecapaciteit en tegendruk van essentiële betekenis is voor het geven van adviezen bij de aanschaf van ventilatoren. Om gegevens hieromtrent uit de praktijk te krijgen werden in deze interprovinciale serie dan ook luchttechnische gegevens verzameld. Het luchtquantum werd volgens de proefopzet op alle bedrijven tijdens de ventilatieperiode vijf maal gemeten met een vleugelradanemometer. De tegendruk werd dagelijks gemeten.

De anamometerwaarnemingen werden verricht aan de zuigzijde van de ventilator. Bij elke meting werd het gehele oppervlak van de luchtinlaat afgetast. Alle metingen werden in duplo uitgevoerd. Over het algemeen waren de verschillen in duplometingen zeer gering. Bij metingen die geheel buiten moesten worden uitgevoerd, werd in sommige gevallen het meetresultaat echter beïnvloed door de wind. In deze gevallen dienen de metingen zo mogelijk bij windstil weer te worden uitgevoerd.

De tegendrukmetingen werden verricht door een meetbuisje zoals fig. 7 weergeeft te plaatsen in het horizontale luchttoevoerkanaal. Dit buisje werd, gerekend vanaf de ventilator, geplaatst op 2/3 van de afstand tussen de ventilator en de opening die aansluiting geeft op het verticale luchtkanaal. Via een rubberslang werden deze meetbuisjes verbonden met een manometer. In hooibergen waarin ventilatie van bovenaf werd toegepast, waren deze buisjes niet bruikbaar. Hier werden meetblikken gebruikt die werden aangebracht op de bodem van het verticale kanaal. De meetblikken bestonden uit gesloten conservenblikken waarin een 20-tal gaatjes van ca. 1 mm doorsnede waren geboord. Deze blikken werden via een koperen pijp verbonden met een manometer. De drukmetingen volgens beide methoden hebben geen moeilijkheden opgeleverd.

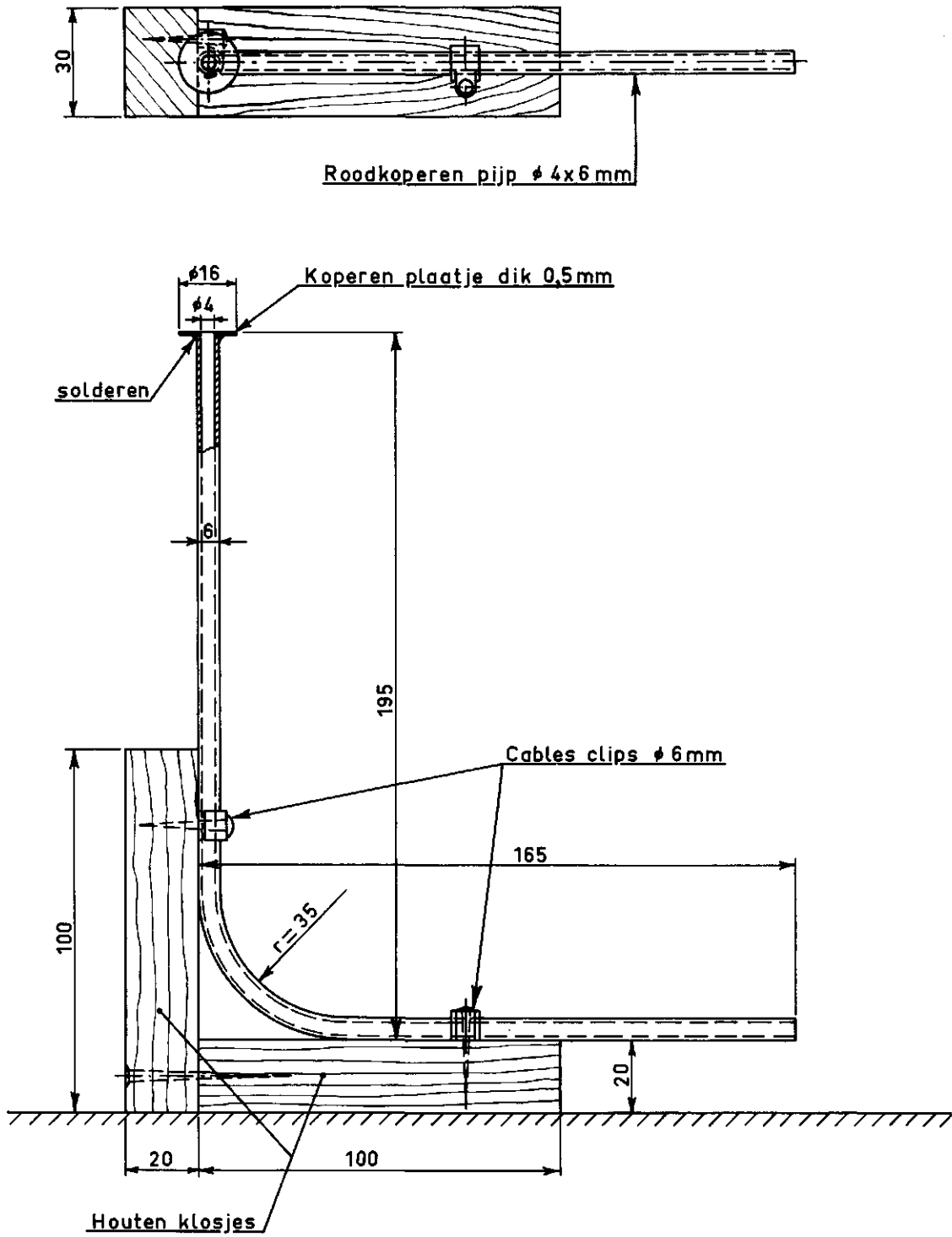
Dat zowel de druk- als de volumemeting vrij nauwkeurig waren, blijkt uit tabel 9.

Tabel 9 Gemeten ventilatorcapaciteiten uitgedrukt in % van de capaciteit volgens de karakteristieken verstrekt door de fabrikanten

Ventilator		cap. in %	Aantal metingen
Serie	Fabrikant		
SMR 10	Asselberg	100	6
SLR 8	"	102	7
CR 2-	"	116	4
KRHB	Kiekens	105	6
Modesta		100	5

Hierin is het resultaat van de metingen weergegeven voor die ventilatoren die door het Instituut voor Landbouwtechniek en Rationalisatie en het Instituut voor de Bewaring en Verwerking van Landbouwproducten werden getest.

Fig. 67 Het drukmeetbuisje



Van elk type ventilator is opgegeven de gemeten capaciteit uitgedrukt in procenten van capaciteit die door de fabrikant wordt opgegeven bij de gemeten tegendruk. Daar in de opgegeven percentages zowel de fouten van de volume- als de drukmetingen zijn verdisconteerd, kan worden geconcludeerd, dat de toegepaste meetmethodiek zeer goed heeft voldaan. Van twee merken ventilatoren, waarvan geen testrapport bestaat, behaalde het ene merk 78 % en het andere slechts 67 % van de door de fabrikant opgegeven capaciteit. Een aanwijzing te meer om slechts die ventilatoren aan te bevelen waarvan een testrapport is verschenen.

Van het verband tussen ventilatiecapaciteit en tegendruk zoals dat in het begin van dit hoofdstuk werd besproken, is in de verkregen resultaten zoals uit tabel 10 blijkt niets terug te vinden.

Tabel 10 Overzicht ventilatiecapaciteit en tegendruk

Aantal tassen	Luchthoeveelheid m ³ / m / uur		Gem. Tegendruk mm WK	Tegendruk in mm WK tassen								
		gem		10-	20-	30-	40-	50-	60-	70-	80-	90
5	< 35	25	53		1		1	1	1	1		
7	35-45	39	51			1	2	2	2			
6	> 45	61	42		1	1	3	1				
Totaal 18					2	2	6	4	3	1		
12 zolders (hoogte 4,5 m)		79	37		4	6	1					1

Voor het samenstellen van tabel 10 werd slechts gebruik gemaakt van gegevens van die bedrijven waar geen luchtlekkages konden worden aangetoond. Tot de zolders werden ook gerekend tassen met een hoogte kleiner dan 4,5 m (Door de droge zomer werd op verschillende bedrijven slechts weinig hooi gewonnen)

Blijkbaar wordt het verband tussen luchthoeveelheid en tegendruk in de praktijk vertroebeld door allerlei factoren die variëren van bedrijf tot bedrijf. De aanleg van het luchtverdeelstelsel en het voorkomen van oncontroleerbare lekkages spelen hierbij een rol. In elk geval dient bij tegendrukken boven 60 mm uitbreiding van het luchtverdeelstelsel (d.w.z. wijdere kanalen, meer lattenroosters e.d.) te worden aanbevolen. Bij de extreem lage tegendrukken dient alle aandacht te worden geschonken aan luchtlekkages.

Samenvatting

Ten gevolge van de abnormaal droge weersomstandigheden werd gemiddeld vrij droog ingeschuurd. Ondanks het droge weer bleek het aantal ventilatie-uren normaal te zijn. De conservering van het materiaal is over het algemeen zeer gunstig verlopen; de kwaliteit van het hooi veranderde na het inschuren vrijwel niet en was bijzonder goed.

Het verband tussen ventilatiecapaciteit en tegendruk zoals dat bij vergelijkende proeven op de "Ossekampen" wordt gevonden, is niet te reconstrueren uit de luchttechnische gegevens zoals deze uit de praktijk worden verkregen. Blijkbaar vertroebelen een groot aantal van bedrijf tot bedrijf wisselende factoren het verband.

De verkregen luchttechnische gegevens zijn voldoende betrouwbaar en geven aanleiding nog eens nadrukkelijk te stellen dat het aanbeveling verdient slechts die ventilatoren aan te bevelen of te kopen, die door het I.L.R. en het I.B.V.L. werden getest en waarvan een bulletin is verschenen.

Op bedrijven met een geringe ventilatiecapaciteit kon meestal een kleurverlies in het hooi worden vastgesteld. Dit geeft de aanwijzing, dat er gevaren schuilen in het gebruik van ventilatoren met een lagere ventilatiecapaciteit. Er is dus geen aanleiding om de norm van $40 \text{ m}^3 \text{ lucht/m}^3 \text{ hooi}$ van eerste snede/uur te verlagen.

Tabel 7 Gemiddelde samenstelling van materiaal in netten, berekend per Rijkslandbouwconsulentschap

Aantal partijen	Aantal bedrijven	R.L.C.	Tijdstip bemonstering.	ds %	zand %	Op zandvrije ds.				as %	ZW
						re %	verterings coeff. HCl	vre %	ng %		
11	4	Groningen	inschuren	73,8	0,9	12,1	77	7,5	26,9	7,3	48
			uithalen $\frac{1}{2}$ x)	84,4	0,9	11,8	77	7,3	28,8	6,9	45
			uithalen $\frac{1}{2}$ xx)	84,7	0,7	11,7	77	7,2	28,5	7,0	46
11	4	Leeuwarden	inschuren	73,3	1,0	12,6	77	8,0	25,2	8,4	50
			uithalen $\frac{1}{2}$ x)	83,5	1,0	12,2	77	7,7	26,3	8,1	49
			uithalen $\frac{1}{2}$ xx)	81,5	1,0	12,3	78	7,8	25,6	8,1	50
17	5	Sneek	inschuren	71,5	1,4	12,7	78	8,2	26,2	8,3	48
			uithalen $\frac{1}{2}$ x)	83,6	1,5	13,0	78	8,3	27,6	8,5	46
			uithalen $\frac{1}{2}$ xx)	84,1	1,2	12,9	78	8,3	26,9	8,5	47
9	4	Zwolle	inschuren	71,2	0,9	14,9	80	10,1	24,4	7,6	53
			uithalen $\frac{1}{2}$ x)	83,7	0,9	15,0	79	10,0	26,3	8,1	49
			uithalen $\frac{1}{2}$ xx)	83,9	0,8	15,0	79	10,0	25,5	7,9	50
7	2	Assen	inschuren	63,9	0,7	12,5	81	8,3	26,1	7,5	52
			uithalen $\frac{1}{2}$ x)	84,1	0,7	12,4	77	7,7	28,4	7,8	45
			uithalen $\frac{1}{2}$ xx)	84,6	0,6	12,4	78	7,8	28,4	7,8	45
10	4	Emmeoord	inschuren	74,3	1,1	14,2	77	9,2	27,6	8,0	47
			uithalen $\frac{1}{2}$ x)	82,4	1,1	13,8	78	8,9	29,4	8,0	43
			uithalen $\frac{1}{2}$ xx)	83,4	1,1	13,8	79	9,1	28,9	8,0	44
10	3	Purmerend	inschuren	74,8	1,5	14,0	76	8,9	26,6	8,5	48
			uithalen $\frac{1}{2}$ x)	80,0	1,5	13,9	74	8,5	27,9	8,7	45
			uithalen $\frac{1}{2}$ xx)	79,5	1,4	13,8	74	8,3	27,4	8,4	46

x) net op $\frac{1}{2}$ m uit de hoekxx) net op $\frac{1}{2}$ m uit de hoek

Tabel 7 (vervolg)

Aantal partijen	Aantal bedrijven	R.L.C.	Tijdstip bemonstering	ds %	zand %	Op zandvrifje ds.				re %	as %	ZW
						Verterings-coëff. HCl	peps.	vre %	re %			
6	2	Arnhem	inschuren	72,5	1,2	11,5	77		7,1	26,9	6,6	49
			uithalen $\frac{1}{2}$ x)	83,3	1,1	11,7	78		7,3	28,6	6,7	45
			uithalen $1\frac{1}{2}$ xx)	83,7	1,1	11,1	78		7,0	28,4	6,8	47
4	2	Horst	inschuren	73,3	0,9	9,6	79		5,8	29,0	7,1	45
			uithalen $\frac{1}{2}$ x)	83,2	0,7	8,5	80		5,0	29,5	6,6	45
			uithalen $1\frac{1}{2}$ xx)	84,3	0,5	9,0	80		5,5	30,6	6,9	43
11	4	Utrecht	inschuren	71,0	1,7	13,8	80		9,3	26,4	8,3	49
			uithalen $\frac{1}{2}$ x)	82,0	1,2	14,3	77		9,3	28,2	8,2	45
			uithalen $1\frac{1}{2}$ xx)	82,9	1,1	14,4	79		9,6	27,2	8,2	47

x) net op $\frac{1}{2}$ m uit de hoekxx) net op $1\frac{1}{2}$ m uit de hoek

Overzicht van de uitgevoerde proeven per consulentschap

R.L.C. Groningen

- 1 J. Wiersma, Marum.
- 2 J. Eisses, Onnen.
- 3 F. Bakker, Sauwerd.
- 4 W. Kuiper, Tolbert.

R.L.C. Leeuwarden

5. E. Hoekstra, Wartena.
6. M. Fokkema, Ternaard.
- 7 S.J.T. Hoekstra, Rijperkerk.
- 8 H.J. Kooistra, Warga.
- 9 J. Nauta, Wartena.

R.L.C. Sneek

- 10 M. Jansma, IJlst.
- 11 M. Groen, Lemmer.
- 12 H.R. Schaap, Deersum.
- 13 F.F. Wind & Zn, Akkrum.
- 14 R. v.d. Velde, Wommels.

R.L.C. Assen

- 15 L. Wiggerink, Laag Halen.
- 16 Proefb. Kooijenburg, Rolde.

R.L.C. Zwolle

- 17 H.R. Woud, Blokzijl
- 18 J. Post, Kampen.
- 19 K. Bouwman, Nieuw Leusen.
- 20 H. Kouwen, Nieuw Leusen.

R.L.C. Emmeloord

- 21 W. Vermeulen, Bant.
- 22 G.W. Groot-Roesink, Rutten.
- 23 J. Oosterveld, Rutten.
- 24 H. v. Dijk, Crell.

R.L.C. Arnhem

- 25 A.G. Hilhorst, Achterveld.
- 26 J.W. v. Norel, Oosterwolde.

R.L.C. Utrecht

- 27 Wed A.J. v. Kats, Lopik.
- 28 Proefb. Zegveld.
- 29 D. Verlaan Kamerik.
- 30 H. ~~de~~ Hartog, Abcoude.
- 31 J.C. de Groot, Westbroek.

R.L.C. Purmerend

- 32 F. Groenendaal, Nederhorst den Berg.
- 33 J. Stoker, Nederhorst den Berg.
- 34 G.A. v.d. Gun, Nederhorst den Berg.

R.L.C. Horst

- 35 St. Paul, Arcen.
- 36 J. Leeën, Ospel.

THE POLYMERIZATION OF VINYL MONOMERS

The polymerization of vinyl monomers is a complex process involving several steps and factors. The general reaction can be represented as follows:

$$n \text{ CH}_2=\text{CHX} \rightarrow \text{---}[\text{CH}_2-\text{CHX}]_n\text{---}$$

where X represents a substituent group on the vinyl monomer. The reaction is initiated by a radical species, which attacks the double bond of the monomer, forming a radical intermediate. This intermediate then reacts with another monomer molecule, leading to the growth of the polymer chain. The process continues until the reaction is terminated by a radical scavenger or the depletion of monomers.

The rate of polymerization is influenced by several factors, including the concentration of the monomer, the concentration of the initiator, and the temperature. The rate law for the polymerization of vinyl monomers is given by:

$$R_p = k_p \frac{k_d^{-1/2} [M]^2 [I]^{1/2}}{k_t}$$

where R_p is the rate of polymerization, $[M]$ is the monomer concentration, $[I]$ is the initiator concentration, k_p is the propagation rate constant, k_d is the initiator decomposition rate constant, and k_t is the termination rate constant.

The mechanism of the polymerization of vinyl monomers involves the following steps:

- Initiation:** A radical species (R^\bullet) attacks the double bond of the monomer, forming a radical intermediate (M_1^\bullet).
- Propagation:** The radical intermediate (M_1^\bullet) reacts with another monomer molecule, leading to the growth of the polymer chain (M_n^\bullet).
- Termination:** The radical intermediate (M_n^\bullet) is terminated by a radical scavenger or the depletion of monomers, resulting in a stable polymer chain.

The polymerization of vinyl monomers is a highly exothermic process, and the heat released during the reaction can lead to a runaway reaction if not properly controlled. Therefore, it is essential to monitor the temperature and the concentration of the monomer and initiator during the polymerization process.