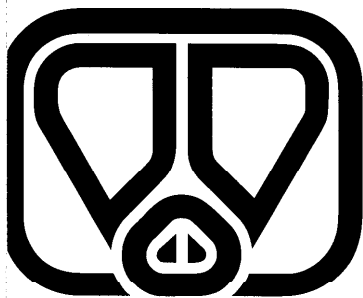


Ing. J.H.M. van Cuyck
Varkensproefbedrijf
"Zuid- en West-Nederland"

R. Roozen
Internationale Agrarische
Hogeschool "Larenstein"
Deventer

Regeling van een ventilator met
een frequentie-omvormer ten
opzichte van een triacregeling

*Controlling of a fan by a
frequency transformer in
comparison with a triac*



Varkensproefbedrijf
"Zuid- en West-Nederland"

Vlaamseweg 17
6029 PK Sterksel
tel.: 04907 - 62376

Proefverslag nummer P 4.2
oktober 1992

SAMENVATTING

De laatste jaren is er veel aandacht besteed aan de actie "Wees zuinig met energie". De rijksoverheid heeft op verscheidene manieren deze actie gepromoot. Het doel was/is om de mensen er op te wijzen dat men zuinig moet omgaan met energie. Energieverspilling kost niet alleen onnodig veel geld, maar het brengt ook schade toe aan het milieu.

Ook in de varkenshouderij kan men op verschillende manieren meewerken om het energieverbruik tot een minimum te beperken. Één manier om energie te besparen is het gebruik van een frequentie-omvormer. Een frequentie-omvormer wordt gebruikt voor het regelen van een ventilator. Een frequentie-omvormer zet een vaste spanning en frequentie om in een traploos varieerbare netspanning en frequentie. Bij de andere ventilatorregelaars (zoals o.a. de triacregelaar) wordt alleen de netspanning gevarieerd. Als het toerental van de ventilator wordt verlaagd gaat ook de trekkracht (koppel) van de ventilator omlaag. Bij een lager toerental is de ventilator slechter regelbaar en windgevoeliger dan bij een hoger toerental. Bij lage toerentallen ontstaat er energieverlies, doordat de stroom die niet nodig is voor het laten draaien van de ventilator wordt omgezet in warmte. Bij een frequentie-omvormer wordt niet onnodig stroom naar de ventilator gestuurd, waardoor minder energieverlies optreedt.

Opzet van het onderzoek

Het onderzoek is uitgevoerd op het Varkens-proefbedrijf "Zuid- en West-Nederland" te Sterksel.

De frequentie-omvormer regelde in één vleesvarkensafdeling de ventilator en in een vrijwel identieke vleesvarkensafdeling werd de ventilator gestuurd door een triac-regelaar.

In beide afdelingen werd mechanisch geventileerd en werd plafondventilatie toegepast. De vloer bestond uit een gedeeltelijk dichte vloer.

Resultaten en discussie

Uit tabel 1 blijkt dat een ventilator met een frequentie-regelaar een lager elektriciteitsverbruik heeft dan een ventilator met een triacregeling. De elektriciteitsbesparing komt het duidelijkst naar voren in een periode met lage buitentemperaturen (meetperiode 10-12-90 t/m 11-03-91).

In één jaar leverde de frequentie-omvormer een elektriciteitsbesparing op van f 0,09 per vleesvarkensplaats. De extra kosten van een frequentie-omvormer ten opzichte van een triacregeling zijn f 4,37 per vleesvarkensplaats. Dat betekent dus een terugverdienperiode van 49 jaar.

Conclusie

De elektriciteitsbesparing weegt niet op tegen de hoge aanschafprijs van een frequentie-omvormer. Het eventuele voordeel van minder slijtage aan de motor en hierdoor langere levensduur, is niet in de berekening meegenomen.

SUMMARY

Pollution of the environment is a very important subject nowadays. Part of the environmental problems is the big energy consumption of the industry and agriculture. The energy consumption of certain motors can be reduced by using a frequency transformer. A frequency transformer transforms the main voltage and frequency into a variable voltage and frequency. In pigfarming a lot of fans are being used. Normally, the fans used in pigfarming are controlled by a "triac", which can only vary the voltage. Whenever a fan is working at low speed (low rpm), the efficiency of the motor is low because of much energy loss. By using a frequency transformer, there is less energy loss of the motor at low rpm.

In 1990/1991 there has been a comparison in energy consumption of fans, using either a "triac" or a "frequency transformer". The comparison took place in two compartments with fattening pigs on the Experimental Pig Husbandry Farm in Sterksel.

Results

The yearly energy consumption of the fan with frequency transformer was 15% less than the consumption of the fan with a triac. Saving of energy consumption especially occurred when the temperature outside was low. The saving of energy consumption resulted in f 0,09 lower energy costs per fattening place per year. When one frequency transformer is used for three compartments, the extra costs of the frequency transformer in comparison with a triac are f 4,37 per fattening place per year. This means that the break even point will be reached after 49 years.

Therefore the conclusion of this comparison is, that the savings of a frequency transformer by less energy costs are not sufficient to compensate the higher investment costs. The possible advantage of less wear and tear of the motor and therefore a longer life is not taken into account. The period of comparison (one year) is too short for that.

Tabel 1: Electriciteitsverbruik van een ventilator met een frequentieregelaar of met een triacregeling
 Table 1: *Electricity consumption of a ventilator with a frequency transmitter or with a triac*

meetperiode (per ronde)	elektriciteitsverbruik (kWh)		verschil	
	triac	frequentie	kWh	%
20-04-'90 t/m 20-07-'90	72,7	61,9	10,8	14,9
10-08-'90 t/m 19-11-'90	75,0	68,0	7,0	9,3
10-12-'90 t/m 11-03-'91	59,8	37,2	22,6	37,8
TOTAAL:	207,5	167,1	40,4	19,5
JAARVERBRUIK:				
18-04-'90 t/m 11-03-'91	237,2	200,7	36,5	15,4

Tabel 2: Ventilatiepercentage, afdelingstemperatuur en electriciteitsverbruik in een warme periode
 Table 2: *Ventilationpercentage, compartment-temperature and electricity consumption in a warm period*

periode	gem. vent. (%)		gem. temp. (°C)		electriciteitsverbruik (kWh)		
	triac	freq.	triac	freq.	triac	freq.	verschil freq. t.o.v. triac
15-06-'90 t/m 18-06-'90	84	78	23	22	4,7	2,6	-2,1
22-06-'90 t/m 25-06-'90	85	79	22	21	2,7	2,7	0,0
29-06-'90 t/m 02-07-'90	88	80	24	23	3,2	3,0	-0,2
02-07-'90 t/m 06-07-'90	82	76	22	20	3,1	3,3	+0,2
06-07-'90 t/m 09-07-'90	92	77	22	20	2,8	2,6	-0,2
09-07-'90 t/m 13-07-'90	89	82	24	21	3,7	4,0	+0,3
13-07-'90 t/m 17-07-'90	91	87	25	24	2,8	1,3	-1,5
gemiddeld totaal	87	80	23	22	23,0	19,5	-3,5

Tabel 3: Ventilatiepercentage, afdelingstemperatuur en electriciteitsverbruik in een koude periode
 Table 3: *Ventilationpercentage, compartment-temperature and electricity consumption in a cold period*

periode	gem. vent. (%)		gem. temp. (°C)		electriciteitsverbruik (kWh)		
	triac	freq.	triac	freq.	triac	freq.	verschil freq. t.o.v. triac
1 0-12-'90 t/m 17-12-'90	51	22	18	18	4,0	1,4	-2,6
17-12-'90 t/m 24-12-'90	48	30	20	18	3,7	1,8	-1,9
24-12-'90 t/m 31-12-'90	53	36	20	19	4,3	2,4	-1,9
07-01-'91 t/m 14-01-'91	59	36	19	18	4,6	2,3	-2,3
14-01-'91 t/m 21-01-'91	45	33	18	17	3,6	2,0	-1,6
21-01-'91 t/m 28-01-'91	48	41	18	18	4,1	2,6	-1,5
28-01-'91 t/m 04-02-'91	39	35	17	16	2,9	1,8	-1,1
gemiddeld totaal	49	33	19	18	27,2	14,3	-12,9

Tabel 4: Jaarverbruik electriciteit
 Table 4: *Yearly electricity consumption*

	electriciteitsverbruik (kWh)		
	triac	frequentie	verschil
18-04-'90 t/m 11-03-'91	237,2	200,7	36,5 (15,4 %)

Tabel 5: Extra kosten frequentie-omvormer t.o.v. triac-regeling
 Table 5: *Extra costs of a frequency transmitter in comparison with a triac*

prijs frequentie-omvormer	f	850,-
installatiekosten	f	150,- t
	f	1000,-
subsidie 25%	f	250,- -
	f	750,-
besparing toerenterugmelder	f	100,- -
besparing triac	f	200,- -
besparing diafragmaschuif	f	100,- -
totaal:	f	350,-

1. Inleiding *In trodution*

Op dit moment wordt ongeveer 95% van de ventilatoren in Nederland geregeld door een triacregeling. Bij een triacregeling wordt alleen de netspanning gevarieerd en niet de frequentie. Het nadeel van deze aansluiting is het slecht regelbaar zijn van de ventilator in het lage spanningsgebied. De trekkracht is dan erg laag, waardoor de ventilator windgevoeliger is.

Een frequentie-omvormer (= frequentieregelaar) zet zowel de vaste netspanning als de frequentie om in een traploos varieerbare spanning en frequentie. Daardoor kan de ventilator nauwkeuriger geregeld worden, wat vooral voordelen zal opleveren bij lage toerentallen van de ventilator.

Behalve een betere regelbaarheid zal ook het energieverbruik van de ventilator door gebruikmaking van een frequentieregelaar positief beïnvloed worden. Bij lage toerentallen wordt de motor van de ventilator warmer dan bij hoge toerentallen. Dit wordt veroorzaakt door het feit dat de stroom die

niet nodig is voor het laten draaien van de ventilator wordt omgezet in warmte. Dit leidt tot een hoger energieverbruik en tot meer slijtage aan de motorwikkelingen en lagers. Doordat de warmte-ontwikkeling van de ventilatormotor bij gebruikmaking van een frequentie-omvormer minder is, zal ook de slijtage en het energieverbruik minder zijn.

Het nadeel van frequentie-omvormers is, dat ze behoorlijk duurder zijn dan de gangbare triacregelingen.

Op het Varkensproefbedrijf "Zuid- en West-Nederland" in Sterksel is een oriënterend onderzoek uitgevoerd naar het energieverbruik van een frequentie-omvormer in vergelijking met een triacregeling. De doelstelling van het onderzoek is om te bepalen of de extra kosten van een frequentie-omvormer worden gecompenseerd door de besparing in electriciteitsverbruik.

2. Materiaal en methoden

Material and methods

2.1 Proefbehandelingen

Bij dit onderzoek zijn twee vleesvarkensafdelingen gebruikt die qua inrichting identiek zijn en waarbij in de ene afdeling de ventilator geregeld werd via een triacregelaar en in de andere afdeling via een frequentie-omvormer.

2.2 Proefdieren

Het onderzoek is uitgevoerd met borgen en zeugen van de kruisingstypen YDN, YYN, YN en YNY. De biggen zijn opgelegd bij een leeftijd van 10 weken en een gewicht van ongeveer 24 kg. Het aflevergewicht was ongeveer 110 kg.

2.3 Duur, omvang en indeling van de proef

De proef is uitgevoerd op het Varkensproefbedrijf "Zuid- en West-Nederland" te Sterksel van 20 april 1990 tot en met 11 maart 1991. Er zijn in totaal drie ronden gedraaid, waarbij in elke ronde 80 vleesvarkens per afdeling werden opgelegd. In beide afdelingen is volgens het all-in-all out systeem gewerkt, waarbij de afdelingen tussen twee ronden gereinigd en ontsmet werden.

2.4 Huisvesting

Het onderzoek is uitgevoerd in twee vrijwel identieke afdelingen, die beide plaats bieden aan 80 vleesvarkens. Beide afdelingen bestaan uit tien hokken, met ieder acht dieren. Vier hokken per afdeling hebben een breedte van 2,70 m en een lengte van 2,50 m. De vloer bestaat uit achtereenvolgens 0,30 m betonrooster direct achter de trog, 0,80 m onderkelderde, dichte bolle betonvloer en 1,20 m betonrooster. Het dichte vloergedeelte is voorzien

van warmwatervloerverwarming.

Zes hokken in iedere afdeling hebben een breedte van 1,80 m en een lengte van 3,70 m. De vloer bestaat achtereenvolgens uit 1,80 m betonrooster, 1,30 m onderkelderde, dichte bolle betonvloer en 0,60 m betonrooster. Het dichte vloergedeelte is voorzien van warmwatervloerverwarming.

In beide afdelingen is indirecte luchtinlaat toegepast via de centrale gang. De buiten-inlaat is voorzien van een winddruppelkap om windinvloeden te beperken. In beide afdelingen wordt de lucht in de afdeling gebracht via plafondventilatie. In de afdeling met triac-regeling gebeurt dit via gootjes met gaatjes en in de afdeling met de frequentie-omvormer via een plastic folie met gaatjes.

De luchtafzuiging heeft bij beide afdelingen plaatsgevonden door middel van een ventilator met een doorsnede van 50 cm achterin de afdeling.

De klimaatsinstellingen waren in beide afdelingen hetzelfde en als volgt ingesteld:

- Minimum ventilatie%: 25% oplopend naar 30%
- Maximum ventilatie%: 100%
- Bandbreedte: 3°C
- Temperatuurcurve: 21°C bij opleg dalend naar 17°C na 60 dagen

2.5 Verzameling en verwerking van de gegevens

Voor het registreren van het elektriciteitsverbruik, is er bij beide afdelingen een kWh-meter geplaatst. Deze kWh-meters zijn wekelijks afgelezen, zodat het verbruik per week en per afdeling berekend kon worden. Tevens zijn bij beide afdelingen dagelijks de temperaturen en ventilatiepercentages gemeten. Deze metingen vonden met tussenpauzes van vier uur plaats.

3. Resultaten

Results

In tabel 1 is het elektriciteitsverbruik van een ventilator geregeld met een triacregelaar en een frequentie-omvormer weergegeven. Hieruit blijkt dat in alle drie de ronden de ventilator geregeld met een frequentie-omvormer minder elektriciteit verbruikt dan de ventilator geregeld met een triacregelaar. Het energieverbruik over de gehele proefperiode is bij de frequentie-omvormer 40,4 kWh (19,5%) lager dan bij een triac-regelaar.

In tabel 2 zijn de gemiddelde ventilatiepercentages, afdelingstemperaturen en het elektriciteitsverbruik weergegeven in een periode waarin de buitentemperatuur hoog was (>20°C). In deze periode is het

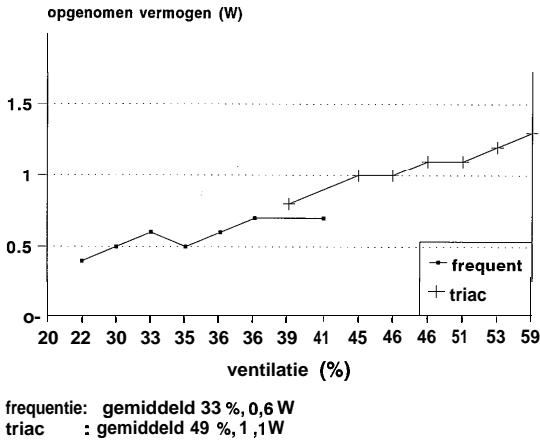
electriciteitsverbruik van de frequentie-omvormer iets lager, nl. 3,5 kWh (15%).

In figuur 1 is de relatie tussen gemiddeld ventilatiepercentage en het opgenomen vermogen in een warme periode grafisch weergegeven.

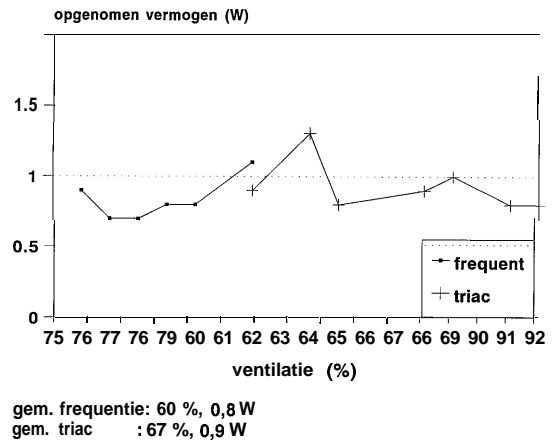
In tabel 3 zijn de gemiddelde ventilatiepercentages, temperaturen en het elektriciteitsverbruik weergegeven in een periode met lage buitentemperaturen (<8°C). Hieruit blijkt dat zowel het ventilatiepercentage als het elektriciteitsverbruik een stuk lager is in de afdeling met de frequentie-omvormer. Het elektriciteitsvoordeel over deze periode is 12,9 kWh (47,4%) ten gunste van de frequentie-omvormer.

In figuur 2 is de relatie tussen het gemiddelde ventilatiepercentage en het opgenomen vermogen in een koude periode grafisch weergegeven.

Figuur 1: Gemiddelde ventilatie (%) en opgenomen vermogen (W) in een warme periode bij een triacregelaar en bij een frequentie-omvormer
 Picture 1: Average ventilation (%) and used power (W) in a warm period with a triac and with a frequency transformer



Figuur 2: Gemiddelde ventilatie (%) en opgenomen vermogen (W) in een koude periode bij een triacregelaar en bij een frequentie-omvormer
 Picture 2: Average ventilation (%) and taken power (W) in a cold period with a triac and with a frequency transformer



4. Economische evaluatie *Economic evaluation*

In tabel 4 is het elektrisch jaarverbruik weergegeven van de ventilatoren geregeld met respectievelijk een triacregeling en een frequentie-omvormer. Bij een prijs van f 0,20 per kWh betekent dit een besparing in electriciteitskosten van 36,5 kWh x f 0,20 = f 7,30 bij gebruik van een frequentie-omvormer, ofwel f 0,09 per vleesvarkensplaats per jaar.

In tabel 5 zijn de extra kosten van een frequentie-omvormer ten opzichte van een triacregeling weergegeven (in gld per afdeling).

Een frequentie-omvormer kost ongeveer f 1 000,- (incl. installatiekosten). Vanwege het energiebesparende karakter van de frequentie-omvormer is op de aanschaf ervan een subsidieregeling van toepassing

via het Ministerie van Economische Zaken. De subsidie bedraagt 25% over zowel de aanschaf- als de installatiekosten. Doordat bij toepassing van een frequentie-omvormer een toerentalterugmelder overbodig is, bespaart men hierop een bedrag van f 1 00,- per geregelde ventilator. Ook een diafragma-schuif (kosten f 100,-) is niet nodig bij gebruik van een frequentie-omvormer.

De extra kosten van een frequentie-omvormer ten opzichte van een triacregeling bedragen dan f 350,- per afdeling met 80 vleesvarkens, ofwel f 4,37 per vleesvarkensplaats. Afgezet tegen de electriciteitsbesparing van f 0,09 per vleesvarkensplaats per jaar, betekent dit een terugverdienperiode van 49 jaar.

5. Discussies en conclusies

Discussion and conclusions

Discussie

Uit het oriënterend onderzoek blijkt dat het regelen van een ventilator met een frequentie-omvormer in perioden met hoge temperaturen nauwelijks een besparing in electriciteitsverbruik oplevert. In perioden met lage temperaturen levert de frequentieregelaar wel een aanzienlijke electriciteitsbesparing op. Dat is ook volgens de verwachting, omdat juist bij lage toerentallen van de ventilator de frequentie-omvormer zorgt voor een regelmatig draaipatroon van de ventilator en minder warmte-ontwikkeling in de motor. Het voordeel van de frequentie-omvormer moet dan ook gehaald worden uit perioden met lage buitentemperaturen.

Het lagere energieverbruik in de afdeling met frequentie-omvormer wordt voor een belangrijk deel veroorzaakt door een lager gemiddeld ventilatiepercentage in deze afdeling. Met name in tabel 3 (koude periode) is het verschil in ventilatie tussen de twee afdelingen vrij groot (16%). Een gedeelte van de verklaring hiervoor is een gering temperatuursverschil tussen de beide afdelingen. Bovendien zijn de dieren in de afdeling met frequentie-omvormer één week later opgelegd dan de dieren in de afdeling met triacregeling. Doordat geventileerd wordt op basis van een curve, zijn de gemiddelde ventilatiepercentages van beide afdelingen in de betreffende meetperiode niet exact gelijk. Door gebruik te maken van het jaarverbruik aan electriciteit van beide afdelingen worden verschillen ten gunste van de iets verschillende oplegdata opgeheven.

De in het onderzoek gebruikte frequentie-omvormer had voldoende capaciteit om de ventilatoren van drie afdelingen met elk 80 vleesvarkenplaatsen te regelen. Eén frequentieregelaar per drie afdelingen is echter alleen mogelijk bij gelijke ventilatiebehoefte van de drie afdelingen. Bij gebruik van één ventilator per afdeling zal deze behoefte vaak behoorlijk uiteen lopen.

Het regelen van drie afdelingen met één frequentieregelaar is wel mogelijk, wanneer gebruik wordt gemaakt van een systeem van centrale afzuiging bij de drie afdelingen, omdat dan slechts van één ventilator gebruik wordt gemaakt. De kosten van het aanleggen van een systeem met centrale afzuiging zijn echter beduidend hoger dan de te realiseren besparing met de frequentieregelaar.

Naast het lagere energieverbruik is, door minder warmte-ontwikkeling, ook de slijtage van de ventilator-motor bij een frequentie-omvormer minder dan bij een triacregeling. Gezien de vrij korte onderzoeksperiode van één jaar kunnen hieromtrent echter nog geen conclusies worden getrokken. In de economische evaluatie is dit aspect dan ook niet meegenomen.

De regeling van de ventilatie bij lage temperaturen kan, behalve door het installeren van een frequentie-omvormer, ook verbeterd worden door een aantal andere maatregelen:

- Diafragmaschuif. Door de ventilator te “smoren” met een diafragmaschuif kan de luchtopbrengst van de ventilator worden teruggebracht zonder verlaging van het toerental. Het voordeel hiervan is, dat de regelbaarheid van de ventilator ook bij een lage luchtopbrengst betrouwbaar blijft. Het nadeel van deze methode is, dat het toerental van de ventilator gelijk blijft, waardoor geen besparing in energieverbruik optreedt. Er is een erg sterke correlatie tussen toerental en energieverbruik van de ventilator: het energieverbruik (opgenomen vermogen) neemt exponentieel (derde macht) toe met het toerental.
- Centraal afzuigen. Bij centraal afzuigen wordt de stallucht van meerdere afdelingen door één ventilator afgezogen. Deze optie is met name interessant voor afdelingen die soms aan een erg lage ventilatiecapaciteit voldoende hebben, zoals kleine kraamopfokafdelingen. Kleine ventilatoren hebben een voor deze afdelingen nog te grote capaciteit en zijn in de winterperiode voor de minimale ventilatie onvoldoende terug te regelen. Met één ventilator voor meerdere afdelingen is aanpassing van de capaciteit voor de minimum ventilatie beter mogelijk met behoud van een betrouwbare regelbaarheid. De hoeveelheid ventilatielucht wordt per afdeling geregeld middels een klep met servomotor in de koker. Naast deze klepregeling is een afzonderlijke regelaar voor de hoofdventilator aanwezig, die het toerental bijstelt op basis van het gemeten drukverschil. Ook hier vindt bij lage toerentallen vermindering van de ventilatiehoeveelheid plaats door smoren van de ventilatorkoker, waardoor minder energiebesparing optreedt dan bij gebruik van een frequentie-omvormer het geval zou zijn.
- Twee ventilatoren per afdeling. Door in een afdeling twee kleine ventilatoren in plaats van één grote te installeren, kan 's winters één ventilator worden uitgeschakeld. De in werking blijvende ventilator kan dan op een hoger toerental draaien om de gewenste minimum ventilatie te bewerkstelligen.

Conclusie:

Uit dit oriënterend onderzoek blijkt, dat een frequentie-omvormer in perioden met lage temperaturen een behoorlijk electriciteitsvoordeel kan opleveren. De hiermee te realiseren besparing kan echter de hogere aanschafkosten van de installatie niet compenseren.

Literatuurlijst *References*

Anonymus, 1987:

Handboek voor de Varkenshouderij, Consulentschap in Algemene Dienst Varkenshouderij, Rosmalen, 5e druk.

Anonymus, niet gedateerd:

Wetenswaardigheden over frequentie-omvormers, Danfoss, Brussel.

Anonymus, niet gedateerd:

foldermateriaal Itho, Schiedam.

Geffen, J. van, G. Kolkman, P. Verhagen en L. Westlaken, 1991:

Kwantitatieve informatie veehouderij 1991-1992, Informatie en Kenniscentrum Veehouderij, Ede, publikatie nr 6.

Gommers, 1991:

Persoonlijke mededelingen, Itho/Danfoss.

Klooster, K. van 't, 1992:

Persoonlijke mededelingen, Proefstation voor de Varkenshouderij, Rosmalen.

Reeds eerder verschenen proefverslagen *Published research reports*

P4.1 De invloed van voerbeperving in het gewichtstraject van 45 tot 65 kg op de technische resultaten van vleesvarkens.

P4.2 Regeling van een ventilator met frequentie-omvormer ten opzichte van een triacregeling.

Exemplaren van proefverslagen kunnen worden verkregen door *f* 7,50 per verslag over te maken op postgirorekeningnummer 51.73.462 ten name van het Proefstation voor de Varkenshouderij, Lunerkampweg 7, 5245 NM ROSMALEN, onder vermelding van het gewenste verslagnummer. Abonnees op het periodiek PRAKTIJKONDERZOEK VARKENSHOUDERIJ, kunnen de onderzoeksverslagen gratis bestellen.