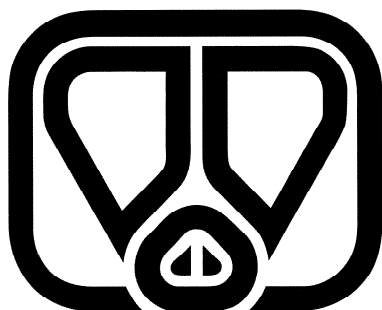


ir. P.J.W.M. Geurts
ing. G.P. Binnendijk
ing. J.J.H. Huijben
dr. ir. J.W.G.M. Swinkels

Energiegebruik en technische resultaten van zeugen en biggen bij verlagen van de instelling van de ruimtetemperatuur in kraamafdelingen

Energy usage and lactating sow and piglet performance in farrowing compartments with a lowered set point of the room temperature



Praktijkonderzoek Varkenshouderij

Locatie:
Proefstation voor de
Varkenshouderij
Postbus 83
5240 AB Rosmalen
tel: 073 - 528 65 55



Proefverslag nummer P 1.202
mei 1998
ISSN 0922 - 8586

INHOUDSOPGAVE

	SAMENVATTING	4
	SUMMARY	5
1	INLEIDING	6
2	MATERIAAL EN METHODE	
2.1	Proefomvang en proefdieren	
2.2	Proefbehandelingen	
2.3	Proefopzet	7
2.4	Voer en drinkwater	
2.5	Huisvesting en klimaat	8
2.6	Verzameling van de gegevens	10
2.7	Verwerking van de gegevens	11
3	RESULTATEN	12
3.1	Klimaat	12
3.2	Energiegebruik	13
3.3	Technische resultaten	15
3.4	Uitval en gezondheid	17
4	DISCUSSIE EN CONCLUSIE	20
4.1	Luchtinlaat	20
4.2	Klimaat	20
4.3	Energiegebruik	21
4.3.1	Thermisch energiegebruik	21
4.3.2	Elektrisch energiegebruik	22
4.3.3	Biggenonderkomen	23
4.4	Technische resultaten	23
4.5	Conclusie	23
4.6	Betekenis voor de praktijk	23
	LITERATUUR	25
	BIJLAGEN	26
	REEDS EERDER VERSCHENEN PROEFVERSLAGEN	40

SAMENVATTING

Op zeugenbedrijven vormen de verwarmingskosten het belangrijkste aandeel van de totale energiekosten. Binnen een zeugenbedrijf wordt in de kraamafdelingen het meeste energie gebruikt, met name vanwege de temperatuurbehoefte van de zuigende biggen. In dit onderzoek is nagegaan of het verlagen van de temperatuurinstelling met 2°C in combinatie met een goed microklimaat voor de biggen een besparing aan verwarmingsenergie oplevert én gunstig is voor de technische resultaten van zogende zeugen en zuigende biggen.

In totaal zijn 96 zeugen gebruikt in dit onderzoek. Het onderzoek is uitgevoerd in vier natuurlijk geventileerde kraamafdelingen (zes zeugen per afdeling) met een combinatie van directe en indirecte luchtinlaat via de voergang gedurende de winterperiode van november 1996 tot en met mei 1997. In de afdeling met de standaardtemperatuurinstelling (controle) werd de "inschakeltemperatuur verwarming" en "begintemperatuur ventilatie" ingesteld op respectievelijk 21 °C en 23°C, nadat alle zeugen in de afdeling hadden geworpen. In de proefafdeling werd de instelling voor beide groepen met 2°C verlaagd. Voor de biggen in deze proefbehandeling werd het microklimaat gewaarborgd door een biggenonderkomen met plaatselijke verwarming. In totaal zijn acht kraamrondes gedraaid in de winterperiode. Na elke ronde werden de standaard- en verlaagde

temperatuurinstellingen verwisseld tussen de afdelingen.

In alle acht rondes is een temperatuurverschil tussen de afdelingen met standaard- en verlaagde temperatuurinstelling gerealiseerd. De temperatuur was gemiddeld 1,1°C lager in de afdeling met verlaagde temperatuurinstelling. Bij het gerealiseerde temperatuurverschil werden geen verschillen gevonden in de technische resultaten van de zogende zeugen en zuigende biggen tussen de afdelingen met de standaard- en verlaagde temperatuurinstelling.

Uit het onderzoek kan worden geconcludeerd dat het verlagen van de ruimtetemperatuur in natuurlijk geventileerde kraamafdelingen mogelijk is, waarbij de buitenlucht direct laag (via de voergang) in de afdeling kan worden gebracht én het biggenest wordt afgeschermd met behulp van een biggenonderkomen. In dit onderzoek leverde het verlagen van de temperatuur een besparing in energiekosten voor verwarming van f 3,00 per zeug per jaar, zonder nadelige gevolgen voor de technische resultaten van zogende zeugen en zuigende biggen. De verhoogde energiekosten voor elektriciteit (f 3,50 per zeug per jaar) kunnen worden vermeden door gebruik te maken van vloerverwarming en het gebruik van loklampjes in het biggenonderkomen te beperken tot enkele dagen na het werpen.

SUMMARY

Heating costs form the main part of the total energy cost of commercial sow operations. Within a commercial sow farm, most of the energy usage occurs in the farrowing compartment, because the temperature requirement is high for the suckling piglets. In this study it was examined whether a reduction in temperature setting of 2°C in combination with an adequate micro-climate for suckling piglets can contribute both to energy savings and improvement of lactating sow performance

In total, 96 sows were used in this study. The study was conducted in four naturally ventilated farrowing compartments (six sows per compartment) with a combination of indirect and direct air-inlet during November 1996 and May 1997. In the compartment with the standard temperature setting (control), the "set point for heating" and "set point for ventilation" were set at 21°C and 23°C, respectively, when all sows in the compartment had produced their litter. In the experimental compartment, both set points were reduced with 2°C. A hoover with local heating was installed in each pen of the experimental compartments to provide the suckling pig-

lets with an appropriate micro-climate. In total eight batches of sows were followed in the winter period. After each batch, the control and experimental treatments were switched between compartments.

In each of the eight batches, a difference in room temperature was realised between the compartment with the standard and reduced temperature settings. The room temperature was on average 1.1°C lower in the compartment with the reduced temperature setting. The reduction in room temperature had no effect on lactating sow and piglet performance. In conclusion it is possible to reduce the room temperature in naturally ventilated farrowing barns, where the air-inlet is direct and the optimum micro-climate of the suckling piglets can be guaranteed using a hoover. Energy savings in the compartments with reduced temperature settings amounted to DFI 3.- per sow and year, without negative effects on lactating sow and piglet performance. The increased cost for electricity (DFI 3.50 per sow and year) can be avoided when using floor heating and letting the call light in the hoover burn for only a few days after farrowing.

1 INLEIDING

Op vermeerderingsbedrijven vormen de verwarmingskosten het belangrijkste aandeel (85%) van het energiegebruik (Leijen, 1993). In kraamafdelingen wordt hiervan 22% besteed aan plaatselijke verwarming en 78% aan ruimteverwarming. Volgens Makkink et al. (1994) kan door verlaging van de ruimtemtemperatuur in de kraamstal met twee graden 1.400 MJ per zeug per jaar bespaard worden aan verwarmingsenergie. Dit komt overeen met f 22,- per zeug per jaar bij een bruto energie-inhoud van 31,65 MJ/m³ en een gemiddelde aardgasprijs van f 0,50 per m³. Voor heel Nederland betekent dit een daling van het fossiele energiegebruik met 40 miljoen m³ aardgas per jaar (Makkink et al. , 1994).

In het algemeen wordt de ruimtemtemperatuur in de veehouderij afgestemd op de gemiddelde temperatuurbehoefte van de aanwezige dieren. In de kraamafdelingen levert dit een probleem op. De zuigende biggen hebben een hoge temperatuurbehoefte terwijl de zeugen juist een lage temperatuurbehoefte hebben. De huidige in de praktijk toegepaste ruimtemtemperatuur (circa 19°C of

hoger) in de kraamafdelingen is dan ook een compromis tussen de behoefte van de zogende zeug en de behoefte van de zuigende biggen. Voor de zogende zeug ligt de optimale temperatuur dicht bij de 15°C. Hoge temperaturen in de kraamstal leiden tot een verlaagde voeropname van de zeugen. Een lage voeropname door de zeugen resulteert in geringere melkproductie, waardoor de potentiële groei van de biggen niet wordt gerealiseerd. Tevens is er sprake van een aanzienlijk gewichtsverlies bij de zeugen tijdens de lactatieperiode. De optimale temperatuur voor zuigende biggen varieert van 30 - 35°C vlak na de geboorte tot 20 - 25°C bij spenen. De gebruikelijke ruimtemtemperatuur is voor de biggen dus te laag zodat er een verwarmd biggennest (bijvoorbeeld vloerverwarming) moet zijn.

Het doel van dit onderzoek is nagaan in welke mate het verlagen van de instelling van de ruimtemtemperatuur met twee graden het energiegebruik in de kraamafdeling en de technische resultaten van zogende zeugen, inclusief zuigende biggen, beïnvloedt.

2 MATERIAAL EN METHODE

2.1 Proefomvang en proefdieren

Het onderzoek vond plaats op het Proefstation voor de Varkenshouderij te Rosmalen in vier kraamafdelingen. De proefduur bedroeg zes maanden (14 november 1996 tot 16 mei 1997).

Het onderzoek is uitgevoerd met 96 rotatiekruisingszeugen, bestaande uit Nederlands Landvarken, Groot Yorkshire zeugenlijn en Fins Landvarken.

2.2 Proefbehandelingen

In het onderzoek zijn 96 zeugen met biggen, verdeeld over twee proefbehandelingen, gedurende de periode van werpen tot aan het spenen met elkaar vergeleken. De behandelinaen waren als volgt:

- 1 standaardtemperatuurinstelling (controle): de zogende zeugen met biggen werden na het werpen bij standaardklimaatinstellingen gehouden;
- 2 verlaagde temperatuurinstelling (proef): bij de zogende zeugen werden na het werpen de ventilatie- en verwarmingstemperatuur twee graden lager ingesteld dan de standaardklimaatinstellingen.

Ten overzicht van de klimaatinstellingen is weergegeven in de bijlagen 1 en 2. Voor het waarborgen van een goed microklimaat voor de biggen bij de verlaagde temperatuurin-

stelling is een biggenonderkomen (Intercontinental, Helmond) ontwikkeld.

2.3 Proefopzet

In totaal zijn er acht rondes van elk zes weken gedraaid. In elke ronde werden twaalf zeugen gebruikt (zes per behandeling). De zeugen zijn zoveel mogelijk evenredig naar herkomst, verwachte werpdatum en worpnummer aan één van de twee behandelingen toegekend. Hierbij is ervoor gezorgd dat de zeug met de laatst verwachte werpdatum binnen de afdeling in het eerste hok werd gelegd, omdat daar de temperatuursensoren van de vloerverwarming en de verwarming in de biggenonderkomens waren geplaatst. Na het werpen werd de toomgrootte gestandaardiseerd op tien tot elf biggen. De twee proefbehandelingen werden gelijktijdig opgelegd en gespeend. Om verstrengeling tussen proefbehandeling en afdeling te voorkomen werden de proefbehandelingen tussen rondes verwisseld van afdeling. De toewijzing van de twee proefbehandelingen aan de afdelingen is weergegeven in tabel 1.

2.4 Voer en drinkwater

Gedurende ronde 1, 2 en 3 zijn de zeugen tweemaal per dag (08.00 uur en 15.00 uur) gevoerd. Het voeren gebeurde volgens een

Tabel 1: Schematisch overzicht van de verdeling van de twee proefbehandelingen (C = controle en P = proef) over de afdelingen

ronde	oplegdatum	speendatum	afdeling			
			A	B	C	D
1	14-11-96	18- 12-96	C	P		
2	14-11-96	26- 12-96			C	P
3	24- 12-96	30-0 1-97	P	C		
4	14-01-97	20-02-97			P	C
5	04-02-97	13-03-97	C	P		
6	25-02-97	03-04-97			C	P
7	18-03-97	24-04-97	P	C		
8	08-04-97	15-05-97			P	C

gangbaar voerschema (bijlage 3). Gedurende ronde 4 tot en met 8 konden de zeugen onbeperkt voer opnemen uit voorraadbakken vanaf een week na werpen. Deze verandering werd doorgevoerd opdat eventuele verschillen in voeropname duidelijker tot uiting zouden komen. Gedurende alle rondes konden de zeugen onbeperkt water opnemen via drinknippels in de trog. De biggen zijn vanaf een leeftijd van circa tien dagen bijgevoerd met een biggenmelk-korrel. De biggen konden onbeperkt water opnemen via de drinknippel in het kraamhok.

2.5 Huisvesting en klimaat

In deze proef is gebruik gemaakt van vier natuurlijk geventileerde kraamafdelingen. Een bovenaanzicht en dwarsdoorsnede van de inrichting van een afdeling met standaardklimaatinstellingen en een afdeling met na het werpen een verlaagde temperatuurinstelling zijn respectievelijk in de bijlagen 4 en 5 weergegeven. Alle kraamafdelingen bevatten één rij met zes hokken. De hokken waren 1,8 m breed en 2,2 m lang. Aan de voergangzijde lag een dichte, licht hellende troffelvloer van 1,0 m diep met elektrische vloerverwarming op de plaats van het biggenest. Achterin het hok lag een metalen driekantroostervloer. De kraamboxen waren schuin opgesteld. De zeugen stonden los in de kraambox. Elke afdeling had één mestkanaal, waaruit na iedere kraamronde voor het schoonspuiten de mest werd afgelaten naar de pompput.

De afdelingen werden natuurlijk geventileerd. Per afdeling waren drie ventilatie-Openingen aanwezig, namelijk een lamellenklep in de deur tussen afdeling en centrale gang (het maximum van de opening is $0,32\text{ m}^2$), een schuif in de muur tussen afdeling en buiten (maximum opening is $0,48\text{ m}^2$) en een regelbare open nok (maximum opening is $1,05\text{ m}^2$). De lamellenklep en de nokklep werden gescheiden van de schuif in de buitenmuur geregeld. De ventilatie-Openingen werden op basis van de afdelingstemperatuur automatisch geregeld door servomotoren die waren aangesloten op de klimaatcomputer. De luchtinlaat van buiten naar de

centrale gang van het natuurlijk geventileerde deel van de kraamstal bestond uit zeven kleppen (maximum opening is $7 \times 0,48\text{ m}^2$). Deze kleppen werden centraal geregeld. De opening was proportioneel aan de gemiddelde ventilatiebehoefte van alle natuurlijk geventileerde afdelingen. Verwarming van de afdeling gebeurde door middel van twee verwarmingsbuizen over de hele lengte van de afdeling, bevestigd aan de afdelingsmuur boven de voergang op een hoogte van ongeveer 1 m. In de centrale gang was geen verwarming aanwezig voor voorverwarming.

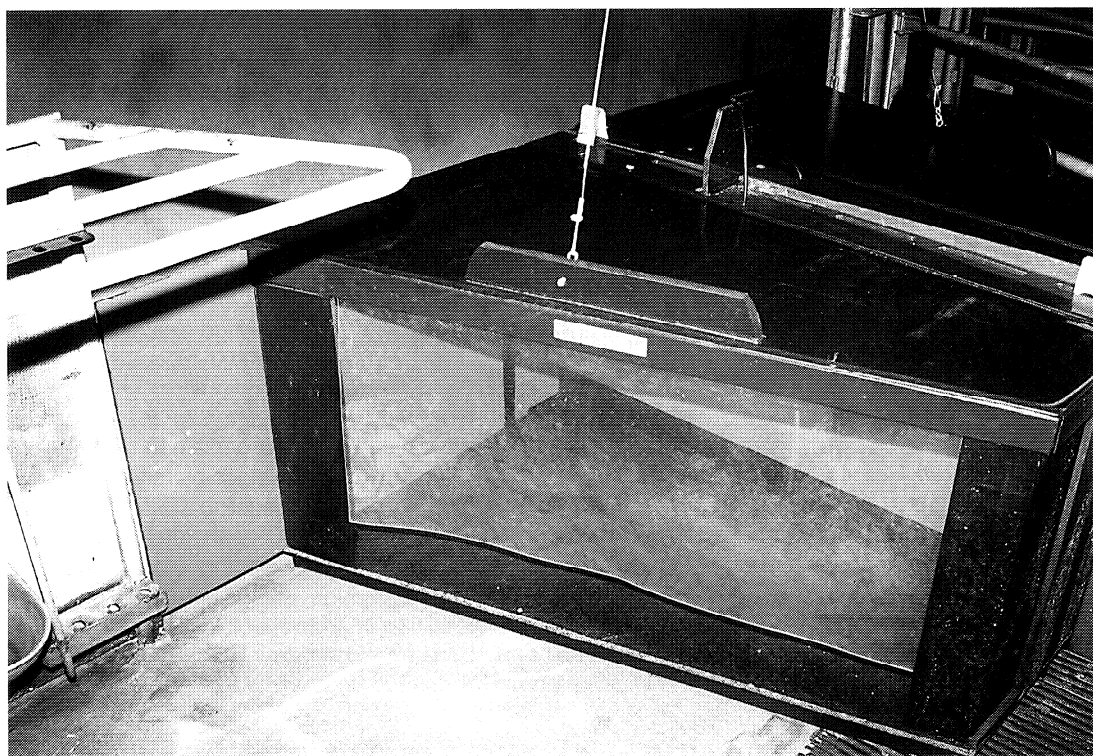
De klimaatinstellingen waren verschillend in de fasen "voor werpen", "tijdens werpen" en "na werpen". De fase "voor werpen" liep vanaf de opleg van de hoogdrachtige zeugen tot aan de eerste worp in één van de proefafdelingen. De fase "tijdens werpen" liep van de eerste worp tot een dag na de laatste worp in één van de proefafdelingen. De fase "na werpen" liep van ongeveer een dag na de laatste worp tot aan het spenen. De temperatuurinstellingen werden binnen de ronde gelijktijdig aangepast voor beide proefbehandelingen. De instellingen waren gedurende de eerste twee fasen voor de beide proefbehandelingen gelijk. Tijdens de fase "na werpen" werden in de afdeling met de verlaagde temperatuurinstelling de ventilatie- en verwarmingstemperatuur 2°C lager ingesteld dan in de afdeling met de standaardtemperatuurinstelling. In bijlage 1 is een overzicht gegeven van de klimaatinstellingen. Bij afdelingstemperaturen onder de "begintemperatuur ventilatie" waren de ventilatie-Openingen in de afdelingsdeur (indirecte luchtinlaat) en de nok op minimumstand geopend. De ventilatie-Opening in de buitenmuur (directe luchtinlaat) was dan volledig gesloten. Minimumventilatie vond dus plaats via de centrale gang. Op deze wijze werd een indirecte luchtinlaat gecreëerd, waarbij de koude buitenlucht gemengd werd met de op de centrale gang aanwezige lucht. Er is een indicatieve meting uitgevoerd van het ventilatiedebiet bij de instelling van de minimumventilatie (zie bijlage 6). Hieruit bleek dat (onder de gemeten omstandigheden) een minimumventilatie-stand van 10% goed overeen kwam met de

norm (50 m³ per uur per kraamhok). Bij afdelingstemperaturen boven de begintemperatuur ventilatie werden de ventilatie-Openingen in de nok en de afdelingsdeur volledig geopend, en werd ook de ventilatieklep in de buitenmuur geopend. Met het in gebruik nemen van de ventilatieklep in de buitenmuur werd een directe luchtinlaat gecreëerd, waarbij de koude buitenlucht rechtstreeks de afdeling binnenkwam via de voergang.

Om bij een verlaagde ruimtetemperatuur in de fase "na werpen" (proefgroep) een goed microklimaat voor de biggen te kunnen nastreven heeft Intercontinental (Helmond) in samenwerking met het Praktijkonderzoek Varkenshouderij een biggenonderkomen ontwikkeld (foto). Dit onderkomen was gemaakt van kunststof en had een beweegbare bovenklep. Deze klep was via een kabelsysteem verbonden met een elektromotor, waardoor alle biggenonderkomens in een afdeling centraal waren te openen en te

sluiten. Samen met de doorzichtige voorkant werden hiermee het overzicht in de afdeling en de werkzaamheden van de diervverzorgers zo min mogelijk verstoord.

In het biggenonderkomen was een keramisch verwarmingselement gemonteerd met een vermogen van 150 Watt en een loklampje van 25 Watt. De plaats van het biggenonderkomen in het kraamhok was op de dichte vloer, naast de kraambox (zie bijlage 7). Er werd één temperatuurvoeler geplaatst in het biggenonderkomen van het eerste hok. De temperatuurregeling van de biggenonderkomens vond plaats via dezelfde regeling als de vloerverwarming. In de fase "tijdens werpen" werd het eerste onderkomen op de regeling aangesloten. De andere onderkomens werden aangesloten volgens hetzelfde patroon als de biggenlampen in de controlegroep (per hok, vlak voor werpen). De biggenlampen in de afdelingen met de standaardklimaatinstellingen werden verwijderd per hok als de betreffende toom



Kunststof biggenonderkomen met beweegbare bovenklep (Intercontinental, Helmond)

biggen deze extra verwarming niet meer nodig had, hetgeen werd afgeleid uit het liggedrag. Het vermogen van de vloerverwarming in het biggennest werd door de installateur geschat op 125 Watt.

Omdat gedurende de eerste vier rondes van de proef al bleek dat het energiegebruik van nestverwarming met behulp van de keramische verwarmingselementen veel hoger was dan het energiegebruik van nestverwarming met behulp van vloerverwarming, is besloten om vanaf ronde vijf ook in de afdelingen met verlaagde temperatuurinstelling gebruik te maken van vloerverwarming als nestverwarming. Om gebruik te kunnen maken van het onderkomen en de vloerverwarming optimaal te kunnen benutten zijn de bodems uit de onderkomens gezaagd en is het keramisch verwarmingselement losgekoppeld. Het loklampje bleef aan vanaf het werpen tot aan spenen, opdat de diervverzorgers een goed overzicht hadden in het biggenonderkomen.

2.6 Verzameling van de gegevens

Van de volgende klimaatgegevens werd iedere 20 minuten een waarde opgeslagen door de centrale klimaatcomputer: afde-

lingstemperatuur, ingestelde begintemperatuur ventilatie, buitentemperatuur, vloer/biggenonderkomen-temperatuur hok 1, ingestelde vloer/biggenonderkomen-temperatuur hok 1, ventilatie-percentages van openingen in nok en deur¹ en ventilatie-percentages schuif¹. Vóór aanvang van de eerste ronde zijn verschillende componenten in de afdelingen gecontroleerd en zo nodig bijgesteld, om goed vergelijkbare afdelingen te creëren. Het ging hierbij om de ventilatie-openingen, de afdelingstemperaturen en de temperaturen van het biggennest.

Gedurende ronde zeven en acht zijn extra temperatuurmetingen uitgevoerd met behulp van thermokoppels (type T, koper/constantan) gekoppeld aan een datataker (type DT50, DEPEX). Per afdeling zijn twee thermokoppels geïnstalleerd op dezelfde hoogte als de temperatuurvoeler van de klimaatcomputer (1,4 m). De inlaattemperatuur van de ventilatielucht is gedurende dezelfde periode gemeten bij één afdeling. Bij de luchtinlaat aan de zuidkant van de afdeling was dit een meting van de temperatuur van de buitenlucht, aan de noordkant een meting van de temperatuur op de centrale gang. Beide inlaattemperatuurmetingen zijn gedaan op een hoogte van 30 cm. Een overzicht van de posities van al deze tempe-

Tabel 2: Schematisch overzicht van de verschillende componenten per groep voor de bepaling van het gezamenlijke elektrische energiegebruik en het thermische energiegebruik

Behandeling	Ronde	Thermisch energiegebruik (kWh) ¹	Elektrisch energiegebruik Biggennest (kWh)	Overige elektra (kWh)
Standaard	1 - 8	Radiator	Elektrische vloerverwarming (geschat 125 W)	Servomotoren ² + regeling biggenlampen (100 W)
Verlaagd	1 - 4	Radiator	Keramisch verwarming (150 W) + loklamp (25 W)	Servomotoren* + regeling
Verlaagd	5 - 8	Radiator	Elektrische vloerverwarming (geschat 125 W)	Servomotoren ² + regeling + loklamp (25 W)

¹ Netto thermisch energiegebruik op afdelingsniveau. Voor omrekening naar bruto energiegebruik rekening houden met transportverliezen van ketel naar afdeling en ketelrendement (totaalrendement circa 70%).
² Servomotoren werden gebruikt voor het openen en sluiten van kleppen in buitenmuur, deur en nok

¹ Percentage klepopening ten opzichte van volledige opening

ratuurmetingen is weergegeven in bijlage 8. Van deze metingen werden uurgemiddelden opgeslagen door de datataker.

Het elektrische energiegebruik voor licht, servomotoren voor ventilatie en plaatselijke verwarming werd gezamenlijk geregistreerd per afdeling met behulp van een kWh-meter. Het thermische energiegebruik voor de ruimteverwarming werd geregistreerd per afdeling met behulp van een Giga-meter (tabel 2). De kWh- en Giga-meters werden vóór elke verandering van de klimaatinstellingen en wekelijks in de fase "na werpen" afgelezen (bijlage 9). In totaal werden zes waarden per afdeling voor elektrisch en thermisch energiegebruik genoteerd.

Tijdens de proef werden de volgende gegevens verzameld:
Gewicht en spekdikte van de zeug bij opleg in kraamhok en bij spenen, voeropname van de zeug in de perioden opleg tot en met werpen, 1^e week na werpen, 2^e week na werpen en rest van de zoogperiode, werpen speendatum, aantal totaal, levend- en doodgeboren biggen, aantal overgelegde en gespeende biggen.
Van de levend geboren biggen zijn het geboorte- en speengewicht bepaald, van uitgevallen biggen is de vermoedelijke oorzaak van sterfte bijgehouden. Van de zeugen en biggen zijn de veterinaire behandelingen (aantal + reden) geregistreerd.

2.7 Verwerking van de gegevens

De behandeling betrof het al dan niet verlagen van de temperatuur in de fase "na werpen". In model 1 functioneert de afdeling als de kleinste experimentele eenheid:

Model 1:

$$Y = \mu + \text{ronde} + \text{afdeling} + \text{behandeling} + \text{rest}$$

De afdelingstemperatuur en het elektrisch- en thermisch energiegebruik in de zoogperiode zijn getoetst op verschillen met behulp van variantie-analyse (SAS, 1989) met model 1.

Ook analyse van de technische resultaten vond plaats op afdelingsniveau (gemiddelden van de zeugen met bijbehorende biggen). Het aantal levend geboren biggen is geanalyseerd als fractie van het totaal aantal (= levend + dood + mummies) geboren biggen met binomiale regressie-analyse (SAS, 1989), waarbij rekening gehouden is met ronde en afdeling. Geboortegewicht van de levend geboren biggen is geanalyseerd met variantie-analyse, waarbij rekening gehouden is met ronde en afdeling. Aantal gespeende biggen en aantal uitgevallen biggen (totaal en per reden) zijn geanalyseerd als fractie van het beginaantal biggen met binomiale regressie-analyse, waarbij rekening gehouden is met geboortegewicht van beginaantal biggen, ronde en afdeling.

Speengewicht, groei van de biggen, voeropname per toom en voeropname per gespeende big zijn geanalyseerd met behulp van variantie-analyse, waarbij rekening gehouden is met geboortegewicht van het beginaantal biggen, de lengte van de zoogperiode, ronde en afdeling.

Voeropname van de zeug in de perioden van opleg in het kraamhok tot en met werpen, in de eerste week en in de tweede week na werpen zijn geanalyseerd met behulp van variantie-analyse, waarbij rekening gehouden is met ronde en afdeling.

Gewichts- en spekdikte-afname van de zeug in de periode van opleg in het kraamhok tot spenen, alsmede de gemiddelde voeropname van de zeug in de periode van 14 dagen na werpen tot spenen zijn geanalyseerd met behulp van variantie-analyse, waarbij rekening gehouden is met lengte van de zoogperiode, ronde en afdeling.

Bij analyse van het interval spenen - eerste inseminatie zijn vier klassen gedefinieerd: 3 en 4 dagen, 5 dagen, 6 en 7 dagen en 8 dagen en meer. Geanalyseerd is met het drempelmodel van McCullagh of er een aantoonbare verschuiving in het aantal zeugen per intervalklasse optrad tussen de twee behandelingen.

De aantallen veterinair behandelde zeugen en biggen zijn geanalyseerd met de Chi-kwadraattoets.

3 RESULTATEN

3.1 Klimaat

In tabel 3 staan de resultaten met betrekking tot het gerealiseerde klimaat gedurende de periode “na werpen” vermeld.

Het verschil in de gemiddeld gerealiseerde afdelingstemperatuur tussen de twee temperatuurinstellingen gedurende de periode “na werpen” was over alle acht rondes heen gemiddeld 1,1°C. In elke ronde was de gemiddelde afdelingstemperatuur lager in de afdeling met verlaagde temperatuurinstelling dan in de afdeling met standaardtemperatuurinstelling. In de rondes een, twee en drie was dit verschil het kleinst (0,8°C) en in ronde vijf het grootst (1,7°C). De gemiddelde buiten-temperatuur tijdens de periode “na werpen” over alle rondes heen was 4,6°C. Tijdens ronde drie werd gemiddeld de laagste (-0,9°C) en tijdens ronde acht de hoogste buitentemperatuur gemeten (10,3°C). In bijlage 10 zijn de gegevens per ronde weergegeven.

Voor beide afdelingen is een verdeling gemaakt van het percentage van de tijd waar zich de afdelingstemperatuur bevond ten opzichte van de ingestelde waarde in de periode “na werpen”. Daarvoor zijn de volgende grenzen gehanteerd: ondergrens is gelijk aan “inschakeltemperatuur verwarming” minus 0,5°C en bovengrens is gelijk

aan “begintemperatuur ventilatie” plus 0,5°C. Tussen de onder- en de bovengrens werd de afdelingstemperatuur als goed, beneden de ondergrens als laag, en boven de bovengrens als hoog aangeduid. Voor de afdeling met de standaard- en verlaagde temperatuurinstelling zijn de gerealiseerde afdelings-temperaturen grafisch uitgezet in figuur 1.

Uit figuur 1 blijkt dat de nagestreefde afdelingstemperatuur in de afdeling met standaardtemperatuurinstelling beter aan de instellingen voldeed dan in de afdeling met verlaagde temperatuurinstelling (zie bijlage 11). Gedurende ronde twee kwam de afdelingstemperatuur bij beide temperatuurinstellingen grotendeels overeen met de ingestelde waarden. Desondanks was het gemiddeld gerealiseerde temperatuurverschil tijdens deze ronde slechts 0,8°C.

Uit figuur 1 blijkt verder dat de afdelingstemperatuur in de afdeling met verlaagde temperatuurinstelling niet te laag is geweest. In de afdeling met standaardtemperatuurinstelling is vooral tijdens ronde drie een periode geweest van ongeveer 6,5 dagen dat de temperatuur in de afdeling te laag is geweest. Verder was de afdelingstemperatuur bij de standaardtemperatuurinstelling minder vaak te hoog dan bij de verlaagde temperatuurinstelling. Dit betekent dat de ventilatie-openingen in de afdeling met verlaagde

Tabel 3: Gemiddelde buiten- en afdelingstemperatuur tijdens de periode “na werpen” bij de standaardklimaatinstellingen en de verlaagde temperatuurinstelling

	Standaardinstelling		Verlaagde instelling		SEM ²	Significantie ³
	gem ¹	sd ¹	gem	sd		
aantal rondes	8		8			
lengte periode (d)	23	0,8	23	0,8		
buitentemperatuur (°C)	4,6	3,9	4,6	3,9		
afdelingstemperatuur (°C)	19,7	0,9	18,6	0,7	0,07	***

¹ gem = gemiddelde, sd = standaardafwijking
² SEM = gepoolde standaard error van het gemiddelde (geeft een indicatie van de nauwkeurigheid van de schatting van de gemeten variabele)
³ Significantie: *** = (p < 0,001)

temperatuurinstelling gedurende de periode “na werpen” verder geopend waren dan in de afdeling met standaardtemperatuurinstelling (bijlage 12).

In tabel 4 zijn de resultaten weergegeven van de temperatuurverschillen per proefbehandeling gedurende ronde zeven en acht en de inlaattemperaturen zoals gemeten met behulp van de thermokoppels (type T, koper, constantaan).

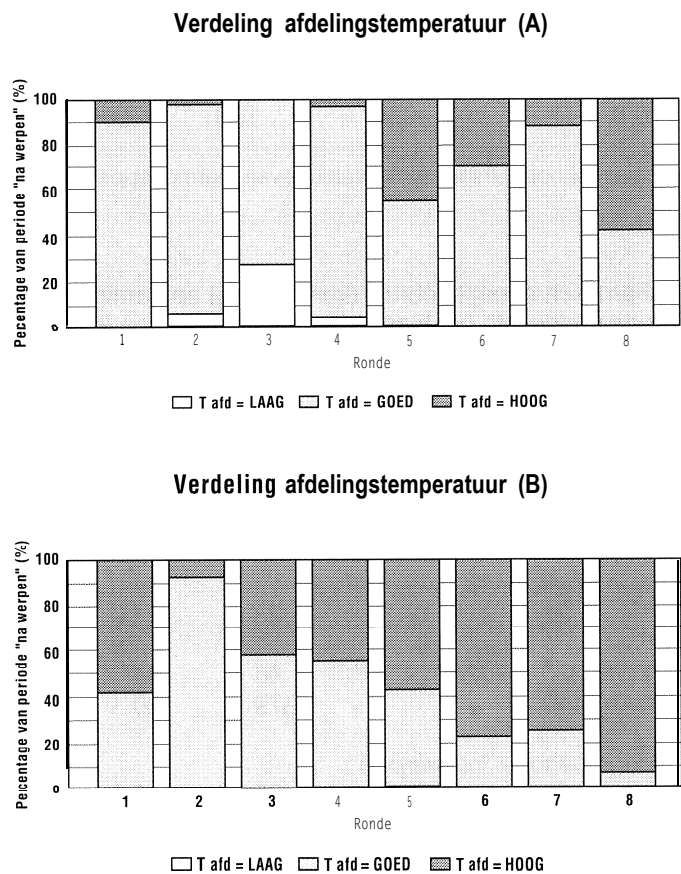
Uit tabel 4 blijkt dat de temperatuurverschillen gedurende ronde zeven en acht in de afdeling met de standaardtemperatuurinstelling kleiner waren dan in de afdeling met de verlaagde temperatuurinstelling. Voor de

luchtinlaat geldt dat de inlaattemperatuur op de centrale gang gemiddeld hoger was en een geringere spreiding heeft dan de inlaattemperatuur aan de buitenzijde van de afdeling.

3.2 Energiegebruik

In tabel 5 zijn het thermisch en elektrisch energiegebruik vermeld van de afdelingen met standaard- en verlaagde temperatuurinstelling. In bijlage 13 zijn het thermisch en elektrisch energiegebruik per ronde weergegeven.

De thermische energie (aardgas) werd gebruikt voor de ruimteverwarming in de



Figuur 1: Verdeling van de afdelingstemperatuur in de periode “na werpen” in de afdelingen met standaard- (A) en verlaagde temperatuurinstelling (B)

afdeling. Voor de afdeling met standaard-temperatuurinstelling bestond het elektrisch energiegebruik gedurende de rondes een tot en met acht uit het gebruik van de elektrische vloerverwarming in het biggennest en van de biggenlampen. In de afdeling met verlaagde temperatuurinstelling bestond het elektrisch energiegebruik tijdens de eerste vier rondes uit het gebruik van de keramische verwarmingselementen in de biggen-

onderkomens en van de loklampjes. Gedurende de laatste vier rondes bestond het gebruik uit elektrische vloerverwarming en loklampjes. Het gebruik van de klimaat-computer is verwaarloosd, omdat tijdens de periode “voor werpen” het energiegebruik voor de regeling ongeveer 0,13 kWh per dag bedroeg. Het gebruik van de servomotoren voor het regelen van de ventilatie-openingen mag ook worden verwaarloosd.

Tabel 4: Gemiddelde temperatuurverschillen binnen de afdeling en de inlaattemperaturen in de periode “na werpen” gedurende ronde zeven en acht in de afdelingen met standaard- en verlaagde temperatuurinstelling

Ronde	Standaard- instelling	Verlaagde instelling	Inlaattemperatuur op centrale gang		Inlaattemperatuur buitenzijde	
	verschil1 (°C)	verschil (°C)	(°C)	sd	T (°C)	sd
7	-0,0	-0,4	9,9	2,3	8,7	4,2
8	-0,3	-0,5	13,1	3,0	12,3	4,6

¹temperatuur oneven thermokoppel minus temperatuur even thermokoppel binnen de afdeling (zie bijlage 7)

Tabel 5: Gemiddeld thermisch energiegebruik (verwarming) en gemiddeld elektrisch energiegebruik bij verwarming van het biggennest met behulp van keramische stralers (ronde een tot en met vier) en met behulp van vloerverwarming (ronde vijf tot en met acht) gedurende de periode “na werpen” in de afdeling met standaardklimaatinstellingen en de afdeling met verlaagde temperatuurinstelling

	Standaardinstelling		Verlaagde instelling		SEM ²	Significantie ³
	gem ¹	sd ¹	gem	sd		
<i>Ronde een tot vier tijdens periode “na werpen”:</i>						
aantal dagen	23	1,0	23	1,0		
buitentemperatuur (°C)	13,3	1,8				
thermische energie (kWh)	320	262	46,13	44,18	87,4	n.s.
elektrische energie (kWh)	119	37	37,9	50	29,5	**
<i>Ronde vijf tot acht tijdens periode “na werpen”:</i>						
aantal dagen	24	0,6	24	0,6		
buitentemperatuur (°C)	7,9	1,6	7,9	1,6		
thermische energie (kWh)	39	18	3	2	7,0	*
elektrische energie (kWh)	85	37	111	16	11,3	n.s.

¹gem = gemiddelde, sd = standaardafwijking

²SEM = gepoolde standaard error van het gemiddelde (geeft een indicatie van de nauwkeurigheid van de schatting van de gemeten variabele)

³Significantie: n.s. = niet significant (p > 0,10); * = (p < 0,05); ** = (p < 0,01)

In ronde een tot en met vier was het thermisch energiegebruik in de afdeling met verlaagde temperatuurinstelling gemiddeld 274 kWh lager ($p = 0,11$) dan in de afdeling met standaardtemperatuurinstelling. In de rondes vijf tot en met acht werd een aantoonbaar verschil ($p < 0,05$) van 36 kWh per afdeling in thermisch energiegebruik gevonden ten gunste van de afdeling met verlaagde temperatuurinstelling. Het verschil tussen de eerste en laatste vier rondes van het onderzoek werd voor 85% veroorzaakt door het verschil in energiegebruik tijdens ronde twee en drie. In deze rondes was in de periode "na werpen" de buitentemperatuur gemiddeld beneden de $1,0^{\circ}\text{C}$ (bijlage 10), waardoor in beide afdelingen ruimteverwarming nodig was.

In ronde een tot en met vier is een aantoonbaar verschil ($p < 0,01$) in elektrisch energiegebruik tussen de afdeling met standaard- en verlaagde temperatuurinstelling gevonden ten gunste van de afdeling met de standaardinstelling. Het verschil in gemiddeld elektrisch energiegebruik bedroeg 260 kWh per afdeling. In ronde vijf tot en met acht werd geen duidelijk verschil in elektrisch energiegebruik gevonden. Gedurende de laatste vier rondes werd gebruik gemaakt van de elektrische vloerverwarming in plaats van de keramische stralers voor het verwarmen van het biggenonderkomen.

3.3 Technische resultaten

In tabel 6 zijn de technische resultaten van de zeugen en biggen tijdens de periode in de kraamafdeling weergegeven. De fractie levendgeboren biggen van het totaal aantal levend- en doodgeboren biggen is niet verschillend tussen de zeugen in de twee proefbehandelingen. Ook het geboortegewicht van de levendgeboren biggen was vergelijkbaar voor beide proefbehandelingen. De fractie gespeende biggen, en derhalve het percentage uitval (tabel 8), verschilt niet tussen de zeugen die bij de standaardtemperatuurinstelling en zeugen die bij de verlaagde temperatuurinstelling waren gehuisvest in de periode na werpen. Er is geen verschil in speengewicht en derhalve in groei van de biggen gevonden. Ook was

er geen verschil in voeropname van de biggen tijdens de zoogperiode.

Gewichts- en spekdikte-afname van de zeugen verschilden niet tussen de zeugen in de twee proefbehandelingen. Ook zijn er geen verschillen in voeropname van de zeugen tijdens de zoogperiode gevonden. Er was geen verschil in interval spenen - eerste inseminatie. Vrijwel alle zeugen kwamen binnen een week na het spenen weer in bront.

In ronde een tot en met drie zijn de zeugen volgens een gangbaar voerschema gevoerd, waarbij de zeugen niet méér verstrekt kregen dan een vooraf gesteld maximum (afhankelijk van het aantal biggen bij de zeug). In ronde vier tot en met acht konden de zeugen vanaf een week na werpen onbeperkt voer opnemen via een voorraadbak. In tabel 7 zijn de voeropnames van de zeugen vermeld.

Er is binnen dezelfde manier van voerverstrekking (via een voerschema en onbeperkt) geen verschil gevonden in voeropname van de zeugen die gehuisvest waren bij standaardtemperatuurinstelling en bij een verlaagde temperatuurinstelling na het werpen. In géén van de vier onderscheiden perioden kon een verschil in voeropname tussen de proefbehandelingen worden aangetoond.

In de rondes waarin de zeugen vanaf werpen onbeperkt voer konden opnemen was de gemiddelde voeropname per dag in de eerste en tweede week na werpen gemiddeld ongeveer 1 kg hoger dan wanneer de zeugen volgens voerschema werden gevoerd. Vanaf 15 dagen na werpen tot het spenen lag dit niveau ongeveer 0,5 kg hoger.

In ronde een tot en met vier werd het biggennest verwarmd met behulp van keramische stralers. Omdat deze erg veel energie verbruikten is vanaf ronde vijf de bodemplaat uit de biggenonderkomens verwijderd en is gebruik gemaakt van de (bestaande) vloerverwarming als bijverwarming in het biggennest. In tabel 8 zijn de groei en voeropname van de biggen uitgesplitst voor de verschillende manieren van plaatselijke verwarming.

Er is geen verschil gevonden in groei en voeropname tijdens de zoogperiode tussen de biggen die bij de standaardtemperatuur-

instelling en bij de verlaagde temperatuurinstelling gehuisvest waren. Dit gold bij zowel verwarming van het biggennest met behulp

Tabel 6: Technische resultaten van de zeugen en biggen gehuisvest bij standaardklimaatinstellingen en verlaagde temperatuurinstelling in de periode na werpen

	Standaardinstelling	Verlaagde instelling	SEM ¹	Significantie*
aantal rondes	8	8		
aantal zeugen	48	48		
worpnummer	4,7	4,5		
totaal geboren	11,9	12,3		
fractie levend geboren	0,951	0,925		n.s.
geboortegewicht lev.geb. (kg)	1,42	1,38	0,035	n.s.
begin aantal biggen	10,8	11,1		
geboortegewicht begin aantal	1,44	1,38	0,036	n.s.
aantal gespeend	9,4	9,6		
fractie gespeend	0,875	0,872		n.s.
lengte zoogperiode (d)	28	28		
speengewicht (kg)	8,0	8,0	0,22	n.s.
groei (g/d)	236'	238'	7,9	n.s.
voeropname per big (kg)	0,30	0,27	0,039	n.s.
periode zeug in koh (d)	37	37		
gewicht bij opleg (kg)	245	243		
gewicht bij spenen (kg)	219	220		
gewichtsafname in koh (kg)	25	25	2,6	n.s.
spekdikte bij opleg (mm)	16,6	17,1		
spekdikte bij spenen (mm)	13,7	14,0		
spekdikte-afname in koh (mm)	2,8	3,1	0,18	n.s.
voeropname zeug (kg/d)				
- van opleg tot en met werpen	3,6	3,6	0,04	n.s.
- eerste 7 dagen na werpen	3,7	3,9	0,07	n.s.
- tweede 7 dagen na werpen	5,5	5,7	0,28	n.s.
- rest van de zoogperiode	6,7	6,8	0,26	n.s.
interval spenen - eerste inseminatie:				
aantal zeugen	42	46		
gemiddeld interval	4,8	5,2	0,7	n.s.
aantal zeugen per intervalklasse:				n.s.
* 3-4 dagen	18	21		
* 5 dagen	22	20		
* 6-7 dagen	1	4		
* 8 dagen en langer	1	1		

¹ SEM = gepoolde standaard error van het gemiddelde (geeft een indicatie van de nauwkeurigheid van de schatting van de gemeten variabele)

² Significantie: n.s. = niet significant ($p > 0,10$)

van keramische stralers als met behulp van vloerverwarming.

3.4 Uitval en gezondheid

In tabel 9 is de uitval in de zoogperiode weergegeven van biggen die gehuisvest waren bij standaard- en verlaagde temperatuurinstellingen.

Uit tabel 9 blijkt dat er een verschil is in het totaal uitgevallen biggen tijdens de zoogperiode tussen de afdeling met standaard- en verlaagde temperatuurinstelling. Wel is er in de afdeling met standaardtemperatuurinstelling een aantoonbaar hogere ($p < 0,05$) uitval vanwege biggen met een te laag geboortegewicht en in de afdeling met verlaagde temperatuurinstelling een aantoon-

baar hogere ($p < 0,01$) uitval vanwege spreidzit. De overige uitvalredenen waren niet verschillend tussen de beide proefafdelingen.

In tabel 10 staan het aantal veterinaire behandelde zeugen en biggen, met de reden van behandelen, vermeld.

Zowel in de afdeling met standaardtemperatuurinstelling als in de afdeling met verlaagde temperatuurinstelling zijn geen zeugen veterinaire behandeld. Van de biggen is een klein percentage behandeld. Er is geen verschil in aantal behandelde biggen en de reden van behandeling tussen dieren die gehuisvest waren in de afdelingen met standaard- en verlaagde temperatuurinstelling.

Tabel 7: Voeropname van zeugen gehuisvest bij standaardklimaatinstellingen en bij een verlaagde temperatuurinstelling in de periode na werpen bij voerverstrekking volgens voerschema (ronde een tot en met drie) en bij onbeperkte voerverstrekking vanaf één week na werpen (ronde vier tot en met acht)

	Standaardinstelling	Verlaagde instelling	SEM ¹	Significantie*
<i>voerverstrekking volgens voerschema:</i>				
aantal zeugen	18	18		
worpnummer	5,1	4,5		
begin-aantal biggen	11,1	11,5		
aantal gespeend	9,3	9,2		
voeropname zeug (kg/d)				
- van opleg tot en met werpen	3,6	3,5	0,06	n.s.
- eerste 7 dagen na werpen	3,1	3,2	0,09	n.s.
- tweede 7 dagen na werpen	5,0	5,0	0,21	n.s.
- rest van de zoogperiode	6,3	6,6	0,28	n.s.
<i>voerverstrekking onbeperkt:</i>				
aantal zeugen	30	30		
worpnummer	4,5	4,5		
begin-aantal biggen	10,6	10,9		
aantal gespeend	9,4	9,9		
voeropname zeug (kg/d)				
- van opleg tot en met werpen	3,7	3,7	0,04	n.s.
- eerste 7 dagen na werpen	4,0	4,3	0,10	n.s.
- tweede 7 dagen na werpen	5,9	6,2	0,34	n.s.
- rest van de zoogperiode	6,7	7,1	0,29	n.s.

¹ SEM = gepoolde standaard error van het gemiddelde (geeft een indicatie van de nauwkeurigheid van de schatting van de gemeten variabele)

² Significantie: n.s. = niet significant ($p > 0,10$)

Tabel 8: Groei en voeropname van de biggen bij verwarming van het biggennest in de afdeling met verlaagde temperatuurinstelling met behulp van keramische stralers (ronde een tot en met vier) en met behulp van elektrische vloerverwarming (ronde vijf tot en met acht)

	Standaardinstelling	Verlaagde instelling	SEMI	Significantie*
<i>Keramische stralers.</i>				
aantal tomen	24	24		
worpnummer zeug	4,9	4,4		
beginnaantal biggen	10,8	11,1		
geboortegewicht beginnaantal (kg)	1,44	1,34		
aantal gespeend	9,3	9,3		
speengewicht (kg)	7,7	8,0	0,16	n.s.
lengte van de zoogperiode (d)	28 ¹	28		
groei (g/d)	226	237	7,2	n.s.
voeropname toom (kg)	2,8	2,7	1,08	n.s.
voeropname per big (kg)	0,30	0,29	0,105	n.s.
<i>Elektrische vloerverwarming:</i>				
aantal tomen	24	24		
worpnummer zeug	4,5	4,6		
beginnaantal biggen	10,8	11,2		
geboortegewicht beginnaantal (kg)	1,44	1,42		
aantal gespeend	9,5	10,0		
speengewicht (kg)	8,2	8,2	0,26	n.s.
lengte van de zoogperiode (d)	28	28		
groei (g/d)	242	244	8,6	n.s.
voeropname toom (kg)	2,7	2,7	0,21	n.s.
voeropname per big (kg)	0,27	0,28	0,020	n.s.

¹ SEM = gepoolde standaard error van het gemiddelde (geeft een indicatie van de nauwkeurigheid van de schatting van de gemeten variabele)

² Significantie: n.s. = niet significant ($p > 0,10$)

Tabel 9: Uitval van biggen tijdens de zoogperiode in de afdeling met standaardklimaatinstellingen en de afdeling met verlaagde temperatuurinstelling

	Standaardinstelling	Verlaagde instelling	Significantie ¹
aantal tomen	48	48	
totaal uitgevallen (%)	12,5	12,8	n.s.
uitval per reden (%)			
- doodliggen	5,4	5,8	n.s.
- achterblijven	2,7	2,4	n.s.
- te laag geboortegewicht	2,2	1,2	**
- spreidzit	0,3	2,0	
- diversen	1,9	1,4	n.s.

¹ Significantie: n.s. = niet significant ($p > 0,10$); * = ($p < 0,05$); ** = ($p < 0,01$)

Tabel 1 0: Veterinair behandelde zeugen en biggen in de afdeling met standaardklimaatinstellingen en de afdeling met verlaagde temperatuurinstelling na werpen

	Standaardinstelling	Verlaagde instelling	Significantie ¹
aantal zeugen	48	48	
aantal zeugen behandeld	0	0	2
begin aantal biggen	517	535	
aantal biggen behandeld	14	10	n.s.
aantal biggen per reden van behandeling:			
- gewrichtsontsteking	12	8	n.s.
- diversen	2	2	2

¹ Significantie: n.s. = niet significant ($p > 0,10$)

² aantallen te laag om te mogen toetsen

4 DISCUSSIE EN CONCLUSIE

In dit onderzoek is nagegaan of het energiegebruik op varkensbedrijven kan worden verminderd door een verschil van 2°C aan te brengen in de instellingen van de 'begintemperatuur ventilatie' en 'inschakeltemperatuur verwarming' nadat alle zeugen in een afdeling hebben geworpen. Een dergelijke verlaging is wellicht voordelig voor de zogende zeug, maar kan problemen geven voor de zuigende biggen. Derhalve is het kraamhok in de kraamafdeling met de verlaagde temperatuurinstelling uitgerust met een biggenonderkomen, waarbinnen een micro-klimaat wordt gehandhaafd voor de zuigende biggen. Naast een warmtebron werd een 25 W lamp in het biggenonderkomen geplaatst voor het lokken van de pasgeboren zuigende biggen. In het algemeen werd het biggenonderkomen binnen 24 uur na aanvang van de geboorte door de zuigende biggen in gebruik genomen.

4.1 Luchtinlaat

In het kader van dit onderzoek is in de winter van 1995 en 1996 een oriënterend onderzoek uitgevoerd naar de mogelijkheden voor het verlagen van de ruimtetemperatuur in kraamafdelingen. In het oriënterend onderzoek bleek dat een ruimtetemperatuur van 17°C niet kan worden gerealiseerd, wanneer de binnenkomende lucht *indirect* in de afdeling wordt gevoerd. Bij het gebruik van een indirecte luchtinlaat met behulp van een centrale gang werd de koude buitenlucht opgewarmd tot 5 á 10°C. Binnen de kraamafdeling bleek de lucht niet meer te hoeven worden naverwarmd, vanwege de hoge warmteproductie van met name de zogende zeugen.

In de winter van 1996 en 1997 is het onderzoek vervolgd met afdelingen met een combinatie van indirecte en directe luchtinlaat in natuurlijk geventileerde afdelingen. De lucht werd via een open nok uit de afdeling afgevoerd. Tijdens de laatste drie weken van de zoogperiode werd de directe inlaat van koude buitenlucht gerealiseerd met behulp van een luchtverdelingssysteem, waarbij de

buitenlucht laag in de afdeling over de voergang werd binnengelaten. Het van boven aanvoeren van koude buitenlucht is weliswaar mogelijk, maar stelt hoge eisen aan de kwaliteit van het luchtverdelingssysteem. De koude buitenlucht moet volledig kunnen mengen met de lucht in de afdeling alvorens het mengsel bij de dieren komt. Daarmee wordt de zogenaamde koudeval van lucht op de dieren vermeden.

4.2 Klimaat

In beide proefbehandelingen werden dezelfde standaardtemperatuurinstellingen gehanteerd totdat alle zeugen in beide afdelingen hadden geworpen. Daarna is een temperatuurverschil van 2 graden nagestreefd tussen de afdelingen met de standaard- en verlaagde temperatuurinstelling. In de afdeling met de verlaagde instelling werd de 'inschakeltemperatuur ruimteverwarming' en 'begintemperatuur ventilatie' 2 graden lager ingesteld dan in de afdeling met de standaardinstelling (bijlage 1).

In alle acht rondes werd in de afdelingen met een verlaagde temperatuurinstelling een lagere afdelingstemperatuur gemeten. Gemiddeld over de acht rondes bedroeg het verschil 1,1°C (tabel 1). De temperatuur werd gemeten op één plaats binnen de afdeling. Uit de metingen op meerdere plaatsen binnen de afdeling in ronde zeven en acht blijkt dat de meting een goed gemiddelde geeft van de afdelingstemperatuur (tabel 2).

De afwijking tussen de ingestelde en gemeten afdelingstemperatuur (tabel 3) werd veroorzaakt door de neutrale zone tussen "inschakeltemperatuur verwarming" en "begintemperatuur ventilatie". Samen met de ingestelde P-band van 5°C voorkomt deze neutrale zone dat de verwarming en ventilatie in de afdeling te abrupt reageren op veranderende omstandigheden in het afdelingsklimaat. De in dit onderzoek gebruikte instellingen van de P-band en neutrale zone komen overeen met in de praktijk geadviseerde klimaatinstellingen.

Bij de in dit onderzoek gebruikte klimaatre-

geling was het niet mogelijk de neutrale zone aan te passen. Derhalve zijn in de proefafdeling zowel de begintemperatuur ventilatie als de inschakeltemperatuur verwarming met 2°C verlaagd. Aangezien het onderzoek is uitgevoerd in natuurlijk geventileerde afdelingen had de verlaging van de begintemperatuur ventilatie geen verhoging van het elektrische energiegebruik tot gevolg. Bij mechanisch geventileerde afdelingen moet echter rekening worden gehouden met verhoging van het energiegebruik als gevolg van de verlaagde begintemperatuur ventilatie. Indien mogelijk heeft het derhalve de voorkeur alleen de inschakeltemperatuur verwarming te verlagen en de begintemperatuur ventilatie gelijk te houden aan de standaardinstelling (bijlage 1). Het verschil tussen het gerealiseerde en beoogde temperatuurverschil kan worden verkleind door de inschakeltemperatuur ruimteverwarming aan het einde van de afbouwperiode van 14 dagen na het werpen verder te verlagen, bijvoorbeeld van 15°C naar 13°C, bij een gelijkblijvende begintemperatuur ventilatie van 17°C (bijlage 1). Wel moet hierbij rekening worden gehouden dat het micro-klimaat van de biggen is gewaarborgd. Het handhaven van de begintemperatuur ventilatie voorkomt dat het elektrische energiegebruik wordt verhoogd als gevolg van een verhoogde ventilatie in mechanisch geventileerde kraamafdelingen.

4.3 Energiegebruik

In het onderzoek zijn het energiegebruik voor ruimteverwarming (gas) en elektriciteit (plaatselijke verwarming, licht en servomotoren) afzonderlijk gemeten. Door het verlagen van de temperatuurinstelling in combinatie met het gebruik van een biggenonderkomen moet een besparing op de thermische energie mogelijk zijn zonder een toename van het elektrische energiegebruik.

4.3.1 Thermisch energiegebruik

Gedurende de winterperiode van 1996 en 1997 werd gemiddeld 155 kWh per afdeling ofwel 25,8 kWh per kraamhok minder thermische energie gebruikt bij een verlaagde temperatuurinstelling. Uitgedrukt per zeug per jaar komt dit overeen met een besparing

van f 3,00 (bijlage 14). De gerealiseerde besparing bedraagt slechts 14% van de door Makkink et al. (1994) geschatte mogelijke besparing van f 22,00 per zeug per jaar. In het onderzoek van Makkink et al. (1994) is aangenomen dat de temperatuurverlaging van 2°C kan worden gerealiseerd gedurende de gehele kraamperiode. In dit onderzoek zijn de temperatuurinstellingen gelijk gehouden totdat alle zeugen in de kraamafdeling hadden geworpen. Vervolgens zijn de instellingen van de 'inschakeltemperatuur ruimteverwarming' en 'begintemperatuur ventilatie' met 2°C verlaagd. Een verlaging van de temperatuurinstelling bij opleg van de hoogdrachtige zeugen is achterwege gelaten, omdat pasgeboren biggen de eerste 24 uur na de geboorte nodig hebben voor het in gebruik nemen van de biggenonderkomen. Bij een afdeling met zes kraamhokken en een spreiding in de geboorte van ongeveer vijf dagen kon gedurende de laatste 23 tot 24 dagen (tabel 5) van de 4-weekse zoogperiode energie worden bespaard. Uitgaande van de berekening door Makkink et al. (1994) zou in theorie ongeveer 85% (24 dagen gedeeld door 28 dagen) van f 22,00 (= f 18,70) in de periode 'na werpen' bespaard kunnen worden.

In de periode 'na werpen' werd in de afdelingen met de standaardtemperatuurinstelling 29,8 kWh per kraamhok aan thermische energie gebruikt gedurende half november 1996 tot half mei 1997. Samen met de warmteafgifte van de elektrische vloerverwarming en de warmteproductie van zogende zeugen en zuigende biggen werd gemiddeld over acht rondes een ruimtetemperatuur van 19,7°C (sd = 0,9°C) gerealiseerd van half november 1996 tot half mei 1997. De buitentemperatuur in dezelfde periode was gemiddeld 4,6°C (sd = 3,9°C). In de afdelingen met de verlaagde temperatuurinstellingen werd gemiddeld 4 kWh per kraamhok thermische energie gebruikt. Een besparing van 86% ten opzichte van het energiegebruik voor thermische energie in de kraamafdelingen met standaardtemperatuurinstellingen.

Het energiegebruik van 29,8 kWh per kraamhok in de afdeling met standaardin-

stellingen komt overeen met $f\ 3,50$ aan energiekosten voor ruimteverwarming per zeug per jaar (bijlage 14). Dit bedrag is slechts 20% van het door Makkink et al. (1994) geschatte thermische energiegebruik. De belangrijkste reden voor het opmerkelijke verschil is dat in dit onderzoek de energiekosten berekend zijn voor de periode nadat de laatste zeug in de afdeling heeft geworpen. Het energiegebruik in kraamafdelingen is namelijk het hoogst in de periode voor en tijdens het werpen, omdat de warmteproductie van zeugen en biggen in die perioden beduidend lager is dan in de periode na het werpen.

4.3.2 Elektrisch energiegebruik

In de eerste vier rondes zijn keramische verwarmingselementen in de biggenonderkomens gebruikt als verwarmingsbron. Vanwege het hoge energiegebruik van de keramische verwarmingselementen in de biggenonderkomens is in de laatste vier rondes gebruik gemaakt van de elektrische vloerverwarming (bijlage 15). Gedurende de eerste 4 rondes gebruikten de keramische verwarmingselementen gemiddeld 260 kWh per ronde meer energie dan de elektrische vloerverwarming in de afdeling met de standaardtemperatuurinstelling. De invloed van deze hoeveelheid gebruikte stralingsenergie op de afdelingstemperatuur is geschat met behulp van het programma STALKL (Ouwkerk, 1987). In bijlage 16 en tabel 11 zijn respectievelijk de uitgangspunten en de resultaten van de berekening weergegeven.

Uit tabel 11 blijkt dat de afdelingstemperatuur behoorlijk kan stijgen als gevolg van de warmte-afgifte van de keramische verwarmingselementen aan de omgeving. In de laatste vier rondes werd vloerverwarming gebruikt voor de plaatselijke verwarming zowel in de afdeling met de standaard- als verlaagde temperatuurinstelling. Als gevolg van het biggenonderkomen werd in de afdeling met een verlaagde temperatuurinstelling gemiddeld 36 kWh minder elektrische energie gebruikt door de vloerverwarming dan in de afdeling met een standaardtemperatuurinstelling (bijlage 15). In vergelijking met de keramische stralers betekent dit een besparing in elektrische energie van $f\ 3,50$ per zeug per jaar (bijlage 15). De loklampjes in de biggenonderkomens blijken echter zoveel energie te gebruiken dat in de afdeling met de verlaagde temperatuurinstelling uiteindelijk meer elektrische energie is gebruikt dan in de afdeling met de standaardinstelling. In de periode “na werpen” is door de biggenlampen (100 W) en loklampjes (25 W) respectievelijk gemiddeld 26 kWh en 83 kWh aan elektrische energie gebruikt. Mogelijk kunnen de loklampjes net als de biggenlampen worden uitgezet, nadat de biggen het biggenonderkomen in gebruik hebben genomen. Hiermee kan het elektrische energiegebruik en daarmee de energiekosten voor het biggennest verder worden verlaagd tot een niveau vergelijkbaar met het biggennest in de afdeling met de standaardtemperatuurinstelling.

Tabel 11: Invloed van energieverliezen van keramische verwarming op de afdelingstemperatuur

Extra input verwarming'	Berekende afdelingstemperatuur	Totale warmteproductie (varkens + verw.)	Warmteverlies ten gevolge van ventilatie
(W)	(°C)	(W)	(W)
0	16,2	1.965	1.175
135	16,9	2.075	1.250
270	17,6	2,180	1.320
540	19,0	2.385	1.460

¹ Extra energie-input via de keramische stralers was 540 W. Omdat niet bekend is hoeveel hiervan ten goede komt aan de biggen en hoeveel aan de afdelingstemperatuur zijn hier drie mogelijkheden doorgerekend.

4.3.3 Biggenonderkomen

In dit onderzoek zijn voor de afdelingen met verlaagde temperatuurinstelling biggenonderkomens gebruikt voor het creëren van het gewenste micro-klimaat. In de eerste vier rondes zijn de biggenonderkomens verwarmd met behulp van keramische verwarmingselementen. Vanwege het hoge elektrische energiegebruik is in de laatste vier rondes de bodemplaat uit de biggenonderkomens verwijderd en is gebruik gemaakt van de aanwezige elektrische vloerverwarming. De aanpassing in het biggenonderkomen had geen nadelige gevolgen voor de technische resultaten van de zuigende biggen (tabel 8). In paragraaf 4.3.1 is aangegeven dat de gerealiseerde besparing in energiekosten f 3,00 per zeug per jaar ofwel f 10,- per kraamhok per jaar bedraagt (bijlage 14). Het totaal aan jaarkosten van het biggenonderkomen, bestaande uit afschrijving, onderhoud en rente mag dus ten hoogste f 10,- per kraamhok per jaar bedragen. Uitgaande van een afschrijvingstermijn van 10 jaar, onderhoudskosten à 2% en rentekosten à 6% van het gemiddeld geïnvesteerd vermogen (KWIN 97 - 98), mag de totale investering: $f 10,- / (0,10 + 0,02 + 0,03) = f 66,67$ bedragen bij de gehanteerde energieprijzen.

4.4 Technische resultaten

Een mogelijk voordeel van het verlagen van de ruimtetemperatuur in de kraamstal is het verhogen van de voeropname van de zeugen. De extra hoeveelheid opgenomen voer kan worden benut voor ofwel melkproductie met daaraan gerelateerde biggengroei ofwel voor het beperken van het verlies aan conditie. In dit onderzoek was het gemiddelde verschil in ruimtetemperatuur tussen de afdelingen met de standaard- en verlaagde instellingen 1,1°C (tabel 5). Deze verlaging in ruimtetemperatuur veroorzaakte geen wezenlijke verhoging in de voeropname van de zeugen en in de groei van de biggen. Het conditieverlies van de zeugen tijdens de zoogperiode was dan ook vergelijkbaar in de afdelingen met de standaard- en verlaagde instellingen. In dit onderzoek werd in de laatste vijf rondes gebruik gemaakt van voorraadbakken, zodat de zeugen onbeperkt voer op konden nemen. Daarentegen

werd de zeugen in de eerste drie rondes twee keer per dag voer verstrekt volgens een oplopend voerschema. In beide proefgroepen werd met het in gebruik nemen van de voorraadbakken gemiddeld 0,5 kg meer voer opgenomen door de zeugen. Halverwege het onderzoek werden de keramische stralers in de biggenonderkomers vervangen door elektrische vloerverwarming (zie paragraaf 4.3.3). Dit had geen invloed op de technische resultaten en gezondheid van de biggen (tabellen 7, 8 en 9). Ongeacht de verwarmingsbron in het biggenonderkomen presteerden de biggen in de afdelingen met verlaagde instellingen op een vergelijkbaar niveau met de biggen in de afdelingen met de standaardtemperatuurinstelling.

4.5 Conclusie

In dit onderzoek werd gedurende een periode van half november 1996 tot half mei 1997 een 2°C verlaagde temperatuurinstelling gehanteerd in de periode na werpen, wat resulteerde in een verlaging in ruimtetemperatuur van gemiddeld 1,1°C in natuurlijk geventileerde kraamafdelingen met een combinatie van indirecte en directe luchtinlaat. De verlaging in ruimtetemperatuur leverde een besparing in energiekosten voor ruimteverwarming op van f 3,00 per zeug per jaar, zonder nadelige gevolgen voor de technische resultaten van zeugen en biggen. De extra energiekosten (f 3,50 per zeug per jaar) voor het verwarmen van het biggenonderkomen met keramische stralers kunnen worden vermeden door gebruik te maken van de aanwezige vloerverwarming én door het gebruik van het loklampje te beperken tot enkele dagen na het werpen.

4.6 Betekenis voor de praktijk

In dit onderzoek werd van half november 1996 tot half mei 1997 een gemiddelde afdelingstemperatuur van 18,6°C gemeten gedurende de laatste drie weken van een vierweekse zoogperiode. In dezelfde periode was de gemiddelde buitentemperatuur 4,6°C. Een dergelijke afdelingstemperatuur draagt niet alleen bij aan het verlagen van de energiekosten voor ruimteverwarming,

maar komt ook beter tegemoet aan de temperatuurbehoefte van hoogproductieve zogende zeugen. Het micro-klimaat van de biggen kan worden gewaarborgd door de plaatselijke verwarming (vloerverwarming) af

te schermen met behulp van een biggenonderkomen. Een dergelijke aanpassing van het kraamhok is op veel praktijkbedrijven tegen lage investeringskosten uit te voeren.

LITERATUUR

KWIN-V 1996 - 1997. Projectgroep KWIN-Veehouderij 1996. *Kwantitatieve informatie veehouderij 1996 - 1997*. Praktijkonderzoek Varkenshouderij, Rosmalen.

Leijen, C., J. Beukeboom en J. Jansen-Venneboer 1993. *Energie in de intensieve veehouderij*. Publikatie nr. 39. Informatie en Kennis Centrum Veehouderij, Ede.

Makkink, C.A., C.M.C. van der Peet-Schwering, CE. van 't Klooster, M.W.A. Verstegen en J.W. Schrama 1994. *Temperatuurbehoef-*

te van lacterende zeugen in relatie tot voeropname, produktie en energieverbruik. Proefverslag P 1.105. Praktijkonderzoek Varkenshouderij, Rosmalen.

Ouwerkerk, E.N.J. van 1987. *Een kwantitatieve analyse van ventilatienormen van mest-varkensstallen*. I MAG-nota 283 (PT), Wageningen.

SAS Institute Inc. 1989. *SAS/STAT User's Guide, Version 6, Fourth Edition*. Cary, NC, USA.

BIJLAGEN

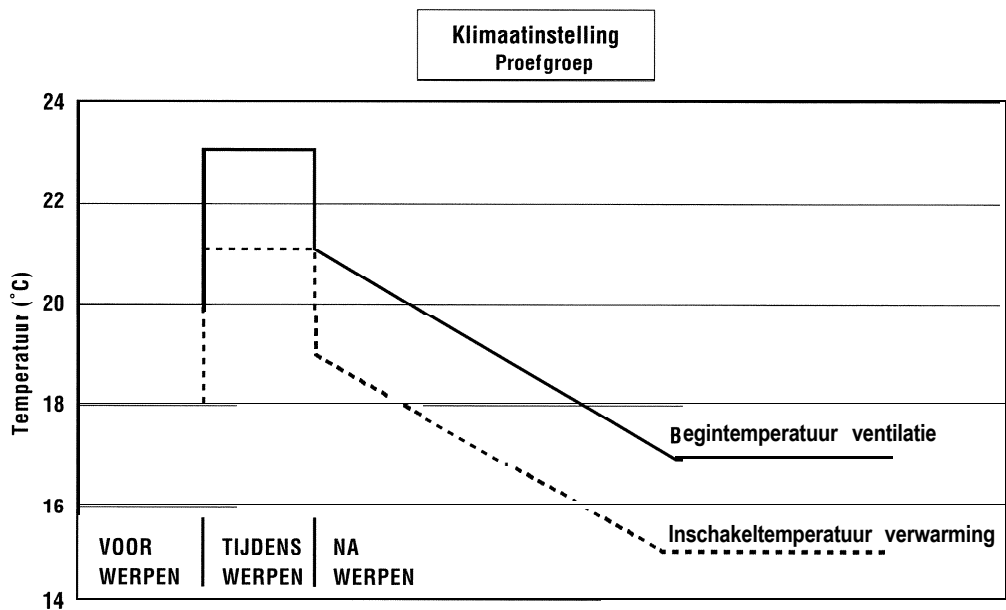
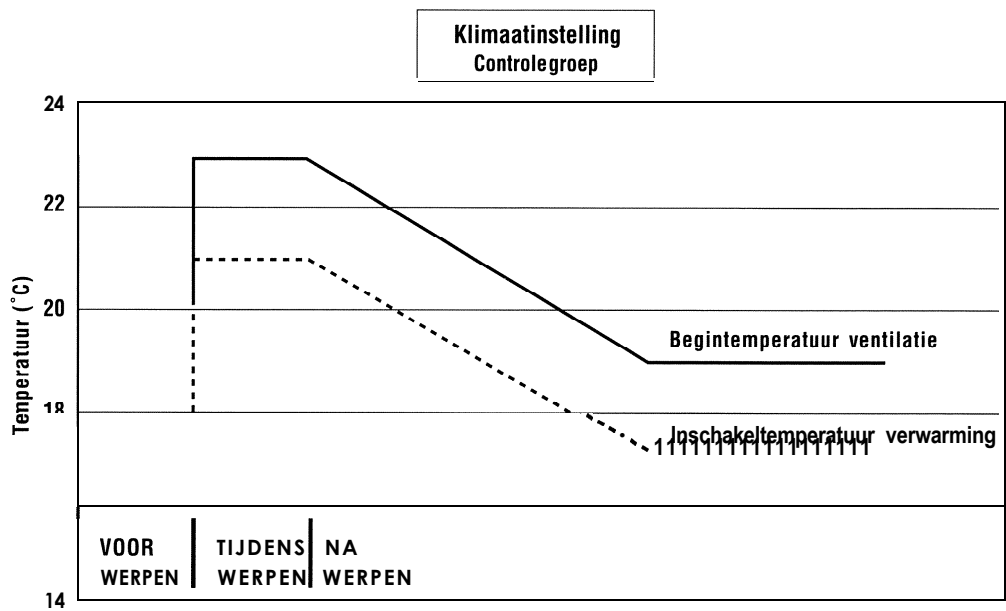
Bijlage 1: Overzicht klimaatinstellingen voor de afdelingen met een standaard- en verlaagde temperatuurinstelling

Omschrijving	Standaardtemperatuurinstelling			Verlaagde temperatuurinstelling		
	voor werpen	tijdens werpen ¹	na werpen ²	voor werpen	tijdens werpen ¹	na werpen ²
Begintemperatuur ventilatie aanvang periode	20	23	23	20	23	21
Begintemperatuur ventilatie einde periode	20	23	19	20	23	17
Ingestelde bandbreedte	5	5	5	5	5	5
Minimum ventilatiehoeveelheid (%)	10	10	10	10	10	10
Maximum ventilatiehoeveelheid (%)	100	100	100	100	100	100
Inschakeltemperatuur ruimteverwarming aanvang periode	18	21	21	18	21	19
Inschakeltemperatuur ruimteverwarming einde periode	18	21	17	18	21	15
Inschakeltemperatuur vloerverwarming/ biggenonderkomen aanvang periode	5	35	35	5	35	35
Inschakeltemperatuur vloerverwarming/ biggenonderkomen einde periode	5	35	25	5	35	25
Aantal dagen voor afbouw in periode	0	0	14	0	0	14

¹ De instellingen van de periode 'tijdens werpen' worden gehanteerd in de afdelingen met standaard- en verlaagde instellingen vanaf het moment dat de eerste zeug begint te werpen.

² De instellingen van de periode 'na werpen' worden gehanteerd in de afdelingen met standaard- en verlaagde instellingen vanaf het moment dat de laatste zeug heeft geworpen.

Bijlage 2: Schematische weergave van de klimaatinstellingen voor de afdelingen met een standaard- en verlaagde temperatuurinstelling



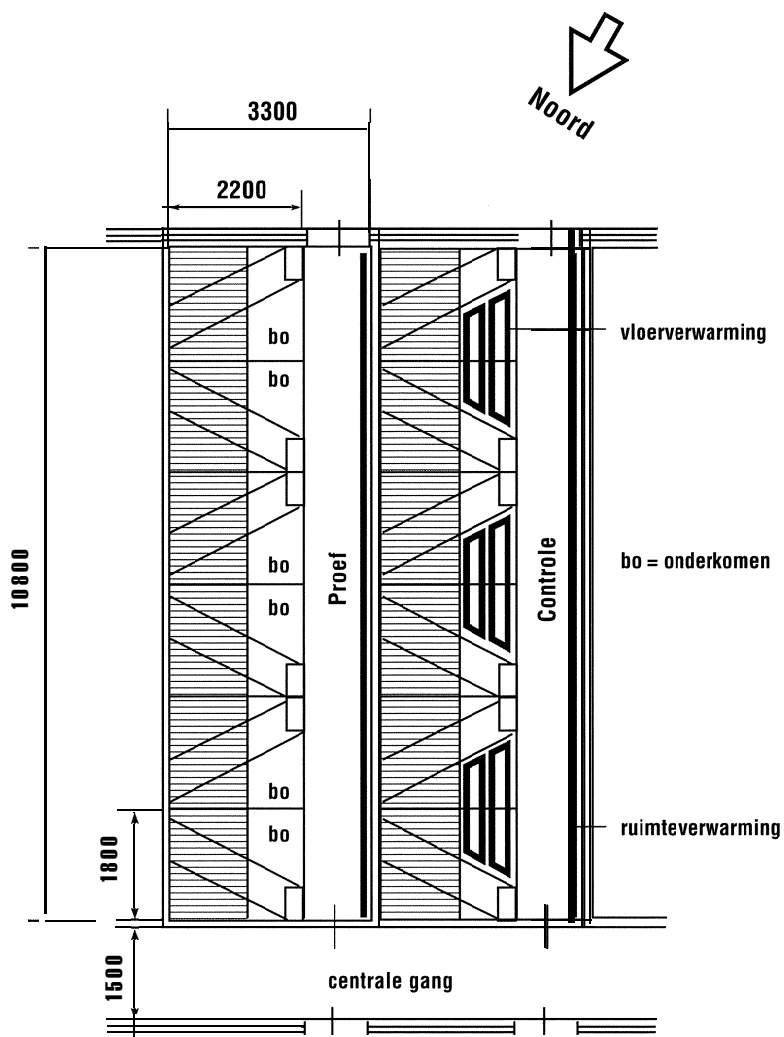
Bijlage 3: Voerschema van lacterende zeugen in de eerste vier rondes van het onderzoek

Zoogperiode	Voer ¹ (kg per zeug per dag)
week 1 ²	
dag 0	0,5
dag 1	1,5
dag 2	2,0
dag 3	2,5
dag 4	3,0
dag 5	3,5
dag 6	4,0
dag 7	4,5
weken 2, 3 en 4	
eersteworpszeugen	1,5 + 0,5 per big
meerdereworpszeugen	2,0 + 0,5 per big

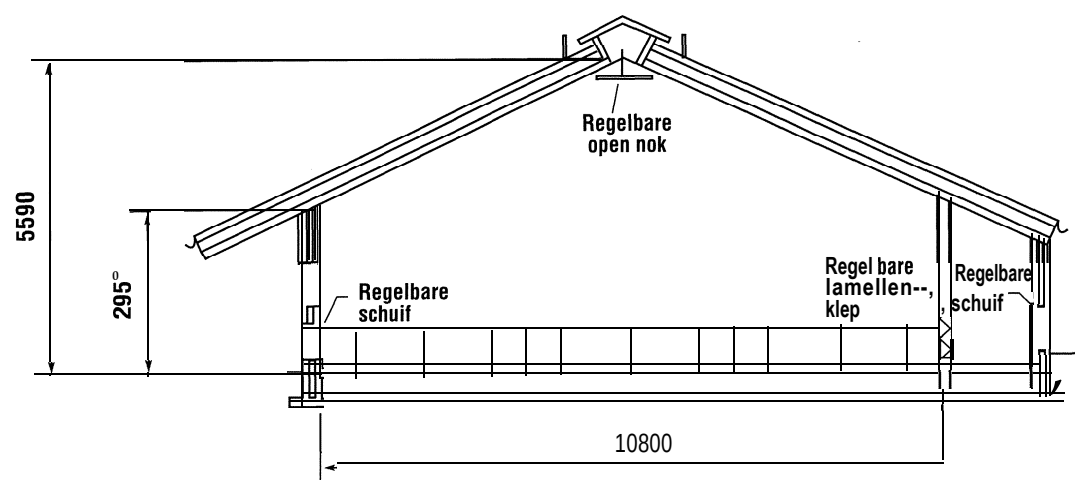
¹ Lactatievoer (EW = 1,03)

² Bij goede eetlust worden zeugen eerder volgens de in de weken 2, 3 en 4 gehanteerde norm gevoerd.

Bijlage 4: Bovenaanzicht natuurlijk geventileerde kraamafdeling



Bijlage 5: Dwarsdoorsnede natuurlijk geventileerde kraamafdeling



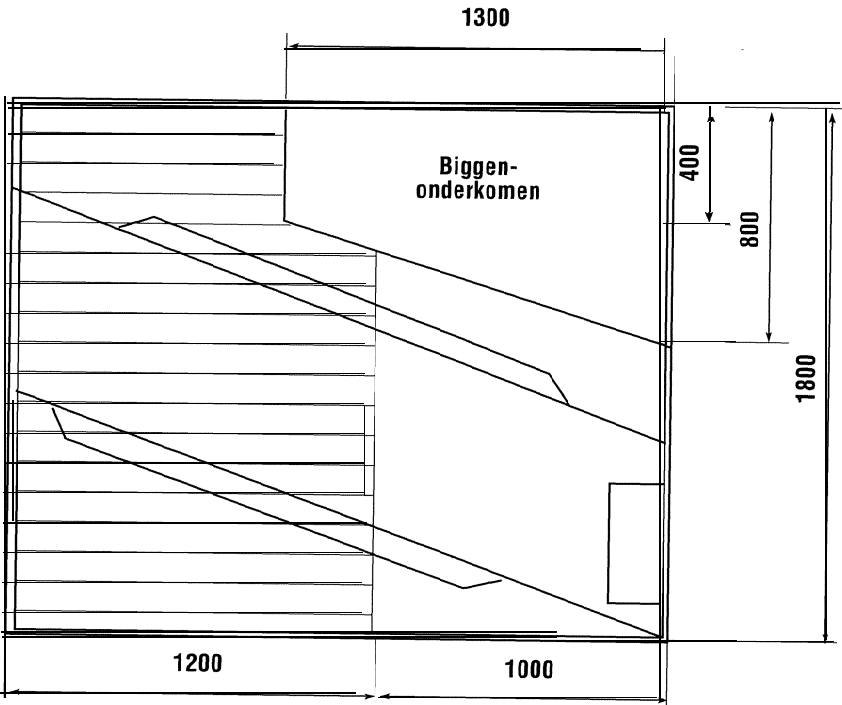
Bijlage 6: Indicatieve debietmeting in verband met het inregelen van de minimumventilatie-stand in proefafdelingen

Op 22 oktober 1996 is een indicatieve meting verricht naar het debiet in de natuurlijk geventileerde afdelingen. Hierbij zijn de ventilatie-openingen in de deur en nok op een stand van 10% opening gezet. De ventilatie-opening in de buitenmuur van de afdeling was volledig gesloten. Vervolgens zijn op vijf plaatsen verdeeld over de inlaatopening ($0,32\text{ m}^2$) luchtsnelheidsmetingen uitgevoerd. Het resultaat was als volgt:

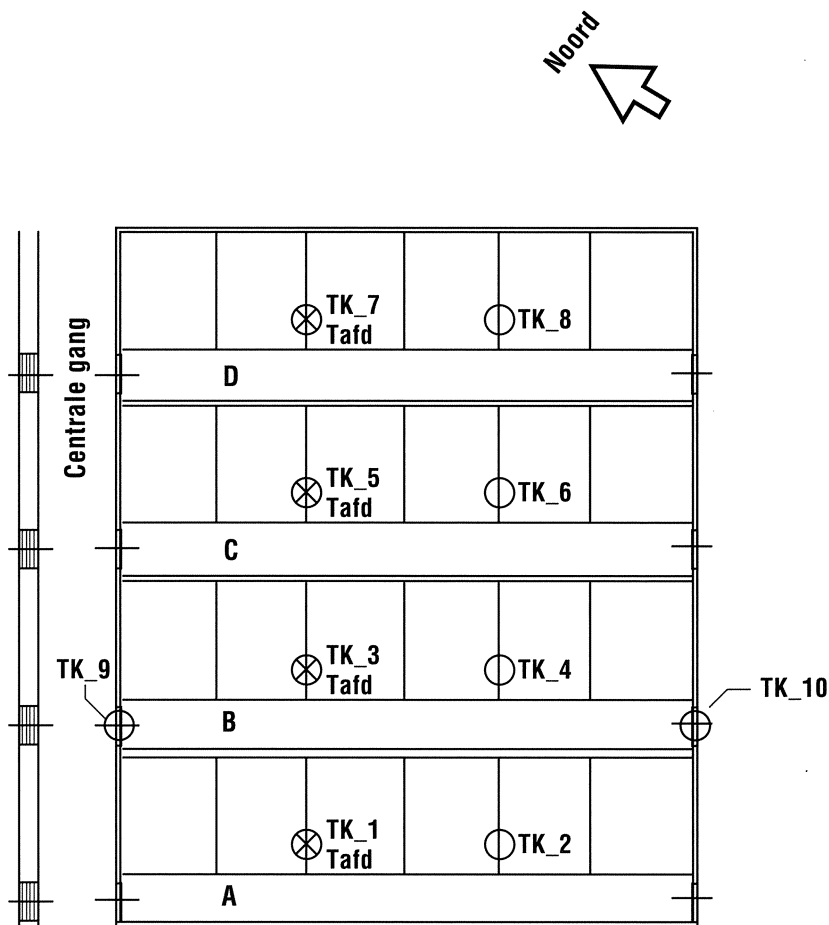
afdeling	T-afdeling	T-centrale gang	verschil	gemiddelde luchtsnelheid deuropening	berekend debiet
	(°C)	(°C)	(°C)	(m/s)	(m ³ /uur)
3R	21,8	14,5	7,3	0,34	400
3s	21,8	13,5	8,3	0,22	260
3T	23,1	12,0	11,1	0,31	360
3u	22,8	12,5	10,3	0,24	280

Het gemiddelde ventilatieniveau was $325\text{ m}^3/\text{h}$, en komt in deze situatie goed overeen met de norm voor minimumventilatie ($6 \times 50\text{ m}^3/\text{uur} = 300\text{ m}^3/\text{uur}$).

Bijlage 7: Bovenaanzicht kraamhok met biggenonderkomen in de adeling met een verlaagde temperatuurinstelling



Bijlage 8: Overzicht met posities van de temperatuurvoelers voor het meten van de afdelings-temperatuur



Met TK_1 = Thermokoppel 1
Tafd = Temperatuur Afdeling
Klimaatcomputer

Bijlage 9: Werklijst voor het wijzigen van de instellingen en het registreren van het energiegebruik

Tijdschema, AFDELING

Tijd	Actie	Datum	Tijd
<u>Week 0</u>	Indeling maken verdeling 12 zeugen over controle- en proefafdeling		
<u>Week 1</u>			
Di-mo:	Zeugen in controle- en proefafdeling. Klimaat: <u>voor werpen</u> kWh afdeling : _____. Biggen: _____. MWh verwarming : _____		
<u>Week 2</u>			
Eerste worp	Klimaat: <u>tijdens werpen</u> Biggenonderkomen Biggenlampen + biggenonderkomens per hok aan voor elke worp. kWh afdeling : _____. Biggen: _____. MWh verwarming : _____		
<u>Week 3</u>			
Dag na laatste worp	Klimaat: <u>na werpen</u> (Biggenlampen verwijderen op basis van liggedrag) kWh afdeling : _____. Biggen: _____. Mwh verwarming : _____		
<u>Week 4</u>			
Ma-mo	kWh afdeling : _____. Biggen: _____. Mwh verwarming : _____		
<u>Week 5</u>			
Ma-mo	kWh afdeling : _____. Biggen: _____. Mwh verwarming : _____		
<u>Week 6</u>			
Do-mo:	Spenen biggen kWh afdeling : _____. Biggen: _____. MWh verwarming : _____		

Bijlage 10: Gemiddelde afdelingstemperaturen en gemiddelde buitentemperaturen per ronde voor de afdelingen met standaard- en verlaagde temperatuurinstelling tijdens de periode "na werpen"

Ronde	Afdelingstemperatuur (°C)				verschil	Buitentemperatuur (°C)	
	controle		proef			gem	sd
	gem	sd	gem	sd			
1	19,1	0,8	18,3	10,	0,8	2,0	2,4
2	18,3	1,1	17,5	10,	0,8	0,6	3,7
3	18,9	0,5	18,1	0,6	0,8	-0,9	4,2
4	19,4	0,8	18,2	0,7	1,2	3,3	2,8
5	20,5	0,8	18,8	0,9	1,7	7,5	3,0
6	20,1	0,9	19,0	1,1	1,1	7,1	3,4
7	20,0	0,9	19,1	12,	0,9	6,8	4,2
8	20,9	1,1	19,6	13,	1,3	10,3	4,6

Bijlage 11: Verdeling van de gerealiseerde afdelingstemperatuur ten opzichte van de temperatuurinstellingen tijdens periode "na werpen"

Ronde	Controle			Proef		
	laag ¹ (%) ₀₀	goed* (%) ₀₀	hoog ³ (%) ₀₀	laag ¹ (%) ₀₀	goed* (%) ₀₀	hoog ³ (%) ₀₀
1	0	90	10	0	42	58
2	2	97	1	0	92	8
3	27	72	0	0	58	42
4	2	93	5	0	56	44
5	0	56	44	0	44	56
6	0	71	29	0	24	76
7	0	88	12	0	27	73
8	0	42	58	0	7	93

¹ afdelingstemperatuur < (inschakeltemperatuur verwarming -0,5°C)

² (inschakeltemperatuur verwarming -0,5°C) ≤ afdelingstemperatuur ≤ (begintemperatuur ventilatie +0,5°C)

³ afdelingstemperatuur > (begintemperatuur ventilatie +0,5°C)

Bijlage 12: Gemiddelde ventilatie-openingen in de afdelingen in de periode “na werpen” voor de afdelingen met standaard- en verlaagde temperatuurinstelling

Ronde	Standaardinstelling				Verlaagde temperatuur			
	Deur/nok (%) ₀₀	s d	Schuif (%) ₀₀	sd	Deur/nok (%) ₀₀	sd	Schuif (%) ₀₀	sd
1	12,4	4,3	0,7	24 ,	21,2	7,8	3,2	4,0
2	10,4	1,8	0,4	2,0	12,1	4,3	2,2	4,8
3	10,5	1,6	0,6	1,8	18,0	7,0	9,0	7,8
4	11,8	3,7	2,0	4,1	17,9	7,7	8,8	8,6
5	18,6	8,1	9,6	90 ,	21,8	11,3	12,9	12,6
6	16,2	8,3	6,9	92 ,	25,9	11,8	17,6	13,2
7	13,4	4,9	3,7	18'1 54 ,	36,3 25,5	10,5	17,2	11,6
8	25,5	16,3	17,2			20,4	29,3	22,7

Bijlage 13: Thermisch- en elektrisch energiegebruik per ronde voor de afdelingen met de standaard- en verlaagde temperatuurstelling

Het thermisch energiegebruik in de periode “na werpen” van de afdelingen met standaard- en verlaagde temperatuurstelling en de gemiddelde buitentemperatuur in dezelfde periode

Ronde	Standaard (kWh)	Verlaagd (kWh)	Verschil (kWh)	Buitemperatuur (°C)	sd
1	34	0	34	2,0	2,4
2	615	27	588	0,6	3,7
3	450	104	346	-0,9	4,2
4	179	53	126	3,3	2,8
5	31	3	28	7,5	3,0
6	39	3	36	7,1	3,4
7	63	0	63	6,8	4,2
8	21	5	16	10,3	4,6

Het elektrisch energiegebruik in de periode “na werpen”

Ronde	Standaard (kWh)	Verlaagd (kWh)	Verschil (kWh)
1	101	368	-267
2	105	389	-284
3	95	439	-344
4	174	319	-145
5	58	90	-32
6	98	129	-31
7	53	110	-57
8	132	113	19

Bijlage 14: Uitgangspunten en berekening van de thermische energiekosten in de afdeling met verlaagde temperatuurinstelling

Berekening kosten voor thermisch energiegebruik.

Uitgangspunten:

Energiebesparing per ronde en plaats in een afdeling met verlaagde temperatuurinstelling: 25,8 kWh.

Periode: half november 1996 tot half mei 1997.

Gemiddelde buitentemperatuur gedurende periode: kleiner of gelijk aan 10°C.

1 m³ aardgas = f 0,51; 1 m³ aardgas = bruto energie-inhoud 31,65 MJ = 8,8 kWh; 1 m³ aardgas = netto energie-inhoud 22,16 MJ (ketel + leidingverliezen: 70%) = 6,2 kWh.

Volgens de gemiddelde KNMI-jaarcijfers over de jaren 1961-1990, is de gemiddelde buitentemperatuur van oktober t/m half april 10°C of lager. Dit is een periode van 28 weken, en komt overeen met 4,7 kraamrondes van zes weken. Per kraamhok betekent dit dus een netto besparing van $4,7 \times 25,8 = 120$ kWh per jaar, en een bruto besparing van 172 kWh, ervan uitgaande dat in de overige maanden niet op thermische energie kan worden bespaard. Dit betekent een besparing van f 10,- per kraamhok per jaar.

Bij 30 kraamhokken voor 100 zeugen betekent dit een besparing van f 3,- per zeug per jaar.

Maximum besparing aan de hand van thermisch energiegebruik in dit onderzoek:

Uitgangspunten:

Energiegebruik per ronde en plaats in afdeling met standaardtemperatuurinstelling: 29,8 kWh. Zie bovenstaande uitgangspunten.

Per kraamhok betekent dit dus een netto energiegebruik van $4,7 \times 29,8 = 140$ kWh per jaar, en een bruto besparing van 200 kWh, ervan uitgaande dat in de overige maanden niet op thermische energie kan worden bespaard. Dit betekent een maximum aan energiekosten van f 11,60 per kraamhok per jaar.

Bij 30 kraamhokken voor 100 zeugen betekent dit een kostenpost aan energie van f 3,50 per zeug per jaar. Dit is tevens de maximum energiebesparing welke in de proef kon worden gerealiseerd.

REEDS EERDER VERSCHENEN PROEFVERSLAGEN

Proefverslag P1. 173

Welzijn van varkens: van verzorgingsvoorschriften naar verzorgingsmaatregelen. H. M. Vermeer, Ekkel, E.D., Groot, J.S.M. de, Klooster, CE. van 't, Peet, G.F.V. van der en Swinkels, J.W.G.M., april 1997.

Proefverslag Pl. 174

Het verstrekken van startvoer aan gespeende biggen vanaf 18 kg lichaamsgewicht. D.J.P.H. van de Loo, Beurskens-Voermans, M.P. en Hoofs, A.I.J., april 1997.

Proefverslag Pl. 175

Het los bijvoeren van gemalen tarwe aan gespeende biggen, R.H.J. Scholten en Binnendijk, G.P., april 1997.

Proefverslag P1. 176

Effect van multifasenvoeding op de ammoniakemissie uit vleesvarkensstallen. C.M.C. van der Peet-Schwering, Beurskens-Voermans, M.P. en Verdoes, N., mei 1997.

Proefverslag Pl. 177

Het voeren van gemalen en geplette tarwe aan vleesvarkens. C.M.C. van der Peet-Schwering, Plagge, J.G. en Scholten, R.H.J., juni 1997.

Proefverslag P 1.178

Vermindering van de ammoniakemissie door een chemische luchtwasser M.G.M. Vrielink, Verdoes, N. en Gastel, J.P.B.F. van, juli 1997.

Proefverslag P 1.179

Het los bijvoeren van geplette of gestructureerde tarwe aan vleesvarkens. R.H. J. Scholten, Plagge J.G. en Peet-Schwering C.M.C. van der, juli 1997.

Proefverslag P 1.180

Vergelijking van grondbuizen en grondwaterunit bij vleesvarkens. J.J.H. Huijben en Hoofs, A.I.J., juli 1997.

Proefverslag P 1.181

Voorspelling en beoordeling vlees kwaliteit van koppels vleesvarkens. J.B. van der Fels,

Huiskes, J.H., Kanis, E., Walstra, P. en Hulsege, B., juli 1997.

Proefverslag P 1.182

Effecten van een extra ijzerinjectie op groei en humorale immuniteit van gespeende biggen. E.M.A.M. Bruininx, Jetten, K., Schrama, J.W., Parmentier, H.K. en Swinkels, J.W.G.M., september 1997.

Proefverslag P 1.183

Vergelijking van toegelaten I&R-gebruiksmarken. E.R. ter Elst-Wahle, Roelofs, P.F.M.M. en Adams, J.H.A.N., september 1997.

Proefverslag P 1.184

Vergelijking van de kostprijs van varkensvlees in een aantal geselecteerde EU-lidstaten (Europorc). M.A.H. Vaessen en Backus, G.B.C., oktober 1997.

Proefverslag P 1.185

Varkens- en runderplasma en dierlijk en plantaardig eiwit in voer voor gespeende biggen. C.M.C. van der Peet-Schwering en Binnendijk, G.P., oktober 1997.

Proefverslag P 1.186

Bijproducten via de drinknippel bij gespeende biggen en vleesvarkens. D.J.P.H. van de Loo en Scholten, R.H.J., oktober 1997.

Proefverslag P 1.187

Bijproducten in relatie tot technische resultaten en milieukeurmerken bij vleesvarkens. R.H.J. Scholten, Hoofs A.I.J. en Verdoes N., oktober 1997

Proefverslag P 1.188

Bijproductenrantsoen voor vleesvarkens: invloed van voerniveau en aminozuregehalte. R.H.J. Scholten, Hoofs, A.I.J. en Beurskens-Voermans, M.P., oktober 1997.

Proefverslag P 1.189

Groei-, slacht- en vlees kwaliteitsresultaten bij nakomelingen van twee verschillende eindberen. J.H. Huiskes, Binnendijk, G.P., Hoofs, A.I.J. en Theissen, M., oktober 1997.

Proefverslag P 1.188

Bijproductenrantsoen voor vleesvarkens: invloed van voerniveau en aminozuregehalte. R.H.J. Scholten, Hoofs, A.I.J. en Beurskens-Voermans, M.P., oktober 1997.

Proefverslag P 1.189

Groei-, slacht- en vleeskwaleitsresulta ten bij nakomelingen van twee verschillende eindberen. J.H. Huiskes, Binnendijk, G.P., Hoofs, A.I.J. en Theissen, M., oktober 1997.

Proefverslag P 1.190

Een verhoogde zachte zeugenmat in het kraamhok. G.P. Binnendijk en Vermeer, H.M., oktober 1997.

Proefverslag P 1.191

Effecten van maatregelen ter reductie van de mineralenuitscheiding door varkens in het NUBL-gebied. C.P.A. van Wagenberg en Backus, G.B.C., november 1997.

Proefverslag P 1.192

Ontwerp van biologische stikstofverwijderingssystemen voor varkensmest. C .C.R. van der Kaa en Gastel, J.P.B.F. van, november 1997.

Proefverslag P 1.193

Oplegstrategieën voor gespeende biggen en vleesvarkens. D.J.P.H. van de Loo, Hoofs, A.I.J. en Swinkels, J.W.G.M., november 1997.

Proefverslag P 1.194

Urine-pH, ammoniakemissie en technische resultaten van vleesvarkens na toevoeging aan het voer van organische zuren, met name benzoëzuur. G.M. den Brok, Hendriks, J.G.L., Vrielink, M.G.M. en Peet-Schwering, C.M.C. van der, december 1997.

Proefverslag P 1.195

*Optimalisatie van het *STAR-concept ten aanzien van technische resultaten en gezondheid van vleesvarkens.* R. H. J. Scholten en Plagge, J.G. december 1997.

Proefverslag P 1.196

IJzertoediening aan zuigende biggen via het

drinkwater E.M.A.M. Bruininx, Swinkels, J.W.G.M., Binnendijk, G.P., Broekman, E.J.A.J., Straaten, A. van der en Peet-Schwering, C.M.C. van der, december 1997.

Proefverslag P 1.197

Technische en economische resultaten van bedrijven met zeugen in 1996. C.E.P. van Brakel, Lubben, J. en Bens, P.A.M., maart 1998.

Proefverslag P 1.198

Technische en economische resultaten van bedrijven met vleesvarkens in 1996. C.E.P. van Brakel, Lubben, J. en Bens, P.A.M., maart 1998.

Proefverslag P 1.199

Kraamhoktype en uitmestfrequentie bij scharrelvarkens: technische resultaten, arbeid en ammoniakemissie. J.H. Huiskes, Plagge, J.G., Roelofs, P.F.M.M., Vermeer, H.M., Vonk, M.C., Binnendijk, G.P. en Brakel, C.E.P. van, maart 1998.

Proefverslag P 1.200

Gezondheidsmanagement op zeugenbedrijven. E.R. ter Elst-Wahle, Vaessen, M.A., Binnendijk, G.P., Vos, H.J.P.M., Huirne, R.B.M. en Backus, G.B.C., april 1998.

Proefverslag P 1.201

Ammoniakemissie in kraamafdelingen met mestpannen. A.J.A.M. van Zeeland en Verdoes, N., april 1998.

Exemplaren van proefverslagen kunnen worden verkregen door f 25,- per verslag (m.u.v. P 1.117, deze kost f 50,-) over te maken op Postbanknummer 51.73.462 ten name van het Proefstation voor de Varkenshouderij, Lunerkampweg 7, 5245 NB ROSMALEN, onder vermelding van het gewenste verslagnummer. Buitenlandse abonnees betalen f 30,- per P 1-verslag (dit is inclusief verzendkosten) én f 15,- administratiekosten per bestelling (m.u.v. P 1.117, deze kost f 75,-). Ook bestaat de mogelijkheid een abonnement te nemen op de proefverslagen voor f 300,- per jaar. Buitenlandse abonnees betalen f 375,- per jaar.