

**Fysische factoren bij de variatie  
binnen een etmaal in de temperatuursbehoefte  
van mestvarkens**

door

ing. E.N.J. van Ouwerkerk

Instituut voor Mechanisatie, Arbeid en Gebouwen  
Wageningen

Inhoudsopgave	pag
1 Inleiding	2
2 Methode	3
2.1 Algemeen	3
2.2 Niet-veranderende factoren bij dag en nacht	3
2.3 Veranderende factoren bij dag en nacht	3
2.3.1 Lichaamstemperatuur	3
2.3.2 Staande en liggende houding	3
2.3.3 Drinkwater	4
2.3.4 Aktiviteit	4
3 Resultaten	5
3.1 Varkens op een betonvloer	5
3.2 Varkens op een betonvloer met strooisel	6
4 Discussie	7
Literatuur	8

## 1 Inleiding

Een van de redenen voor het houden van varkens in gesloten ruimten (stallen) is de mogelijkheid het klimaat in deze ruimten te kunnen beheersen. Klimaatbeheersing heeft tot doel de varkens een zodanige omgeving te bieden dat de dierlijke produktie, energetisch gezien, zo efficiënt mogelijk kan geschieden. Een van de belangrijkste klimaatsfactoren is de omgevings-temperatuur, die mede bepalend is voor de warmteafgifte van het dier. In de loop der jaren is d.m.v. onderzoek naar de interactie dier-voeding-klimaat een aantal wetmatigheden geconstateerd. Voorbeeld hiervan is het begrip thermoneurale zone.

Mount (1) omschrijft de thermoneurale zone als :

**"that range of environmental temperature in which, for a given level of feeding, the metabolic rate of an individual resting animal is at minimum and in which evaporative heat loss is not increased as a result of sweating or increased respiratory ventilation "**.

Binnen de thermoneurale zone wordt de warmteproduktie van het varken bepaald door chemisch-fysiologische factoren. Buiten de thermoneurale zone zijn het fysische factoren, die de warmteafgifte en de daarvoor benodigde warmteproduktie, bepalen.

Vanuit landbouwkundig oogpunt worden de grenzen van deze zone (mede) bepaald door economische overwegingen. Als ondergrens van deze zone wordt algemeen aangenomen, dat het die temperatuur is, waar beneden het dier zijn metabolisme moet opvoeren om zijn lichaamstemperatuur te handhaven. Gegeven een bepaald voedernivo houdt dit in, dat een deel van het opgenomen voer niet aangewend wordt voor produktiedoelinden. Wat als bovengrens aangehouden moet worden is niet geheel duidelijk. Sterrenburg en van Ouwkerk (2) definiëren in hun rekenmodel (BEZOVA) verschillende bovengrenzen. Er wordt ook gesproken van een thermische comfortzone, waarbij de ondergrens van de comfortzone samenvalt met de ondergrens van de thermoneurale zone. Het rekenmodel is getoetst aan een groot aantal waarnemingen, betrekking hebbend op etmaal-gemiddelden. Het model blijkt een grote mate van nauwkeurigheid te hebben (mean square prediction error 7,9 % over de totale toetsingsrange van 635 waarnemingen). Verstegen et al (3) beschrijven de variatie in warmteproduktie van mestvarkens gedurende de dag. Het blijkt dat de warmteproduktie het grootst is na de voedertijd (voeding om 8 uur en om 18 uur). Ook bleek dat de temperatuurbehoefte gedurende de nacht (23 uur tot 8 uur) geringer was. In hun discussie over de variatie binnen een etmaal hebben Verstegen et al enkele fysische factoren buiten beschouwing gelaten. Het rekenmodel BEZOVA geeft de mogelijkheid het effect van deze factoren op de temperatuursbehoefte te schatten.

## 2 Methode

### 2.1 Algemeen

De modelstudie, beschreven in dit rapport, is met behulp van het rekenmodel BEZOVA uitgevoerd. Een aantal parameters is niet-veranderend verondersteld en een aantal andere parameters veranderend bij dag- en nachtsituatie.

De uitgangspunten zijn als volgt gekozen:

- de dieren zijn gezond
  - de varkens zijn gehuisvest in een groep van 10 dieren
  - de ad lib voeding in droogvoerbakken is gedurende de gehele mestperiode met voer met een energiewaarde van 12,55 MJ/kg
  - de nachtperiode duurt 8 uur (23-7 uur)
  - de dagperiode (overdag en avond) duurt 16 uur (7-23 uur)
- Er is uitgegaan van twee typen stalvloeren, waarvan de thermische eigenschappen bekend zijn.

### 2.2 Niet-veranderende factoren bij dag en nacht

Gedurende het gehele etmaal is als niet-veranderend aangenomen dat :

- de luchtsnelheid op diernivo 0.15 m/s is en
- de temperatuur van de omhullende bouwconstructie gelijk is aan de stalluchttemperatuur.

### 2.3 Veranderende factoren bij dag en nacht

#### 2.3.1 Lichaamstemperatuur

De gemiddelde lichaamstemperatuur overdag en 's avonds wordt gesteld op 39,2 °C. 's Nachts kan de lichaamstemperatuur maximaal 1°C zakken. Aangenomen is dat de lichaamstemperatuur 's nachts 0,5°C lager is dan overdag.

#### 2.3.2 Staande en liggende houding

In het model BEZOVA wordt het percentage van de tijd staande/lopende doorgebracht geschat, geldend voor een etmaalgemiddelde. Het percentage staande dieren verloopt van 25% voor biggen tot 15% voor dieren boven 100 kg lichaamsgewicht. Gedurende de nacht wordt aangenomen dat de activiteit zo gering is dat de tijd staande/lopende doorgebracht wordt teruggebracht tot 1/3 van het etmaalgemiddelde. Overdag is dat 1,33 maal de etmaal-gemiddelde tijd.

### 2.3.3 Drinkwater

In het model is de norm voor het drinkwatergebruik per dag opgenomen overeenkomstig de norm van het Handboek voor de varkenshouderij (4). Dit evenwel met een ondergrens verlopend van 2,5 liter per opgenomen kg voer bij een lichaamsgewicht onder 40 kg tot 2,1 liter per opgenomen kg voer bij een lichaamsgewicht boven 80 kg.

Aangenomen is dat de dieren overdag en 's avonds (16 uur) 95% van hun etmaalbehoefte aan drinkwater opnemen en 's nachts (8 uur) 5%.

De drinkwatertemperatuur wijkt niet veel af van de stalluchttemperatuur. Er is echter een geringe beïnvloeding van de watertemperatuur via de waterleiding in de vloer cq ondergrond.

De volgende drinkwatertemperaturen zijn in de modelstudie aangenomen:

stalluchttemperatuur ("C)	drinkwatertemperatuur ("C)
0	8
5	8
10	10
15	13
20	15
25	17

### 2.3.4 Aktiviteit

Uit metingen van de warmteproduktie van varkens (tot ca 40 kg) blijkt dat 10-20% voortkomt uit activiteit, geldend voor een etmaal-gemiddelde.

's Nachts is de activiteit gering. Overdag en 's avonds is er meer activiteit (5). In deze studie is het percentage aktiviteits-warmteproduktie aangenomen verlopend van 15% voor dieren van 20 kg tot 5% voor dieren van 100 kg lichaamsgewicht.

Aangenomen is dat de totale warmteproduktie (binnen de thermo-neutrale zone) als volgt voor activiteit wordt gecorrigeerd voor :

$$\text{overdag en 's avonds: } Q_{bz} = Q_b + 1,33 \cdot Q_{ak}$$

$$\text{'s nachts: } Q_{bz} = Q_b + 0,33 \cdot Q_{ak}$$

waarin:  $Q_{bz}$  = totale warmteproduktie binnen de thermo-neutrale zone

$Q_b$  = warmteproduktie exclusief warmteproduktie voortkomend uit activiteit.

$Q_{ak}$  = warmteproduktie voortkomend uit activiteit.

### 3 Resultaten

#### 3.1 Varkens op een betonvloer

Voor varkens gehouden op een ongeïsoleerde betonvloer zijn de resultaten van de modelstudie als volgt:

	diergewicht (kg)				
	25	45	65	85	105
<b>model-uitgangpunten voeding:</b>					
ad lib voeropname (kg per dag)	1.2	2.0	2.4	2.7	3.0
voernivo (x onderhoud)	3.1	3.1	2.9	2.7	2.5
drinkwater (liter per dag)	3.1	4.9	5.3	5.7	6.3
<b>ondergrenzen comfortzone (°C)</b>					
- etmaal	15.9	11.6	9.7	8.8	8.4
- overdag en 's avonds	15.4	11.3	9.6	9.0	8.8
verandering t.o.v. etmaal	-0.5	-0.3	-0.1	0.2	0.4
waarvan als gevolg van :					
- minder liggen	0.4	0.4	0.5	0.5	0.4
- meer drinkwateropname	0.5	0.6	0.6	0.5	0.6
- grotere activiteit	-1.4	-1.3	-1.2	-0.8	-0.6
- 's nachts	16.4	11.6	9.4	8.0	7.0
verandering t.o.v. etmaal	0.5	0.0	-0.3	-0.8	-1.4
waarvan als gevolg van :					
- verlaging lichaamstemperatuur	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6
- meer liggen	-0.7	-0.9	-0.8	-0.8	-0.8
- minder drinkwateropname	-1.0	-1.3	-1.3	-1.3	-1.2
- geringere activiteit	2.8	2.8	2.4	1.9	1.2

### 3.2 Varkens op een betonvloer met strooisel

Voor varkens gehouden op een betonvloer met 17 mm strooisel zijn de resultaten van de modelstudie als volgt:

	diergewicht (kg)				
	25	45	65	85	105
<b>model-uitgangpunten voeding:</b>					
ad lib voeropname (kg per dag)	1.2	2.0	2.4	2.7	3.0
voernivo (x onderhoud)	3.1	3.1	2.9	2.7	2.5
drinkwater (liter per dag)	3.1	4.9	5.3	5.7	6.3
<b>ondergrenzen comfortzone (°C)</b>					
- etmaal	9.9	4.7	2.3	1.2	0.6
- overdag en 's avonds	10.4	5.4	3.2	2.2	1.9
verandering t.o.v. etmaal	0.5	0.7	0.9	1.0	1.3
waarvan als gevolg van :					
- minder liggen	1.3	1.3	1.4	1.2	1.2
- meer drinkwateropname	0.6	0.9	0.9	0.9	0.9
- grotere activiteit	-1.4	-1.5	-1.4	-1.1	-0.8
- 's nachts	8.2	2.2	-0.3	-1.8	-2.8
verandering t.o.v. etmaal	-1.7	-2.5	-2.6	-3.0	-3.4
waarvan als gevolg van :					
- verlaging lichaamstemperatuur	-0.6	-0.7	-0.6	-0.7	-0.7
- meer liggen	-2.9	-3.2	-3.2	-2.9	-2.6
- minder drinkwateropname	-1.7	-2.2	-2.0	-1.9	-1.9
- geringere activiteit	3.5	3.6	3.2	2.5	1.8

#### 4 Discussie

De verandering van de ondergrens van de comfortzone wordt sterk bepaald door fysisch-fysiologische factoren.

Voor een groot deel worden de veranderingen door sta-liggedrag, drinkwateropname en fluctuaties in lichaamstemperatuur gecompenseerd door verschillen voortkomend uit activiteit.

Daardoor ontstaan er slechts **geringe verschillen in ondergrens comfortzone/kritieke temperatuur** gedurende het etmaal. De verschillen zijn groter bij varkens op stro dan bij varkens op betonvloeren.

De warmteproductie tijdens het **voeren/eten** is veel hoger dan in tijden dat het dier niet eet. Dit is in sterke mate het geval bij gerantsoeneerd voeren. Bij ad lib voeren is er doorgaans ook sprake van twee "maaltijden" per etmaal. De verhoogde warmteproductie kan worden verklaard uit verhoogde activiteit (3).

Bij de verwerking en analyse van metingen van de warmteproductie worden deze "pieken" uit de waarnemingen "gezeefd".

De vertering van opgenomen voer verloopt relatief traag. Dat is de reden dat de warmteproductie na het eten vrij lang hoog blijft (3).

Het relatief geringe effect van het **liggen** op een betonvloer op de ondergrens van de comfortzone ( $0.8^{\circ}\text{C}$  in de nacht) is verklaarbaar uit het feit dat een grotere warmte-afgifte (geleiding) aan de vloer bij liggen deels wordt gecompenseerd door verminderde convectieve- en stralingsverliezen bij het liggen tegen hokgenoten.

Het "lig-effect" op stro (ca  $3^{\circ}\text{C}$  in de nacht) is daarom veel groter.

De verlaging van de ondergrens van de comfortzone als gevolg van een **lichaamstemperatuurverlaging** met  $0,5^{\circ}\text{C}$  is nagenoeg evenredig ( $0,6-0,7^{\circ}\text{C}$ ).

**Drinkwater** zal bij opname door het dier relatief snel op lichaamstemperatuur gebracht worden. De hoeveelheid energie, die daarvoor aangewend moet worden, is relatief groot.

Bijvoorbeeld een dier van 50 kg, dat 4,6 liter water over een periode van 16 uur van  $10$  tot  $39^{\circ}\text{C}$  zal opwarmen heeft hiervoor gemiddeld  $9,7$  J/s nodig; dat is 8,5% van de voelbare warmteproductie.

Gezien de relatief grote invloed van het drinkwater op de warmtebalans van het dier en daarmee ook op de grenzen van de comfortzone is het aan te bevelen het drinkwater als wezenlijke parameter te beschouwen bij studies op het gebied van huisvesting- en klimaat, voeding, gezondheid, welzijn, beperking warmtestress etc.

Dit is niet alleen bij varkens maar waarschijnlijk ook bij andere diersoorten het geval.

**Literatuur**

- 1 L.E. Mount, The concept of thermoneutrality. Heat loss from animal and men. Eds. Monteith and Mount, Butterworths, London (1974)
- 2 P. Sterrenburg en E.N.J. van Ouwkerk. Rekenmodel van de thermische behaaglijkheidszone van varkens (BEZOVA). IMAG-rapport 78, Wageningen (1986)
- 3 M.W.A. Verstegen, W. van der Hel, R. Duijghuisen en R. Geers, Diurnal variation in the thermal demand of growing pigs. J. therm. Biol. 11, No. 2, pp 131-135 (1986)
- 4 Consulentenschap in Algemene dienst voor Varkenshouderij. Handboek voor de varkenshouderij. 4e druk, Utrecht 1985
- 5 H.-J. Schrenk und D. Marx. Der Aktivitätsrhythmus von Ferkeln und seine Beeinflussung durch Licht und Futtergabe. Berl. MÜnsch. Tieraerztl. Wschr. 95, 10-14 (1982)