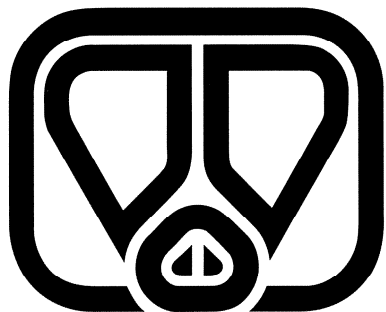


ing. G.M. den Brok
ing. M.G.M. Vrielink
ing. M.P. Beurskens
ir. C.E.P. van Brakel

Ammoniakemissie en kosten van een aantal huisvestingssystemen

*Ammonia emission and
costs of a few housing
systems*



Praktijkonderzoek Varkenshouderij

Locaties:

- Proefstation voor de Varkenshouderij Rosmalen
- Varkensproefbedrijf "Noord-en Oost-Nederland" Raalte
- Varkensproefbedrijf "Zuid-en West-Nederland" Sterksel

Proefverslag nummer P 1.169
februari 1997
ISSN 0922 - 8586

INHOUDSOPGAVE

	SAMENVATTING	4
	SUMMARY	6
1	INLEIDING	8
2	MATERIAAL EN METHODEN	9
2.1	Kraamzeugen	9
2'1.1	Beschrijving afdelingen	9
2.1.2	Klimaat	10
2.1.3	Voeding en drinkwaterverstrekking	11
2.1.4	Verzameling en verwerking van de gegevens	11
2.2	Gespeende biggen	12
2.2.1	Beschrijving afdelingen	12
2.2.2	Oplegstrategie	15
2.2.3	Klimaat	15
2.2.4	Voeding en drinkwaterverstrekking	15
2.2.5	Verzameling en verwerking van de gegevens	15
2.3	Vleesvarkens	16
2'3.1	Beschrijving afdeling	16
2'3.2	Oplegstrategie	18
2'3.3	Klimaat	18
2'3.4	Voeding en drinkwaterverstrekking	18
2'3.5	Verzameling en verwerking van de gegevens	18
3	RESULTATEN	19
3.1	Kraamzeugen	19
3'1.1	Ammoniakemissie	19
3'1.2	Bevuiling schuine plaat	19
3'1.3	Bevuiling waterkanaal (water-/mestkanaal)	20
3'1.4	Vloeistofniveau in waterkanaal	20
3'1.5	Watertemperatuur en waterverbruik (mestkoeling)	20
3.1.6	Mest- en luchttemperatuur	21
3.2	Gespeende biggen	21
3'2.1	Ammoniakemissie	21
3'2.2	Uitval	22
3.2.3	Hokbevuiling	22
3.2.4	Mestkoeling	23
3.3	Vleesvarkens	24
3'3.1	Ammoniumgehalte in mest	24
4	ECONOMISCHE EVALUATIE	25
4.1	Uitgangspunten	25
4.2	Kraamzeugen	25
4.3	Gespeende biggen	26
4.4	Vleesvarkens	27

5	DISCUSSIE	28
5.1	Kraamzeugen	28
5.2	Gespeende biggen	29
5.3	Vleesvarkens	30
5.4	Betekenis voor de praktijk	30
6	CONCLUSIES	32
	LITERATUUR	33
	BIJLAGEN	34
	REEDS EERDER VERSCHENEN PROEFVERSLAGEN	48

SAMENVATTING

De overheid heeft in 1993 in samenwerking met het land bouwbedrijfsleven het convenant Groen Label afgesloten. Doel van dit convenant is het bevorderen van de ontwikkeling van emissie-arme stalsystemen en de introductie daarvan in de praktijk. De introductie van een bepaald emissie-arm systeem is mede afhankelijk van de betrouwbaarheid en met name ook van de investerings- en exploitatiekosten. Het huidige milieu-onderzoek richt zich voornamelijk op de ontwikkeling van eenvoudige en goedkope technieken. Te denken valt aan een combinatie van maatregelen, zoals aanpassing van huisvesting, klimatisering, voeding en/of uitmestsystemen.

Het Praktijkonderzoek Varkenshouderij heeft bij kraamzeugen, gespeende biggen en vleesvarkens onderzoek uitgevoerd naar het effect van bepaalde combinaties van maatregelen op de ammoniakemissie. Daarbij is gestreefd naar zo laag mogelijke kosten. In het onderzoek zijn de volgende systemen onderzocht:

- Kraamzeugen

(Varkensproefbedrijf te Sterksel).

Twee afdelingen met volledig rooster en een smal mestkanaal aan de achterzijde van het hok. In één afdeling is dit mestkanaal gecombineerd met een hellende plaat aan de voorzijde, in de tweede afdeling met een waterkanaal. In een derde afdeling met volledig rooster is het mestkanaal voorzien van een R&R-koeldeksysteem.

- Gespeende biggen

(Varkensproefbedrijf te Raalte).

Naast een referentie-afdeling met 0,15m² dichte bolle vloer per biggenplaats, toepassing van metalen driekantroosters en kunststof bakken van 40 cm diepte onder de roosters, zijn nog drie min of meer vergelijkbare afdelingen onderzocht. Eén afdeling was onder het grote rooster voorzien van een schuine putwand in plaats van een kunststof bak. Een andere afdeling was, bij gelijkblijvend hokoppervlak per dier, voorzien van 0,17m² dichte vloer per big. Bij de laatste afdeling was de kunststof bak onder het grote rooster voorzien van een overloopsysteem en slangen ten

behoefte van mestkoeling met behulp van grondwater.

- Vleesvarkens

(Proefstation voor de Varkenshouderij).

Uit eerder onderzoek is bij een geoptimaliseerde afdeling voor vleesvarkens een ammoniakemissie gemeten van 1,8 kg per dierplaats per jaar (Ter Elst en Den Brok, 1996), een verlaging van bijna 30% ten opzichte van de norm van 2,5 kg per dierplaats per jaar. Naast een bolle vloer werden metalen driekantroosters en een mestspleet tegen de achterwand van het hok toegepast. In dit onderzoek wordt getracht om met deze hokuitvoering de Groen Label-norm te bereiken door opsplitsing van het brede mestkanaal in een water- en mestkanaal en aanpassing van de hokafscheiding.

De categorie dragende zeugen is in dit onderzoek buiten beschouwing gelaten, omdat uit eerder onderzoek is gebleken dat door eenvoudige maatregelen in huisvesting de ammoniakemissie reeds wordt verlaagd tot onder de Groen Label-norm van 2,5 kg (Voermans en Hendriks, 1996).

De belangrijkste conclusies van het onderzoek zijn:

Kraamzeugen

De gemiddelde ammoniakemissie vanuit een kraamafdeling met een combinatie van een hellende plaat en een smal mestkanaal (onder de zeugenbox 60 cm breed en daarbuiten 25 cm breed) is 4,6 kg per dierplaats per jaar. De extra jaarkosten ten opzichte van een traditionele uitvoering bedragen f 34,51 per kraamhok. Uitgaande van de emissiewaarde van 4,6 kg per dierplaats per jaar ten opzichte van de standaardnorm, bedragen de extra jaarkosten f 9,33 per kg ammoniakreductie.

De gemiddelde ammoniakemissie vanuit een kraamafdeling met een combinatie van een mest- en waterkanaal is 4,0 kg per dierplaats per jaar. De extra jaarkosten ten opzichte van een traditionele uitvoering zijn f 24,10 per kraamhok, ofwel f 5,60 per kg ammoniakreductie.

De gemiddelde ammoniakemissie vanuit een volledig onderkelderde kraamafdeling met mestkoeling bedraagt 2,4 kg per dierplaats per jaar, bij een gemiddelde mesttemperatuur van 14,0°C. De extra jaarkosten ten opzichte van een traditionele uitvoering zijn f 90,68 per kraamhok. Uitgaande van een emissiewaarde van 2,4 kg ten opzichte van de 8,3 kg per dierplaats per jaar bij een traditionele kraamstal, bedragen de extra jaarkosten minstens f 15,37 per kg ammoniakreductie.

Gespeende biggen

De gemiddelde ammoniakemissie in de referentie-afdeling voor biggenopfok bedraagt gedurende vier ronden 285 g per dierplaats per jaar. Ten opzichte van een traditionele hokuitvoering met een volledig metalen roostervloer en diepe onderkeldering bedragen de extra jaarkosten f 2,76 per biggenplaats. In de biggenopfokafdeling met een schuine wand in het brede mestkanaal is de gemiddelde ammoniakemissie van drie opeenvolgende ronden 330 g per dierplaats per jaar. De extra jaarkosten ten opzichte van een traditionele uitvoering bedragen f 3,36 per biggenplaats.

De gemiddelde ammoniakemissie in de biggenopfokafdeling met 0,17 m² dichte vloer per dier, bedraagt gedurende vier ronden 270 g per dierplaats per jaar. De extra jaar-

kosten van f 2,54 per biggenplaats zijn vergelijkbaar met de extra kosten van de referentie-afdeling. De toename van de hoeveelheid dichte vloer per big leidt niet tot meer hokbevuiling.

In de biggenopfokafdeling waarbij de kunststof bak onder het grote rooster is voorzien van een eenvoudig mestkoelsysteem, bedraagt de ammoniakemissie gedurende vier ronden gemiddeld 240 g per dierplaats per jaar. Ten opzichte van een traditionele hokuitvoering zijn de extra jaarkosten, inclusief energiekosten, f 8,47 per biggenplaats.

Vleesvarkens

Door opsplitsing van het brede mestkanaal van een vleesvarkensafdeling in een water- en mestkanaal, wordt in de eerste maand na opleg een tijdelijke verlaging van de ammoniumconcentratie in het waterkanaal bewerkstelligd. De ammoniakemissie wordt daarvoor tijdelijk verlaagd. Door een relatief lage ammoniakemissie in het begin van de mestperiode zal het effect op de totale ammoniakemissie echter beperkt blijven.

De extra investerings- en jaarkosten voor de aangepaste vleesvarkensstal bedragen respectievelijk f 58,40 en f 10,77 per dierplaats. Aanvullende maatregelen om de Groen Label-norm te bereiken zullen leiden tot een verdere toename van de kosten.

SUMMARY

In 1993 the Dutch Government introduced regulations to encourage the development and implementation of low ammonia emission techniques, the so-called Green Label systems. A system is given a Green Label certificate if the emission level is lower than a specific threshold (40 - 60% reduction compared with the emission level of traditional systems). Farmers investing in a Green Label system are given a special depreciation rate (lower level) of income tax and the guarantee that new governmental regulations will not require them to rebuild their barn within 15 years. The implementation of a new technique on a practical scale is dependent on the reliability of the system and on the investment costs and annual costs. In the Netherlands much current environmental research is based on the development of simple, reliable and cheap Green Label systems.

At the Research Institute for Pig Husbandry in the Netherlands research has been conducted to determine the effect of (a combination of) low emission techniques on the total ammonia emission in four categories of pigs: farrowing sows, weaned piglets and grower/finishing pigs. The investment costs and annual costs were kept as low as possible.

Farrowing sows

Two rooms with a fully slatted floor and a small manure canal at the back were tested; in one room the manure canal under the slatted floor was combined with a sloping plate in front and in the second room the manure canal was combined with a water canal. In a third room, the pit was provided with a laminated cooling system, floating in the top layer of the manure.

The average ammonia emission in the room with the combination of a sloping plate and a small manure canal was 4.6 kg per sow place per year. The extra annual costs were Dfl 34.51 per farrowing place, or Dfl 9.33 per kg reduction in ammonia emission.

The average ammonia emission in the room with the combination of a water and manure canal was 4.0 kg per sow place per year,

equal to the standard for Green Label (the standard for a traditional system is 8.3 kg per place per year). The extra annual costs were Dfl 24.10 per farrowing place, or Dfl 5.60 per kg reduction in ammonia emission.

The average ammonia emission in the room with the manure cooling system was 2.4 kg per sow place per year. The average manure temperature was 14.0°C. The extra annual costs per farrowing place were Dfl 90.68, or Dfl 15.37 per kg reduction in ammonia emission.

Weaned piglets

The research was conducted in a room with 0.15 m² solid floor per pig, metal try-bar slats and a plastic tray, hanging between the pit walls (reference), and in three other, almost similar rooms. In one of these rooms the deep manure pit at the back of the pen was provided with a sloped wall to lower the total manure surface area. Another room was provided with a larger surface area per pig place; 0.17 instead of 0.15 m². In the last room the plastic tray in the manure pit at the back of the pen was provided with an overflow system in combination with a cooling system (using ground water).

In the reference room the average ammonia emission was 285 gr per place per year (standard for Green Label is 300 gr per place per year). The extra annual costs, compared to a traditional room with fully slatted floors and deep pits, were Dfl 2.76 per pig place.

In the room with a sloped pit wall, the average ammonia emission was 330 gr per place per year, higher than the Green Label standard. The extra annual costs were Dfl 3.36 per pig place.

The average ammonia emission in the room with a larger solid floor was 270 gr per place per year. The extra annual costs were Dfl 2.54 per pig place, comparable with the extra costs of the reference room. The larger area of solid floor did not result in more pen fouling.

The room with the cooling system showed

the best results for ammonia emission; 240 gr per place per year. However the extra annual costs were Dfl 8.47 per pig place.

Grower/finishing pigs

Research in a room for fattening pigs with an optimal pen design (tiled convex floor, metal try-bar slats and a slit of 10 cm for a better manure throughput) resulted in a reduction in ammonia emission of almost 30%, compared to the standard norm of 2.5 kg per place per year (Ter Elst en Den Brok, 1996). Extra measures were necessary to reduce the emission under the Green Label norm of 2.5 kg per place per year. In this study we attempted to achieve more reduction by combi-

ning the water- and manure canals under the slatted floor at the back of the pen and by changing the fences between two pens. The result was that the ammonium concentration in the "water" canal was only lower in the first month of the fattening period. The ammonia emission will possibly only be reduced during this period. The ammonia emission is normally low in the beginning of a fattening period. The effect of the combination of a water and manure canal on the total ammonia emission during the fattening period is expected to be very low. The extra investments and annual costs were Dfl 58.40 and Dfl 10.77 respectively. Extra measures to achieve the Green Label standard will lead to higher costs.

1 INLEIDING

Om de totale ammoniakemissie uit de Nederlandse veehouderij in het jaar 2005 met 70% terug te dringen ten opzichte van het jaar 1980, zal een belangrijk deel van de emissiereductie gehaald moeten worden uit stallen en mestopslagen in de varkenshouderij. De afgelopen jaren zijn door intensief onderzoek al diverse emissie-arme stalsystemen ontwikkeld. De introductie in de praktijk verloopt over het algemeen echter traag. Oorzaken zijn de hoge investerings- en/of exploitatiekosten, terwijl de opbrengstprijzen de afgelopen jaren erg laag geweest zijn. Bij een aantal systemen is ook de storingsgevoeligheid groot.

In 1993 is door de overheid en het landbouwbedrijfsleven het convenant Groen Label afgesloten, om de ontwikkeling van emissie-arme stalsystemen en de introductie daarvan in de praktijk te bevorderen. Een stalsysteem kan een Groen Label-certificaat verkrijgen als de ammoniakemissie (gemeten volgens het Groen Label-protocol) beneden een vastgestelde drempelwaarde ligt. Naast de zekerheid van een erkend emissie-arm systeem en bepaalde subsidiemogelijkheden, is een veehouder die investeert in een Groen Label-stal 15 jaar vrijgesteld van extra milieu-investeringen.

In het milieu-onderzoek is het accent verlegd van dure ingrijpende technieken naar een combinatie van eenvoudige en goedkopere technieken. Hierbij kan gedacht worden aan maatregelen in put-, hok- en roosteruitvoering, klimatisering en voeding. Dit onderzoeksrapport beschrijft onderzoek naar een aantal eenvoudige en perspectiefvolle technieken voor emissie-arme huisvesting. Een van de eenvoudigste en goedkoopste manieren om de ammoniakuitstoot te beperken is verkleining van het emitterend mestoppervlak. De meeste in dit onderzoek toegepaste systemen gaan uit van deze techniek.

Het doel van dit onderzoek was om de ammoniakemissie van een aantal verwachtingsvolle systemen bij drie diercategorieën in de varkenshouderij (kraamzeugen, gespeende biggen en vleesvarkens) vast te

stellen en de kosten van deze systemen te berekenen.

Bij aanvang van dit onderzoek was voor de categorie dragende zeugen al een afdeling met voerligboxen en aangepaste put- en vloeruitvoering onderzocht. Tegen geringe extra kosten werd de ammoniakemissie hier verlaagd tot onder de Groen Label-norm van 2,5 kg per zeugenplaats per jaar (zie bijlage 1). De resultaten van dit onderzoek zijn beschreven door Voermans en Hendriks (1996). Inmiddels is een Groen Label aan dit systeem toegekend (Groen Labelnummer BB 9502.027). De emissiewaarde is daarbij vastgesteld op 2,4 kg NH₃ per dierplaats per jaar (zie bijlage 1). De extra investerings- en jaarkosten ten opzichte van een traditionele hokuitvoering bedragen respectievelijk f 109,80 en f 16,50 per zeugenplaats. De categorie dragende zeugen zal in dit verslag verder buiten beschouwing gelaten worden.

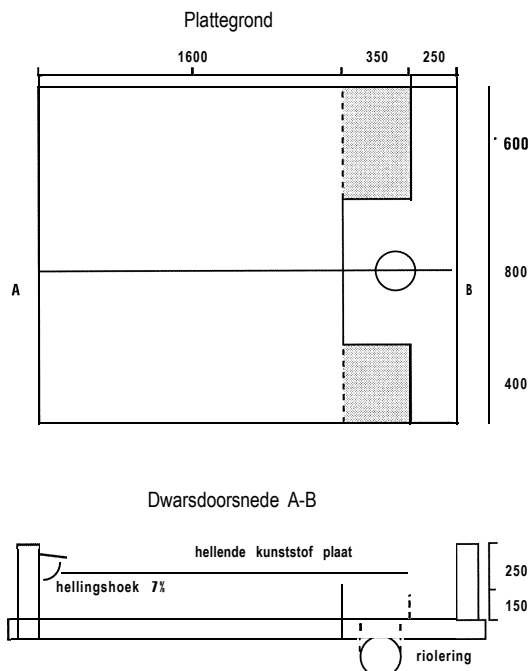
Ook voor de categorie gespeende biggen is door optimalisatie van de hokuitvoering (bolle betegelde vloer, metalen roosters, mestspleet en riolering) reeds een goedkoop Groen Label-systeem beschikbaar (Groen Labelnummer BB 96.03.033). Niettemin kunnen de kosten in verbouwsituaties met diepe kelders oplopen. Daarom zijn alsnog een aantal varianten op dit systeem onderzocht, welke vooral bij bestaande diepe kelders toegepast kunnen worden. Met uitzondering van de categorie dragende zeugen is per diercategorie vooraf bepaald welke combinaties van maatregelen toegepast zouden worden en op welke locatie het onderzoek zou plaatsvinden.

- Op het Varkensproefbedrijf in Sterksel is onderzoek uitgevoerd in drie afdelingen voor kraamzeugen.
- Op het Varkensproefbedrijf in Raalte is onderzoek uitgevoerd in vier afdelingen voor gespeende biggen,
- Op het Proefstation voor de Varkenshouderij in Rosmalen is onderzoek uitgevoerd in een aangepaste afdeling voor vleesvarkens.

2 MATERIAAL EN METHODE

2.1 Kraamzeugen

In de kraamhokken bestond het gehele vloeroppervlak uit roosters, met uitzondering van een dicht vloerelement onder de voorzijde van de zeug en een dicht vloerelement dat diende als biggennest. In totaal was 35% van het hokoppervlak dicht. De ligplaats van de zeug was 3 à 4 cm hoger dan de rest van de vloer. In de afdeling werden verschillende typen roosters toegepast: metalen driekantrorsters, zachte en harde kunststofroosters. Elke afdeling bestond uit twee rijen van vijf of zes kraamhokken. De zeugen stonden recht opgesteld met de kop naar de muur. Elk kraamhok was 1,80 m breed en 2,20 m diep. De put was 0,40 - 0,50 m diep en voorzien van riolering, met onder elke zeug een afvoerpunt. Het onderzoek vond plaats in de periode van juli 1995 tot en met januari 1996.



Figuur 1: Kraamafdeling voorzien van een hellende plaat in combinatie met smal mestkanaal.

2.1.1 Beschrijving afdelingen

Afdeling met onder de roosters een schuine plaat in combinatie met een smal mestkanaal

Wanneer de zeug in een box is gehuisvest staat het mestpatroon vast. Ook komt het grootste deel van de biggenmest achter in het kraamhok terecht. Aan de achterzijde van de kraamhokken in de proefafdeling is daarom een smal mestkanaal van 60 cm breed aangebracht. De maximale mesthoogte in dit kanaal is 15 cm. Het voorste deel van de ruimte onder de roostervloer is voorzien van een kunststof plaat, hellend (7%) uitgevoerd richting het mestkanaal. Hierdoor is een forse reductie van het mestoppervlak te bereiken. De bevuilding van de schuine plaat is voornamelijk het gevolg van voer- en drinkwatervermorsing. Bevuilding met mest is beperkt, urine loopt direct van de plaat in het smalle mestkanaal. Met deze putuitvoering is in onderzoek van Hendriks et al. (1995) een gemiddelde ammoniak-emissie behaald van 4,42 kg per dierplaats per jaar, een reductie van 49% ten opzichte van de traditionele uitvoering. De eenvoud van het systeem en de geringe extra investeringskosten waren redenen om het systeem in dit onderzoek verder aan te passen, met als doel alsnog de Groen Label-norm te bereiken.

Het mestoppervlak is in vergelijking met het onderzoek van Hendriks et al. (1995) verder verkleind door aan beide zijden van de zeugenbox de schuine plaat te verlengen. Hierdoor ontstaat een mestkanaal dat onder de box 60 cm breed blijft, maar daarbuiten slechts 25 cm breed is. In figuur 1 is de putuitvoering schematisch weergegeven. De gearceerde gedeelten onder de stippellijn geven de aanpassingen van de schuine plaat weer ten opzichte van het onderzoek van Hendriks et al. (1995).

Afdeling met smal mestkanaal in combinatie met waterkanaal

De put onder de roosters was door middel van een extra muurtje gescheiden in een smal mestkanaal achterin (70 cm breed onder de zeugenbox en voor de rest 30 cm breed) en een breed kanaal voorin (figuur 2). Het brede kanaal werd tijdens reiniging

van de afdeling gevuld met een laagje reinigingswater. Na reiniging werd de hoeveelheid water aangevuld tot een niveau van ongeveer 5 cm. Bepaling van het vloeistofniveau vond daarbij plaats met een meetlat (door de roostervloer).

De mest in het smalle kanaal werd via de riolering afgelaten, zodra een mestniveau van circa 30 - 40 cm was bereikt. Aan het einde van de kraamperiode werd door het openen van twee afsluiters in het scheidingsmuurtje de vloeistof uit het waterkanaal via de riolering van het mestkanaal afgelaten.

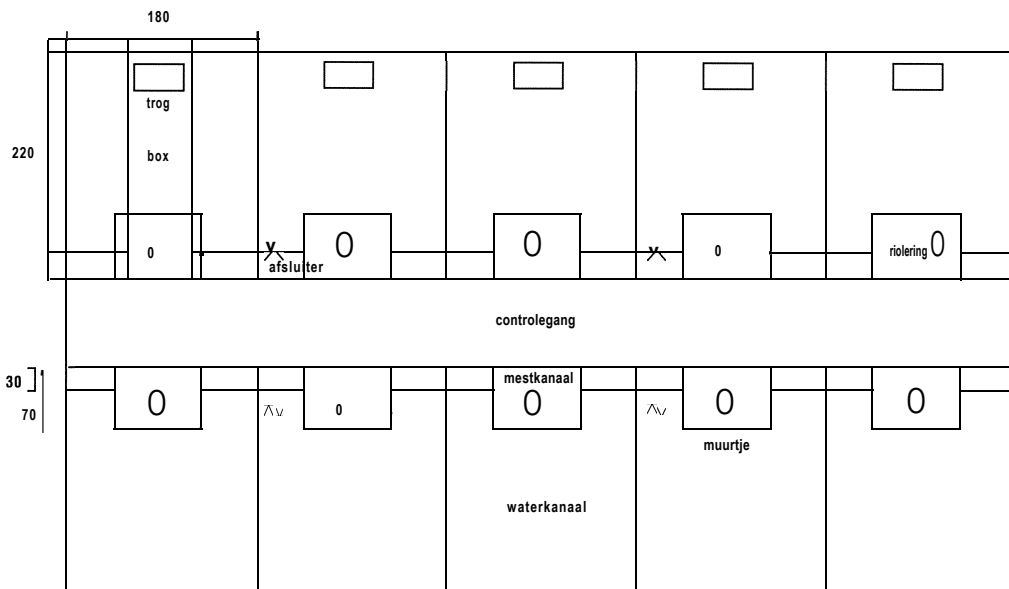
Afdeling met mestkoeling

In een kraamafdeling met twee rijen van zes kraamhokken werd het mestkoeldekstelsysteem van R&R toegepast. De hokken in deze afdeling waren per rij geheel onderkelderd (50 cm diep) en voorzien van een rioleringsstelsysteem. In elk mestkanaal waren evenwijdig aan de controlegang twaalf lamellen aangebracht van 14 cm breed, op een onderlinge afstand van 15 - 20 cm (figuur 3). Het koeloppervlak, gedefinieerd als de som van de oppervlakte van beide zijden van de koelelementen, bedroeg ten opzichte van het mestkelderoppervlak ongeveer 150%.

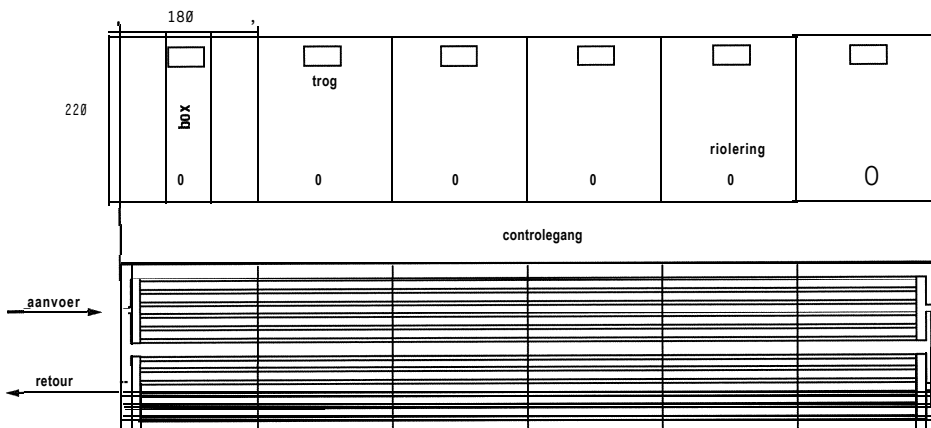
Door de lamellen werd grondwater gepompt afkomstig uit een waterbron van ongeveer 30 meter diepte. Door middel van een besturingssysteem kon de hoeveelheid en de temperatuur van het water geregeld worden. Het opgepompte water (circa 10 - 12°C) kon daardoor, afhankelijk van de gewenste mesttemperatuur in het circuit, gecirculeerd worden. Het retourwater werd via een andere bron weer in de grond teruggebracht. De lamellen dreven in de bovenlaag van de mestvloeistof en waren aan de onderzijde voorzien van steuntjes van ongeveer 5 cm hoog, zodat bij het afdelen van de mest de mest onder de lamellen door naar de afvoerpunten kon stromen. Tijdens de proefperiode werd bij een volle mestkelder slechts 10 - 15 cm afgelaten, zodat de lamellen steeds volledig in de mest bleven drijven.

2.1.2 Klimaat

In alle drie de afdelingen werd de verse lucht vanuit de centrale gang via een ventilatieplafond (damwand in combinatie met mineraalwol) aangevoerd. De ventilatielucht werd afgevoerd via een ventilator (diameter 35 cm) boven de controlegang achter in de



Figuur 2: Kraamafdeling met smal mestkanaal in combinatie met waterkanaal.



Figuur 3: Mestkoeldekstelsysteem in een kraamafdeling met volledige onderkeldering.

afdeling. Indien nodig werd de lucht in de centrale gang voorverwarmd tot 5°C en in de afdeling via kasbuizen onder het ventilatieplafond naverwarmd tot de gewenste temperatuur. Rond de geboorte van de biggen werd een afdelingstemperatuur nagestreefd van 22°C. Na de geboorte van de laatste toom werd een afdelingstemperatuur van 20°C nagestreefd. De band breedte bedroeg 5°C en de thermoneutrale zone 2°C. De minimaal en maximaal ingestelde ventilatiecapaciteit was respectievelijk 50 en 250 m³ per zeug per uur.

2.1.3 Voeding en drinkwaterstrekking

De zeugen werden twee keer per dag gevoerd met lacto-zeugenvoer (EW = 1,03, ruw eiwit = 162 g/kg). Op de dag van werpen kregen de zeugen 0,4 kg voer verstrekt. Vervolgens steeg de hoeveelheid binnen zeven dagen tot 6,6 kg voor zeugen met een toomgrootte van minder dan 10 biggen en tot 7 kg voor zeugen met een toomgrootte van 10 biggen of meer. Bij eersteworpszeugen was dit respectievelijk maximaal 5,7 en 6 kg. De biggen kregen vanaf 14 dagen tot een leeftijd van 18 dagen een melkkorrel (EW = 1,29). Vanaf 18 dagen leeftijd werden de biggen overgeschakeld op een speenkruimel (EW = 1,14, ruw eiwit = 167 g/kg). Drinkwater stond zowel voor de zeug als voor de biggen onbepaald ter beschikking via drinknippels.

2.1.4 Verzameling en verwerking van de gegevens

Ammoniakemissie

De ammoniakconcentratie werd in de afdelingen gemeten met behulp van een NO_x-analyser. De metingen vonden plaats volgens het meetprotocol van het Praktijkonderzoek voor de Varkenshouderij (Van 't Klooster et al., 1992). Het ventilatiedebiet werd vastgelegd met behulp van een meetventilator. Voor een goede registratie zijn zowel de meetventilator als de ventilatiekoker geijkt. Bij de verwerking van de meetgegevens zijn de temperatuur, de ammoniakconcentratie en het ventilatiedebiet uitvoerig gecontroleerd alvorens de ammoniakemissie hieruit berekend werd. Incidentele, onverklaarbare uitschieters zijn verwijderd. Bij minder dan vijf waarnemingen per dag zijn de gegevens buiten beschouwing gelaten. De ammoniakemissie per ronde is uitgedrukt in kg NH₃ per dierplaats per jaar, waarbij rekening is gehouden met een bezettingsgraad van 90% en is gecorrigeerd voor de ammoniakconcentratie van de buitenlucht.

Bevuiling schuine plaat

Een keer per week werd in hok 3, 4, 7 en 8 de bevuiling van de schuine plaat beoordeeld. Daarbij is onderscheid gemaakt tussen bevuiling met mest en bevuiling door voervermorsing. Bevulling met mest is aangegeven door score 0 (= schoon) tot en met

4 (= ernstig bevuild), bevuiling door voervermorsing door een score A (= schoon) tot en met D (= ernstig bevuild).

Hoeveelheid en samenstelling water

Twee keer per week is in de afdeling met het gecombineerde water- en mestkanaal het vloeistofniveau in het waterkanaal gemeten. Daarnaast is tussen eind september en begin december 1995 in totaal vijf keer onder kraamhok 3, 4, 7 en 8 een monster uit het waterkanaal genomen. Van deze monsters werd één mengmonster genomen en opgestuurd naar het laboratorium van IMAG-DLO voor analyse op het gehalte aan $\text{NH}_4\text{-N}$ (ammonium).

Temperatuur

In twee hokken van de afdeling met mestkoeling werd gedurende de proefperiode twee keer per week de mesttemperatuur tussen de lamellen en de luchttemperatuur op 10 cm boven de rooster vastgelegd door middel van een digitale temperatuurmeter. De kraamafdeling met het gecombineerde mest- en waterkanaal diende als referentie. De minimale en maximale temperatuur van het water is dagelijks geregistreerd aan de hand van temperatuurmeters in de aan- en afvoerleiding. De benodigde hoeveelheid koelwater is gedurende twee kraamronden

gemeten met behulp van een watermeter in de aanvoerleiding.

Overige waarnemingen

In het logboek werden daarnaast alle bijzonderheden vastgelegd die van invloed zouden kunnen zijn op de proef, zoals bijvoorbeeld de bevuiling van het waterkanaal met mest en eventuele mestophoping op het scheidingsmuurtje tussen water- en mestkanaal. De bevuiling van de bovenzijde van het scheidingsmuurtje werd vastgelegd door middel van een score van 0 (schoon, droog) tot 4 (volledig nat en bevuild). Storingen aan het koeldeksysteem, eventueel afwijkend liggedrag en extra hokbevuiling in beide afdelingen als gevolg van diarree werden vastgelegd.

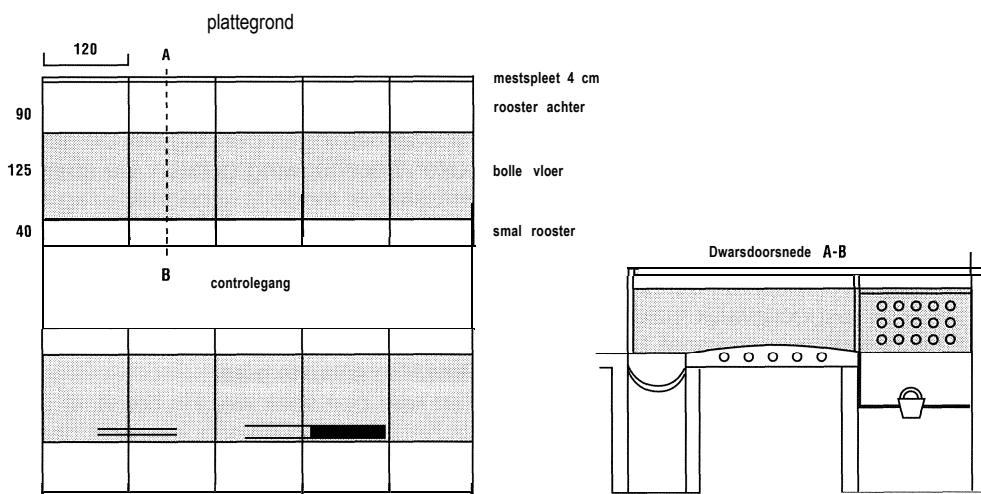
2.2 Gespeende biggen

2.2.1 Beschrijving afdelingen

Het onderzoek vond plaats in vier afdelingen voor gespeende biggen. Per afdeling volgt een beschrijving. Een dwarsdoorsnede van elke afdeling is aangegeven in de figuren 4 tot en met 7.

Afdeling 1; referentie

De referentie-afdeling had aan beide zijden van de voergang vijf hokken van 1,2 m



Figuur 4: Dwarsdoorsnede van de biggenopfokafdeling (referentie).

breed en 2,55 m diep. Per hok waren tien dieren gehuisvest. Per big was 0,15 m² dichte vloer aanwezig bij een totaal vloeroppervlak van 0,3 m² per dier. Vanaf de voergang was er eerst een smalle roostervloer van 0,4 m breed, vervolgens een dichte bolle vloer van 1,25 m en achter in het hok een grote roostervloer van 0,90 m breed, inclusief een mestspleet van 4 cm (figuur 4). Het gehele roosteroppervlak bestond uit metalen driekantroosters met een balk- en spleetbreedte van 1 cm. De hokafscheiding was volledig van kunststof platen. Het gedeelte boven de brede roostervloer was voorzien van ronde gaten om het mestgedrag ter plekke te stimuleren. Onder het smalle rooster gedeelte was een PVC-goot tegen de wanden van de bestaande diepe mestput bevestigd. Onder het brede rooster gedeelte was op dezelfde manier een kunststof bak met een vlakke bodem bevestigd. Zowel de goot als de bak van elk circa 40 cm diep waren voorzien van één afvoerstop. Na afloop, of indien nodig tijdens de opfokronde, werd de mest afgelaten in de diepe mestkelder eronder. Door toepassing van de kunststof goot en bak zou naast het voordeel van een frequente mestverwijdering de bestaande mestopslag behouden kunnen blijven. Na het reinigen van de afdeling bleef een

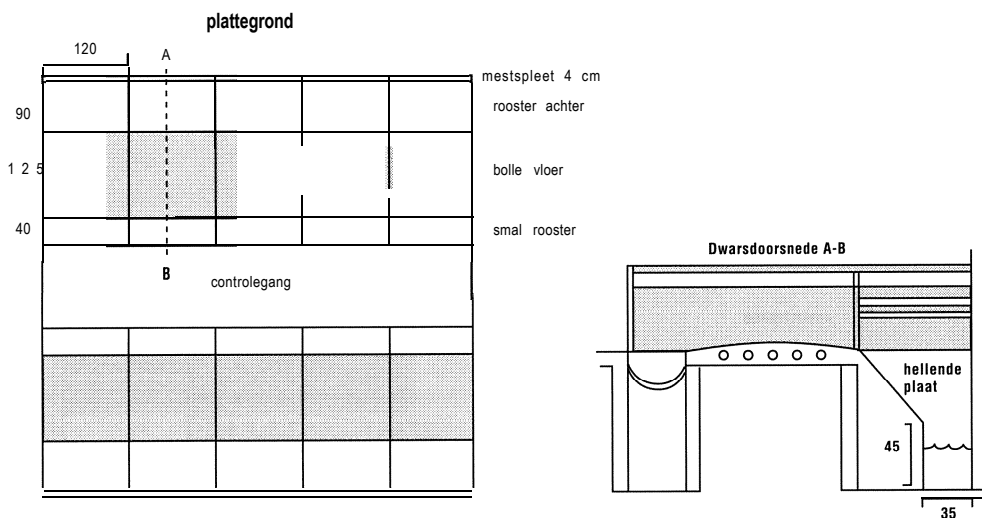
hoeveelheid schoonmaakwater achter (3 - 4 cm) in zowel de goot als de kunststof bak. Naar verwachting komt 90 - 95% van de mest achter in het hok terecht. De ammoniakconcentratie van de vloeistof in de goot zal daardoor laag blijven.

Afdeling 2; schuine wand in brede mestkanaal

Deze afdeling was hetzelfde uitgevoerd als afdeling 1, met uitzondering van het brede mestkanaal en de hokafscheiding. Het brede mestkanaal was hier 95 cm diep en aan de zijde van de bolle vloer uitgevoerd met een gedeeltelijk schuine wand met een hellingshoek van 60°. Hierdoor bleef een smal mestkanaal over van 35 cm breed en 45 cm diep. Door regelmatig mest af te laten (via één afvoerpunt naar een centrale mestopslag) kwam de mest niet boven het niveau van 45 cm. Het mestoppervlak in het brede mestkanaal werd op deze manier met 41% verkleind. De hokafscheiding was boven het smalle rooster en de bolle vloer dicht uitgevoerd en boven het grote rooster gedeeltelijk open (figuur 5).

Afdeling 3; vergroting oppervlakte dichte vloer

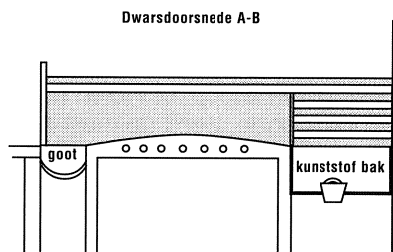
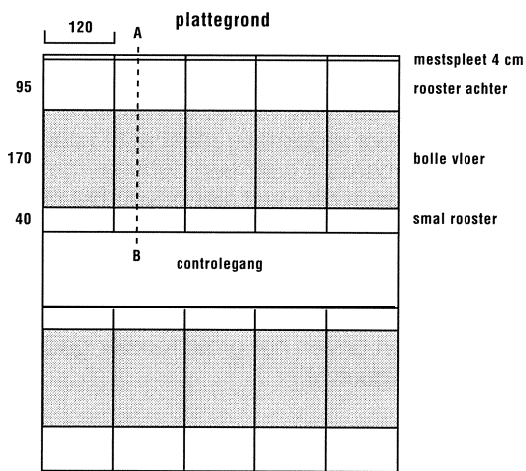
Deze afdeling had een controlegang in het midden, met aan beide zijden vijf hokken



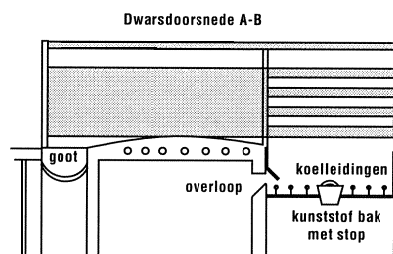
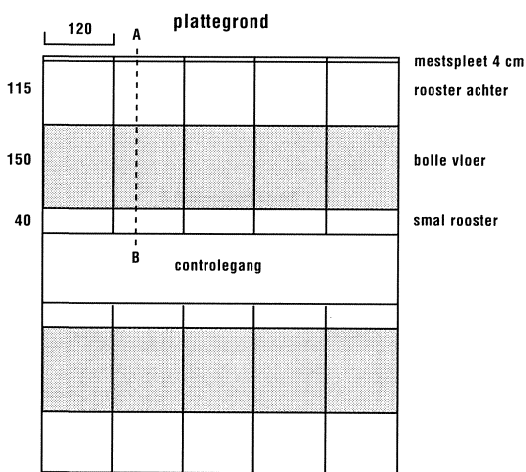
Figuur 5: Dwarsdoorsnede van de biggenopfokafdeling met een schuine wand in het brede mestkanaal.

van 1,2 m breed en 3,05 m diep. Vanaf de voergang gezien waren de hokken (voor twaalf dieren) als volgt uitgevoerd: een smal roostergedeelte van 0,4 m, een bolle betonvloer van 1,7 m en vervolgens een grote roostervloer van 0,95 m, inclusief een mestpleet van 4 cm (figuur 6). De uitvoering van de roostervloer en de hokafscheiding was verder identiek aan die van de andere afdelingen.

Het totale vloeroppervlak per dier was 0,3 m², waarvan 0,17 m² bestond uit dichte vloer. Door vergroting van het dichte vloeroppervlak van 0,15 naar 0,17 m² per big werd het totale mestoppervlak in de mestkelder verkleind. Vermindering van het mestoppervlak betekent een verlaging van de ammoniakemissie, mits de bevuiling van de dichte vloer niet toeneemt.



Figuur 6: Dwarsdoorsnede van de biggenopfokafdeling met 0,17 m² dichte vloer per big



Figuur 7: Dwarsdoorsnede van de biggenopfokafdeling met mestkoeling.

Afdeling 4; koeling van mest

De hokafmetingen waren hetzelfde als in afdeling 3. De bolle vloer was echter 1,5 m lang en het grote rooster was 1,15 m, inclusief de mestspleet. De kunststof bak onder het grote rooster was op twee plaatsen op een hoogte 10 cm voorzien van een overloop (circa 25 cm breed). Zodoende bleef er steeds maximaal 10 cm mest in de bak aanwezig. In de bak waren verder polyethyleen leidingen aangebracht op een hoogte van 7 cm en op een onderlinge afstand van ongeveer 15 cm (figuur 7). Door de leidingen werd grondwater gepompt met een temperatuur van 10 - 12°C. Op deze manier werd continu een beperkte hoeveelheid mest (de top laag) gekoeld.

2.2.2 Oplegstrategie

Voor het onderzoek zijn biggen gebruikt van het kruisingsstype $GY_z \times NL$ en GY , x ($GY_z \times NL$). De biggen werden gemengd opgelegd volgens het Groen Label-protocol (Anonymus, 1996), op een gewicht tussen 8 en 13 kg.

2.2.3 Klimaat

In alle afdelingen kwam de lucht via een opening in de deur de afdeling binnen. Via de voergang verspreidde de lucht zich over de hokken. De lucht werd achter de deur afgevoerd door een ventilator met een capaciteit van maximaal 2.750 m³ per uur. Verder was de dichte vloer van vloerverwarming voorzien. Bij opleg werd een afdelingstemperatuur nagestreefd van 26°C, dalend naar 23°C op twee weken na opleg en vervolgens naar 21°C op vier weken na opleg. De minimale ventilatie stond in alle afdelingen ingesteld op 10%. Vanwege het verschil in aantal dieren was in afdeling 1 en 2 de maximale ventilatie ingesteld op 70% (19,3 m³ per dier per uur) en in afdeling 3 en 4 op 80% (18,3 m³ per dier per uur). De bandbreedte was ingesteld op 5°C.

2.2.4 Voeding en drinkwaterstrekking
Vanaf opleg tot ongeveer twee weken na spenen werd via een droogvoerbak onbeperkt speenkruimel verstrekt ($EW = 1,15$, ruw eiwit = 175 g/kg). Daarna werd tot het einde van de opfok onbeperkt babybiggenkorrel gevoerd ($EW = 1,10$, ruw eiwit = 179 g/kg). Water stond onbeperkt ter beschikking in drinkbakjes.

2.2.5 Verzameling en verwerking van de gegevens

Ammoniakemissie

De ammoniakconcentraties van de ventilatielucht per afdeling werden continu gemeten met een B&K-monitor, type 1302, zoals beschreven in het meetprotocol van het Praktijkonderzoek voor de Varkenshouderij (Van 't Klooster et al., 1992). Het ventilatie-debiet werd vastgelegd met een geijkte meetventilator. Bij de verwerking zijn de meetgegevens van de vier afdelingen ten aanzien van temperatuur van de uitgaande ventilatielucht, ammoniakconcentratie en ventilatiedebiet uitvoerig gecontroleerd, voordat hieruit de ammoniakemissie werd berekend. Incidentele, onverklaarbare uitschieters zijn verwijderd. Bij minder dan vijf waarnemingen per afdeling per dag werd het daggemiddelde buiten beschouwing gelaten.

De ammoniakemissie per ronde is uitgedrukt in kg NH₃ per dierplaats per jaar, waarbij rekening is gehouden met een bezettingsgraad van 90%, maar waarbij geen correctie is uitgevoerd voor de ammoniakconcentratie van de buitenlucht. Gedurende het onderzoek is ter indicatie tweemaal de achtergrondconcentratie gemeten, midden in de centrale gang door middel van nat-chemische analyse.

Hokbevuiling

Per afdeling werd gedurende de eerste drie opfokronden eenmaal per week de hokbevuiling geregistreerd, door het geven van een score van 0 (= 0% van oppervlak vuil/nat) tot en met 4 (100% van oppervlak vuil/nat). Na verplaatsing van de eerste biggen werd met de registratie van hokbevuiling gestopt, omdat het verplaatsen de hokbevuiling kan beïnvloeden terwijl dit niet toegeschreven kan worden aan verschillen in hokuitvoering.

De resultaten per afdeling zijn per score weergegeven in percentages. Wanneer de aantallen per bevuilingsscore erg laag waren, zijn één of meer score-klassen samengevoegd. De percentages van het aantal waarnemingen per score werden tussen de afdelingen vastgesteld en met elkaar vergeleken door middel van variantie-analyse.

Grondwater- en energiegebruik

De hoeveelheid opgepompt grondwater ten behoeve van de mestkoeling in afdeling 4 is vanaf ronde 2 geregistreerd met behulp van een watermeter die op de aanvoerleiding achter de pomp was aangebracht. Het energieverbruik van de pomp werd gemeten met behulp van een kWh-meter.

Mesttemperatuur

In afdeling 4 werd wekelijks de temperatuur van de toplaag van de mest in het brede mestkanaal gemeten met behulp van een digitale thermometer. Ter vergelijking werd ook in afdeling 1 en/of 3 de mesttemperatuur gemeten. De mesttemperaturen werden aan beide zijden van de afdeling gemeten in het tweede en vierde hok. Naast de mesttemperatuur werd in de genoemde afdelingen ook de temperatuur op dierniveau boven de dichte vloer en de roosters gemeten.

Overige waarnemingen

In het logboek zijn alle bijzonderheden vastgelegd die van invloed zouden kunnen zijn op de resultaten, met name het uitvalsperscentage van de biggen en mogelijke storingen.

2.3 Vleesvarkens

Op het Proefstation voor de Varkenshouderij in Rosmalen is een afdeling voor 108 vleesvarkens uitgevoerd volgens de nieuwste inzichten op het gebied van hokuitvoering en klimatisering, waarbij rekening werd gehouden met zowel milieu- als welzijns-eisen. Uit onderzoek op het Varkensproefbedrijf in Sterksel werd bij een dergelijke basisuitvoering van de hokken een gemiddelde ammoniakemissie vastgesteld van 1,8 kg per dierplaats per jaar (Ter Elst en Den Brok, 1996). Hoewel de ammoniakemissie bijna 30% lager was dan de norm van 2,5 kg per dierplaats per jaar, lag het resultaat nog boven de Groen Label-norm (1,5 kg per dierplaats per jaar). Het brede mestkanaal in de proefafdeling in Rosmalen was daarom opgesplitst in een water- en mestkanaal, teneinde het totale emitterende oppervlak nog verder te verkleinen. Verwacht werd dat daarmee de Groen Label-norm binnen bereik lag. Het doel van dit onderzoek was allereerst om het verloop van het $\text{NH}_4\text{-N}$ -

gehalte in het waterkanaal gedurende de mestperiode vast te stellen. Vervolgens werd, afhankelijk van de resultaten en het te verwachten effect op de ammoniakemissie, besloten of emissiemetingen werden uitgevoerd. Deze werkwijze voorkwam dat misschien onnodig op twee locaties met bijna identieke huisvesting de ammoniakemissie zou worden gemeten.

2.3.1 Beschrijving afdeling

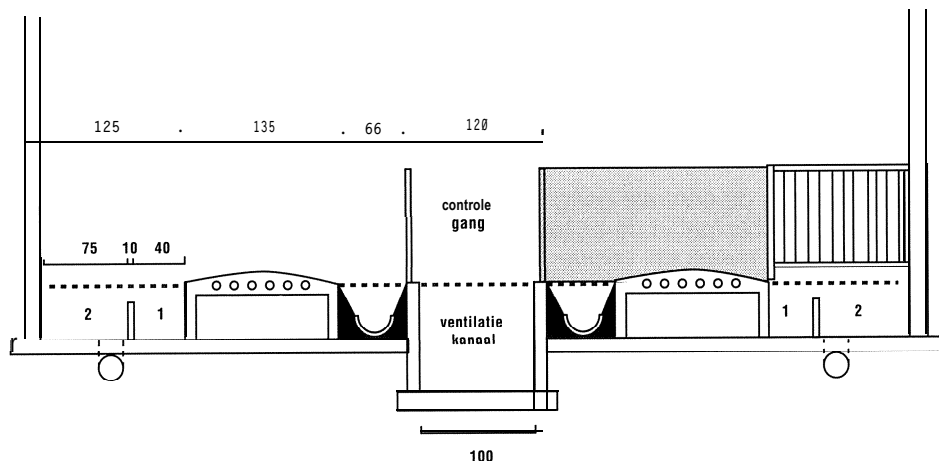
De afdeling bestond uit twaalf hokken voor elk negen dieren (figuur 8). Aan weerszijde van de controlegang (1,20 m) was de hokindeling als volgt: een smalle roostervloer van 0,60 m breed, een bolle vloer van 1,35 m breed en vervolgens een roostervloer van 1,25 m, inclusief een mestspleet van 0,10 m tegen de achterwand. De hokken waren 2,0 m breed. Het gehele roosteroppervlak bestond uit metalen driekantroosters met een balkbreedte 1 cm en een spleetbreedte van 1,2 cm. De bolle vloer was betegeld met antisliptegels om slijtage van de vloer en aanhechting van mest te voorkomen, en tevens de reinigingstijd te beperken. De hokafscheiding bestond uit open hekwerk boven het grote roostergedeelte, om het mestgedrag in die richting te sturen. De rest van de hokafscheiding bestond uit dicht kunststof materiaal.

Onder het smalle rooster was een grestrog van 40 cm breed aangebracht, met aan het uiteinde één afsluiter. Vanaf de rand van deze trog tot aan de onderzijde van de roostervloer (afstand circa 20 cm) waren de putwanden schuin bijgesmeerd. Bij deze hokuitvoering zal naar verwachting 90 - 95% van de mest achter in het hok geproduceerd worden (Van der Peet-Schwering et al., 1996). Omdat na elke mestrondre reinigingswater in de goot achterbleef, werd verondersteld dat gedurende de mestrondre de ammoniakconcentratie van deze vloeistof laag zou blijven. Verwacht werd dat dit kanaal tijdens de mestrondre niet hoefde te worden afgelaten.

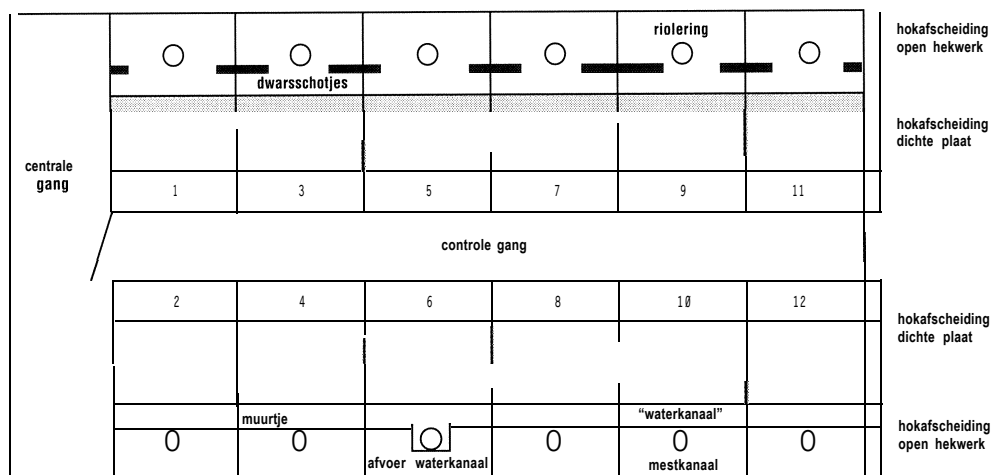
Onder het grote rooster was een mestkanaal van circa 35 cm diepte aanwezig, voorzien van een rioleringsstelsel met een centrale afsluiter. Omdat met name op de achterste helft van de grote roostervloer wordt gemest, kon het emitterend oppervlak mogelijk ver-

der verkleind worden door een extra tussenwand in het brede mestkanaal. Daardoor ontstonden twee aparte mestkanalen van netto 75 en 40 cm breed. In het mestkanaal langs de dichte vloer (40 cm breed) bleef na het schoonspuiten water staan. Met name in de eerste weken van de mestperiode zou er weinig mest in dit kanaal terecht komen, zodat de ammoniakconcentratie van de vloeistof op zijn minst lager bleef dan die van de

mest. De mest in het breedste kanaal kon direct via de riolering afgelaten worden. Vervolgens kon het kanaal langs de bolle vloer leeglopen via één afvoerpunt in deze riolering. Voor aanvang van ronde 2 zijn aan de linkerzijde van de afdeling dichte platen van verschillende breedte boven het scheidingsmuurtje in het brede mestkanaal en dwars op de hokafscheiding geplaatst (figuur 9). De hokafscheiding vanaf de bolle



Figuur 8: Dwarsdoorsnede van een geoptimaliseerde vleesvarkensafdeling.



Figuur 9: Plattegrond geoptimaliseerde vleesvarkensafdeling met aan de bovenzijde aan-gepaste hokafscheiding.

vloer tot deze platen werd eveneens dicht gemaakt. Een en ander had tot doel om het mestgedrag nog beter te sturen richting de achterwand van het hok.

2.3.2 Oplegstrategie

Het onderzoek is uitgevoerd met vleesvarkens die een GY_s-beer als vader hadden en een zeug uit een rotatiekruising (NL, GY_s, FL) als moeder. De dieren werden gemengd opgelegd op een gemiddeld gewicht tussen 22 en 28 kg. De varkens werden afgeleverd bij een geslacht gewicht tussen 80 en 90 kg. Het opleggen en afleveren van de varkens was conform het Groen Label-protocol (Anonymus, 1996).

2.3.3 Klimaat

De verse lucht werd in de centrale gang aangevoerd via de luchtinlaat in de buitenmuur, waarna de lucht eventueel voorverwarmd kon worden. Vervolgens stroomde de lucht via een metalen driekantrooster in een luchtkanaal onder de voergang (bijlage 2). Dit luchtkanaal (100 cm breed) was bij de deur 90 cm diep en liep op tot 0 cm aan het uiteinde. De voergang bestond geheel uit metalen driekantroosters. Door dit luchtinlaatsysteem was de luchtsnelheid op elke plaats in het luchtkanaal gelijk. De verse lucht stroomde vervolgens gelijkmatig verdeeld over de hokafscheiding de hokken in en verdrong de "vuile" stallucht, zonder dat

intensieve vermenging optrad. De lucht werd in de nok, midden boven de voergang, afgezogen met behulp van één ventilator (maximaal 44 m³ per dier per uur).

2.3.4 Voeding en drinkwaterstrekking

De varkens werden gevoerd met behulp van brijbakken. Tot een gewicht van circa 40 kg werd startvoer gevoerd (EW = 1,06 en ruw eiwit = 176 g/kg). Daarna werd in één week overgeschakeld op vleesvarkensvoer (EW = 1,03 en ruw eiwit = 165 g/kg). Water stond onbeperkt ter beschikking via een drinknippel in de brijbak.

2.35 Verzameling en verwerking van de gegevens

Ammoniumconcentratie

Om een indruk te krijgen van het verloop van de "bevuilding" met mest, zijn in elk afzonderlijk kanaal onder het grote rooster periodiek mestmonsters genomen uit de bovenlaag van de mest. Dit gebeurde in hok 4, 8, 12 en 3, 7, 11. Per kanaal is een monster gemaakt. De monsters zijn op het laboratorium van het IMAG-DLO onderzocht op het gehalte aan NH₄-N (ammonium).

Overige gegevens

In een logboek zijn alle bijzonderheden vastgelegd die van invloed konden zijn op de proef. Zo is per kanaal het mestniveau en het tijdstip van mest afdalen geregistreerd, naast mogelijke bevuilding van de hokken.

3 RESULTATEN

3.1 Kraamzeugen

3.1.1 Ammoniakemissie

Van elke kraamafdeling zijn de gemiddelde resultaten van de ammoniakmetingen weergegeven in tabel 1. Zowel in de kraamafdeling met schuine plaat en smal mestkanaal als in de afdeling met een combinatie van een mest- en waterkanaal zijn twee opeenvolgende perioden gemeten. Van de afdeling met mestkoeling zijn de resultaten van vier kraamronden weergegeven. Twee tussenliggende ronden hebben door storing aan het koelstelsysteem en/of de meetapparatuur onvoldoende gegevens opgeleverd. In bijlage 3, tabel A tot en met C, staan de meetresultaten per afdeling volledig weergegeven.

De gemiddelde ammoniakemissie van twee opeenvolgende ronden in de afdeling met een schuine plaat in combinatie met een smal mestkanaal en in de afdeling met het gecombineerde mest- en waterkanaal was respectievelijk 4,6 kg en 4,0 kg per dierplaats per jaar.

De gemiddelde ammoniakemissie in de kraamafdeling met mestkoeling bedroeg 2,46 kg per dierplaats per jaar.

Naarmate het ventilatiedebiet in de afdelingen lager is (tijdens koude perioden), is de ammoniakconcentratie hoger. De verschillen in ammoniakemissie tussen ronden binnen

een afdeling zijn niet volledig verklaarbaar. Factoren als afdelingstemperatuur, ventilatiedebiet en hokbevuiling spelen daarbij zeker een rol.

De ammoniakemissie uit de afdeling met schuine plaat en een smal mestkanaal is het hoogst, terwijl de ammoniakemissie uit de afdeling met mestkoeling van de drie varianten het laagst is.

3.1.2 Bevuiling schuine plaat

Bij de bevuiling van de plaat met mest was het percentage met score 0, 1 en 2 respectievelijk 57%, 40% en 3% (aantal waarnemingen = 60). Mogelijke bevuiling met mest werd met name geconstateerd langs de hokafscheiding en het achterste deel van de schuine plaat. De mate van bevuiling van de schuine plaat met voer gaf een vergelijkbaar resultaat. Het percentage score A, B en C was respectievelijk 55%, 42% en 3%.

Uiteraard vond de bevuiling met voer plaats onder de trog. Geconcludeerd kan worden dat de bevuiling van de plaat beperkt blijft. Voerresten en opgedroogde mestdeeltjes op de plaat kunnen wel leiden tot extra vliegenoverlast. Bestrijding is gedurende de ronde echter goed uitvoerbaar met vliegendodend middel. Met de hogedrukreiniger is de plaat vanaf het rooster vrij eenvoudig schoon te spoelen.

Tabel 1: Gemiddelde resultaten van ammoniakmetingen uit de kraamafdelingen.

Afdeling	Periode	NH ₃ -emissie ¹ (kg/dierplaats/jaar)
KOH met schuine plaat en smal mestkanaal	juli - aug. 1996	4,90
	aug. - sept. 1996	4,20
KOH met water- en mestkanaal	juli - aug. 1995	3,58
	aug. - sept. 1995	4,43
KOH met mestkoeling	nov. - dec. 1995	2,39
	mrt. - apr. 1996	3,43
	apr. - mei 1996	2,40
	mei - juli 1996	1,63

¹ gecorrigeerd voor ammoniakconcentratie van de buitenlucht

3.1.3 Bevuiling waterkanaal (water/mestkanaal)

Visuele controle op bevuiling van het waterkanaal met mest werd bemoeilijkt, doordat vrij snel na aanvang van de proef een stoflaagje op de vloeistof gevormd werd en de vloeistof geleidelijk een donkere kleur kreeg. Een andere methode voor bepaling van de bevuiling is chemische analyse van de vloeistof. In tabel 2 staan de analyse-resultaten van vijf mengmonsters vermeld.

Een betrouwbare monsternamen in een mestkelder is, als gevolg van bezinking van mest, moeilijk te realiseren. Omdat de $\text{NH}_4\text{-N}$ constant verdeeld is in de totale (mest)vloeistof, geven de gevonden $\text{NH}_4\text{-N}$ -gehalten een goed beeld van de hoeveelheid mest/urine die in het waterkanaal is terechtgekomen. Met name bij de eerste drie monsters is een duidelijke toename van het $\text{NH}_4\text{-N}$ -gehalte in het verloop van de tijd waarneembaar. Hoewel de eindwaarde van 0,98 g/kg nog ver onder het gemiddelde $\text{NH}_4\text{-N}$ -gehalte van zeugenmest ligt (= 2,5 g/kg), geeft de concentratieverhoging wel aan dat het water tijdens de kraamperiode in toenemende mate bevuild wordt met mest en/of urine.

Het scheidingsmuurtje tussen mest- en waterkanaal werd nauwelijks bevuild met mest. In 84% van de waarnemingen in ronde 1 en 2 was de bovenzijde van het muurtje schoon en droog (score 0) en in 16% van de waarnemingen was maximaal 25% nat en bevuild (score 1).

3.1.4 Vloeistofniveau in waterkanaal

De totale putoppervlakte van een kraamhok was 3,96 m² (1,8 x 2,2), waarvan het water- en mestkanaal respectievelijk een oppervlak hadden van 3,23 m² en 0,73 m². Een water-

niveau van 5 cm in het waterkanaal kwam overeen met 162 liter water per kraamhok per ronde. Het vloeistofniveau in het waterkanaal daalde in ronde 1 en 2 in totaal met respectievelijk 2,3 en 2,0 cm. Dit betekent dat minimaal 65 - 75 liter per kraamhok per ronde verdween door middel van verdamping. De werkelijke verdamping is waarschijnlijk hoger, vanwege mogelijke toevoer via mest, urine en vermorsing van drinkwater.

3.1.5 Watertemperatuur en waterverbruik (mestkoeling)

In tabel 3 zijn de gemiddelde minimale en maximale watertemperaturen in de aan- en afvoerleiding weergegeven, gemeten tijdens de vier proefronden in de kraamafdeling met mestkoeling.

Het opgepompte grondwater werd in het circuit gerecirculeerd, totdat de temperatuur van het retourwater 3°C hoger was dan de temperatuur van het water in de aanvoer. Bij een verschil in watertemperatuur van meer dan 3°C werd retourwater afgevoerd en werd koud water in het circuit toegevoegd. Regelmatig stond het water in de aan- en afvoerleiding stil en werd het water opgewarmd of afgekoeld door de omgeving. Dit verklaart het verschil in de minimale en maximale temperatuur van het water. Zowel de variatie in minimale watertemperatuur als de variatie in maximale watertemperatuur is in de vier ronden beperkt.

Gedurende ronde 1 en 2 werd in totaal respectievelijk 26,4 en 38,2 m³ grondwater per dag opgepompt. Naast de kraamafdeling werd ook in een biggenopfokafdeling voor 90 biggen de mest gekoeld. In de kraamafdeling lag 64% van de totale lengte aan koellamellen. Uitgaande van deze verhouding zou het waterverbruik in de kraam-

Tabel 2: $\text{NH}_4\text{-N}$ -gehalte van de vloeistof in het waterkanaal onder een kraamafdeling.

Ronde	Dagen na opleg	$\text{NH}_4\text{-N}$ g/kg
sept. - okt.	22	0,55
	27	0,74
	35	0,98
nov. - dec.	22	0,27
	27	0,28

Tabel 3: Gemiddelde watertemperatuur in aan- en afvoerleiding van het koeldekstelsysteem in een kraamafdeling.

Ronde (periode)	Temperatuur grondwater (°C)							
	aanvoer				afvoer			
	minimaal (STD ¹)		maximaal (STD)		minimaal (STD)		maximaal (STD)	
1 (nov - dec. 1995)	9,3	(0,6)	11,3	(0,2)	12,4	(0,2)	13,4	(0,1)
4 (mrt. - apr. 1996)	10,4	(0,1)	11,3	(0,1)	12,5	(0,1)	13,5	(0,1)
5 (apr. - mei 1996)	10,4	(0,0)	11,3	(0,4)	12,5	(0,2)	13,5	(0,2)
6 (mei - jul. 1996)	10,5	(0,0)	11,7	(0,4)	12,7	(0,0)	13,9	(0,5)

¹ STD = Standaardafwijking van het gemiddelde

stal respectievelijk 1,4 en 2,0 m³ per zeug per dag bedragen. De werkelijke verhouding kan evenwel van deze waarde afwijken, bijvoorbeeld vanwege de afstand van elke afdeling tot de basisunit, of door het smoren van een van de leidingen.

3.1.6 Mest- en luchttemperatuur

De mesttemperatuur in de afdeling met mestkoeling was gedurende de proefperiode vrij constant en bedroeg gemiddeld 14,0°C. Dit was gemiddeld 4,9°C lager dan in de referentie-afdeling (gemiddeld 18,9°C). In beide afdelingen is steeds op dezelfde dag de mesttemperatuur gemeten. De ronden in beide afdelingen liepen echter niet gelijktijdig, zodat een directe vergelijking van de temperatuur niet mogelijk was. De lagere mesttemperatuur in de afdeling met mestkoeling zou mogelijk het micro-klimaat direct boven de roostervloer en daarmee het gedrag van de biggen kunnen beïnvloeden. Vanwege het leeftijdsverschil van de biggen was ook een directe vergelijking van luchttemperatuur boven de roosters tussen beide afdelingen niet mogelijk. De gemiddelde luchttemperatuur op 50 cm boven de rooster is daarom in beide afdelingen op 100% gesteld. In de afdeling met mestkoeling en de referentie-afdeling was de luchttemperatuur op 10 cm boven de rooster respectievelijk slechts 2% en 3% lager dan op 50 cm boven de roosters. Mestkoeling lijkt dus een verwaarloosbaar effect te hebben op de luchttemperatuur direct boven de roosters. De biggen in de afdeling met mestkoeling vertoonden geen afwijkend liggedrag ten opzichte van de biggen in de referentie-afdeling.

3.2 Gespeende biggen

3.2.1 Ammoniakemissie

In bijlage 4, tabel A tot en met D, staan de resultaten vermeld van de ammoniakemissiemetingen in de vier biggenopfokafdelingen. Tabel 4 geeft een overzicht van de ammoniakemissie, gemeten in de vier biggenopfokafdelingen gedurende een aantal opfokronden. Na de start van de emissiemetingen in augustus/september 1995 zijn per afdeling drie opeenvolgende opfokronden gemeten, met uitzondering van afdeling 4. In deze afdeling leverde de derde ronde door storingen onvoldoende gegevens op. Daarom is hier in februari 1996 nog een extra ronde gemeten. Afhankelijk van de meetresultaten per afdeling is beoordeeld of bepaling van de ammoniakemissie in een opfokronde gedurende de zomer van 1996 zinvol was. Om namelijk te kunnen voldoen aan de meetperioden ten behoeve van het meetprotocol van Groen Label, moet vanaf 1996 een opfokronde binnen de periode 1 juni - 1 september liggen.

De ammoniakemissie uit afdeling 1 (referentie) varieerde van 210 tot 390 g per dierplaats per jaar. De hoogste waarde werd gemeten in ronde 1, mogelijk voor een deel als gevolg van diarree. De gemiddelde ammoniakemissie van de vier opfokronden was 285 g per dierplaats per jaar.

De ammoniakemissie uit afdeling 2 (schuine wand in mestkanaal) varieerde gedurende drie ronden tussen 380 en 280 g per dierplaats per jaar. Van ronde 3, met de laagste emissiewaarde, zijn door storing en onder-

Tabel 4: Ammoniakemissie uit vier biggenopfokafdelingen met eenvoudige stalaanpassingen.

Afdeling	Oplegdatum	Afleverdatum	NH ₃ -emissie
1) Referentie	07 - 09 - '95	13 - 10 - '95	390
	09 - 11 - '95	22 - 12 - '95	310
	01 - 02 - '96	14 - 03 - '96	210
	20 - 06 - '96	31 - 07 - '96	230
2) Schuine wand in mestkanaal	17 - 08 - '95	26 - 09 - '95	340
	28 - 09 - '95	07 - 11 - '95	380
	16 - 11 - '95	21 - 12 - '95	280
3) Vergroting dichte vloer	07 - 09 - '95	17 - 10 - '95	300
	26 - 10 - '95	08 - 12 - '95	370
	19 - 01 - '96	28 - 02 - '96	220
	13 - 06 - '96	26 - 07 - '96	200
4) Mestkoeling	24 - 08 - '95	05 - 10 - '95	270
	12 - 10 - '95	16 - 11 - '95	330
	08 - 02 - '96	13 - 03 - '96	180
	05 - 07 - '96	16 - 08 - '96	170

houd slechts van 78% van het aantal opfokdagen meetgegevens beschikbaar. Omdat met name meetgegevens van het laatste gedeelte van deze ronde ontbreken, mag verondersteld worden dat de gemiddelde waarde van 280 g lager is dan de werkelijke waarde. Het gemiddelde resultaat van drie ronden is met 330 g per dierplaats per jaar hoger dan de ammoniakemissie in de referentie-afdeling en de Groen Label-norm. Een en ander was reden om de metingen te stoppen.

De ammoniakemissie uit afdeling 3 (vergroting dichte vloer) varieerde tussen 200 en 370 g per dierplaats per jaar. De grote verschillen zijn niet duidelijk verklaarbaar. Hoewel het risico van hokbevuiling groter is naarmate de hoeveelheid dichte vloer toeneemt' is in vergelijking met de overige afdelingen niet meer hokbevuiling geconstateerd. De gemiddelde ammoniakemissie van de vier opfokronden was 272 g per dierplaats per jaar.

De ammoniakemissie uit afdeling 4 (mestkoeling) varieerde tussen 170 en 330 g per dierplaats per jaar. In ronde 2 was er wegens diarreeproblemen veel uitval (11%) onder de biggen. De diarree heeft geleid tot een (tijdelijke) toename van hokbevuiling,

hetgeen de hoge ammoniakemissie voor een deel verklaart. De gemiddelde ammoniakemissie van de vier opfokronden was 238 g per dierplaats per jaar. Dit is de laagste waarde van alle vier de afdelingen.

3.2.2 Uitval

Naast de ammoniakemissie is in bijlage 4, tabel A tot en met D, ook het uitvalsperscentage per ronde vermeld. Het uitvalsperscentage tijdens de opfok kan namelijk van invloed zijn op de ammoniakemissie. Als randvoorwaarde voor een mogelijke Groen Label-erkenning geldt een maximaal uitvalsperscentage van 5%. In afdeling 1, 2, 3 en 4 voldoen respectievelijk ronde 3, ronde 1, ronde 1 en ronde 2 niet aan deze voorwaarde. Het hoge uitvalsperscentage in deze ronden is voornamelijk veroorzaakt door diarreeproblemen.

3.2.3 Hokbevuiling

In tabel 5 staan de resultaten vermeld van de hok- en dierbevuilingsscores die gedurende de eerste drie ronden zijn uitgevoerd bij de vier afdelingen voor gespeende biggen. Er is tussen de afdelingen geen verschil in bevuiling van de dichte vloer en bevuiling van de dieren geconstateerd. Het rooster vóór in het hok is in afdeling 1 meer bevuild

dan in de andere afdelingen. De bijna geheel gesloten hokafscheiding in combinatie met de beperkte diepte van het hok heeft tot gevolg dat de dieren zowel voor als achter in het hok mesten. Er is geen verschil in de bevulling van het smalle rooster in de overige afdelingen. De hokafmetingen in afdeling 1 en 2 zijn gelijk, maar door het open hekwerk boven het grote rooster in afdeling 2 lijkt het mestgedrag in deze afdeling beter gestuurd te worden.

Er is geen verschil in bevulling van het grote rooster tussen de afdelingen 1, 3 en 4. Het grote rooster in afdeling 2 is het meest bevuild, vooral omdat het oppervlak van dit rooster kleiner is dan in afdeling 3 en 4. Ten opzichte van afdeling 1 is het grote rooster in afdeling 2 meer bevuild, omdat in afdeling 1 zowel voorin als achterin gemest wordt.

3.2.4 Mestkoeling

Mest- en luchttemperatuur

In bijlage 5 staan in een tabel de gemiddelde

mesttemperaturen, gemeten op diverse plaatsen in het brede mestkanaal. De gemiddelde mesttemperatuur in opfokronde 1 tot en met 4 was respectievelijk 15,8, 14,9, 14,6 en 16,3°C. De mesttemperatuur was aan de achterzijde in het brede mestkanaal over het algemeen het hoogst, omdat op deze plaats de meeste mest terecht komt. In ronde 3 is echter met name in hok 4 en 8 de temperatuur langs de achterwand een stuk lager. Een mogelijke verklaring is de invloed van de koude winterperiode, waardoor warmte-afgifte plaatsvindt aan de putwanden, met name langs de buitenwand van de stal (rechterzijde van de afdeling). De hogere mesttemperatuur in ronde 4 is mogelijk voor een deel het gevolg van een hogere afdelingstemperatuur. Niettemin is de ammoniakemissie tijdens deze ronde het laagst. Een duidelijke verklaring hiervoor is niet aan te geven. In de referentie-afdeling was de mesttemperatuur gedurende de eerste vier ronden respectievelijk 20,9, 20,2, 20,1 en 19,3°C. In vergelijking met de referentie-

Tabel 5: Frequentieverdeling van hok- en dierbevullingsscore in biggenopfokafdelingen (%).

		Afdeling 1 (referentie)	Afdeling 2 (schuine putwand)	Afdeling 3 (meer dichte vloer)	Afdeling 4 (mest- koeling)
Rooster voor		a	b	b	b
	0	74,7	96	94,5	98,6
	1	24,6	4	55,	1,4
	2-3-4	0,7	0	0	0
Dichte vloer	0	58	62,2	68,7	75,4
	1	32,7	25,2	25,5	24,1
	2	7,3	10,4	58,	0,5
	3-4	2	1,9	0	0
Rooster achter		a	b	a	a
	0	38,7	16,6	36,8	28
	1	53,3	68,7	61,5	68
	2	8	14,7	1,71	4
	3-4	0	0	0	0
Dieren	0	71,3	77,1	75,5	81,9
	1	24	18,8	21,8	18,1
	2-3-4	4,7	4,1	27,	0

Score 0 = geen bevulling, score 4 is 100% bevulling

a,b: Frequentieverdelingen met een verschillende letter voor een bepaald kenmerk zijn verschillend (p < 0,05)

afdeling was de mesttemperatuur gedurende de vier ronden in de afdeling met mestkoeling gemiddeld 4,7°C lager.

De luchttemperatuur direct boven het rooster en boven de bolle vloer was nagenoeg vergelijkbaar (gemiddeld slechts 0,03°C verschil). Op dierniveau boven het rooster was de luchttemperatuur gemiddeld 0,3°C hoger dan net boven de roostervloer. Het koelen van mest lijkt dus geen negatieve invloed te hebben op het micro-klimaat voor de biggen en dus waarschijnlijk ook niet op het liggedrag.

Grondwater- en energieverbruik

Het gemiddelde waterverbruik gedurende ronde 2 was 2,1m³ per uur. Vanaf ronde 4 was de toevoerleiding door middel van een kraan gesmoord. Het waterverbruik daalde daardoor tot gemiddeld 1,3m³ per uur. In ronde 7 was het gemiddelde waterverbruik 1,2m³ per uur. Per big was in ronde 2, 4 en 7 het gemiddelde waterverbruik voor koeling van mest respectievelijk 17,5,10,8 en 10,0 liter per uur.

Het gemiddelde energieverbruik van de waterpomp in de proefperiode was 16,3 kW per dag, ofwel 0,68 kW per uur. In deze proefopstelling had de pomp een ruime overcapaciteit. Bij de economische beschouwing wordt aangenomen dat de capaciteit voldoende is voor minimaal zes afdelingen van 120 gespeende biggen.

3.3 Vleesvarkens

3.3.1 Ammoniumgehalte in mest

In tabel 6 staat het verloop van het NH₄-N-

gehalte in beide kanalen onder het grote rooster (mest- waterkanaal) tijdens mestronden 1 weergegeven.

In alle vier de kanalen loopt het gehalte aan NH₄-N vanaf het begin van de mestperiode snel op. Het lage NH₄-N-gehalte in het mestkanaal aan beide zijden van de afdeling in het begin van de mestronden is het gevolg van concentratieverlaging door reinigingswater. Het ammoniumgehalte in het waterkanaal is, met uitzondering van het linkse kanaal op dag 64, continu lager dan in het mestkanaal waar het gehalte al snel boven 4 g/kg komt. Het plaatsen van dwarsschotten van verschillende afmetingen op het rooster boven het scheidingsmuurtje in het brede mestkanaal (linkerzijde afdeling) leidde tot een verandering in het mestgedrag van de dieren. Aan beide zijden van de afdeling was er praktisch geen mest op het grote rooster aanwezig. De bevuiling van het waterkanaal, of met andere woorden de toename van de ammoniumconcentratie, was aan beide zijden van de afdeling vrijwel gelijk. Het gebruik van deze dwarsschotten om het mestgedrag beter te sturen heeft bij deze hokuitvoering dus geen zin

Omdat de ammoniumconcentratie in het waterkanaal vrij snel oploopt tot waarden die vergelijkbaar zijn met de concentratie in mest, is een verlaging van de gemiddelde ammoniakemissie ten opzichte van de behaalde resultaten in Sterksel (Ter Elst en Den Brok, 1996) niet te verwachten. Daarom is besloten in deze afdeling geen emissiemetingen uit te voeren.

Tabel 6: Gehalte van NH₄-N (in g/kg) in het water- en mestkanaal in de geoptimaliseerde vleesvarkensafdeling.

Dagen na opleg	Links (hok 3,7,11)		Rechts (hok 4,8,12)	
	waterkanaal	mestkanaal	waterkanaal	mestkanaal
14	0,93	0,91	0,75	1,48
21	2,00	4,60	2,38	4,25
35	3,15	4,96	3,57	4,59
51	3,77	5,10	4,37	5,22
64	5,98	5,14	4,81	5,87

4 ECONOMISCHE EVALUATIE

4.1 Uitgangspunten

In Van Brakel et al. (rapport in voorbereiding) zijn kosten van milieu-investeringen in de varkenshouderij beschreven. De kostenberekeningen zijn het resultaat van overleg tussen de afdeling Economie van het Praktijkonderzoek Varkenshouderij, IKC-Varkenshouderij, LEI-DLO en het IMAG-DLO.

Daarnaast is ook aan diverse aannemers/stalinrichters gevraagd een offerte te leveren, teneinde vast te stellen wat de diverse onderdelen van emissie-arme systemen aan investering vergen.

Aan de hand van gegevens uit bovengenoemd rapport zijn de extra investerings- en jaarkosten van de onderzochte systemen berekend. Hoewel de extra investerings- en jaarkosten per aangepast onderdeel overeenkomen met Van Brakel (1996) kunnen de eindbedragen in beide rapporten van elkaar verschillen, omdat bij de definiëring van de traditionele afdeling per diercategorie in bepaalde opzichten is afgeweken van de standaardsituatie in Van Brakel (1996).

In de economische evaluatie van de ammoniakemissie-beperkende maatregelen bij de vier diercategorieën zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- de extra investerings- en jaarkosten gelden voor nieuwbouw.
- de investerings- en jaarkosten zijn inclusief montage, maar exclusief BTW.
- met betrekking tot de exploitatiekosten zijn kosten voor extra arbeid niet meegenomen. Overige kosten, zoals kosten voor extra mestafzet en extra energiekosten wel.
- de rentekosten zijn gesteld op 7% van het gemiddeld geïnvesteerd vermogen (KWIN 1995-1996), waarbij de restwaarde 0 is.

4.2 Kraamzeugen

Bij de economische evaluatie van ammoniakemissie-arme nieuwbouw ten opzichte van de standaard nieuwbouw-uitvoering van een kraamafdeling, wordt uitgegaan van de bouw van zes afdelingen. De standaard kraamafdeling bestaat uit tien hokken met rechte opstelling van de zeug (met de kop

naar de muur). Een kraamhok is 1,8 m breed en 2,2 m diep en voorzien van volledig rooster, met uitzondering van een dicht gedeelte aan de voorzijde onder de zeug en een biggenest van 0,6 m² (totaal 35% dichte vloer). De hokken zijn volledig onderkelderd, 0,4 m diep en voorzien van een riole-ringssysteem met in elk hok een afvoerpunt. Er wordt verder uitgegaan van voldoende mestopslag buiten de stal.

De kraamafdeling met een hellende plaat en smal mestkanaal is identiek, met uitzondering van een extra putmuurtje (0,5 m² hok) en de montage van de kunststof plaat. De extra investerings- en jaarkosten per kraamhok bedragen voor deze uitvoering respectievelijk f 233,75 en f 34,51. Uitgaande van de gemiddelde emissiewaarde van 4,6 kg per zeugenplaats per jaar, bedragen de extra jaarkosten f 9,33 per kg ammoniakemissiereductie.

De kraamafdeling met een gecombineerd water-mestkanaal is ook identiek aan de standaarduitvoering, met uitzondering van een scheidingsmuurtje (totaal 1 m² per hok) tussen het water- en mestkanaal en een extra afvoerpunt met een afsluiter per kanaal. Het investeringsbedrag voor het muurtje (gemetseld) bedraagt f 124,75 per hok. Een bochtafsluiter (à f 250,-) kost per hok f 50,-. Voor de reiniging van kraamhokken is per ronde gemiddeld ongeveer 150 liter water nodig (Roelofs et al., 1993). Dit zou betekenen dat in het waterkanaal van de proefafdeling 122 liter reiningswater terecht komt, ofwel een laag van 3,8 cm. Dit niveau moet aangevuld worden tot een niveau van ongeveer 5 cm, wat neerkomt op bijna 40 liter extra water. Bij een worpindex van 2,3 betekent dit een toename van de mestproductie van 92 liter per zeug per jaar. Bij een gemiddelde aantal van 9,2 ronden per kraamhok per jaar is dit een toename van 368 liter per kraamhok.

De totale extra investerings- en jaarkosten van een gecombineerd water- en mestkanaal bedragen respectievelijk f 174,75 en f 24,10 per kraamhok. De extra jaarkosten zijn inclusief de extra mestafzetkosten van

f 5,88 per kraamhok. De extra jaarkosten per kg ammoniakreductie per kraamhok zijn f 560.

Bij de berekening van de extra kosten voor mestkoelen in kraamstallen, wordt uitgegaan van de eerder omschreven standaarduitvoering inclusief het mestkoelsysteem. Het mestkoelsysteem bestaat bij deze hokuitvoering uit twaalf lamellen per mestkelder, inclusief een basis-unit bestaande uit besturing, pomp, et cetera. De kosten van de lamellen bedragen f 90,- per m², ofwel f 356,40 per kraamhok. Een basisunit vergt een investering van f 15.000,-. Het gemiddelde watergebruik in dit onderzoek was 1,7 m³/zeug/dag. Bij een capaciteit van de basisunit van 10 m³/uur (tot 10 m³/uur geen vergunning nodig), zou het systeem toepasbaar zijn in maximaal 141 kraamhokken. Per kraamhok betekent dit een investering van f 106,40. Verondersteld wordt dat de overcapaciteit van de basisunit volledig wordt benut bij andere diercategorieën op het bedrijf. De extra kosten voor energie (brongepomp van 1,2 kW, een circulatiepomp van 0,45 kW en een energieprijis van f 0,23 per kWh) bedragen bij volledige benutting f 23,58 per kraamhok. De totale extra investerings- en jaarkosten komen daarmee op respectievelijk f 462,80 en f 90,68 per kraamhok. Uitgaande van de gemiddelde emissiewaarde van 2,4 kg per dierplaats per jaar bedragen de extra jaarkosten f 15,37 per kg ammoniakreductie.

In bijlage 6 zijn de berekeningen van de extra investerings- en jaarkosten voor de drie kraamafdelingen weergegeven.

4.3 Gespeende biggen

Bij de economische vergelijking van de afdelingen voor gespeende biggen is uitgegaan van de bouw van zes afdelingen in een standaardstal. De standaardafdeling bestaat uit tien hokken voor elk twaalf dieren. Elk hok is 1,2 m breed en 3 meter diep. De vloer bestaat volledig uit metalen driekantroosters. De afdelingen zijn volledig onderkelderd, met een kelderdiepte van 1,25 m. Inclusief de opslag onder de centrale gang bedraagt de mestopslagcapaciteit per afdeling ruim 60 m³. Uitgaande van een mestproductie van 0,5 m³ per biggenplaats per jaar is dit voldoende mestopslag voor een jaar.

In tabel 7 staan de extra investeringen en jaarkosten vermeld van de vier onderzochte afdelingen ten opzichte van de traditionele biggenopfokafdelingen, uitgaande van nieuwbouw. In bijlage 7 staan de berekeningen voor de extra investerings- en jaarkosten.

De extra kosten voor de referentie-afdeling ten opzichte van de standaarduitvoering bestaan uit de meerkosten voor een dichte bolle vloer, twee extra putmuurtjes, de PVC-goot in het smalle mestkanaal en de kunststof bak in het brede mestkanaal.

Daartegenover ontstaat een besparing op de kosten voor metalen roosters. De extra kosten van de afdeling met schuine putwanden ten opzichte van de referentie-afdeling bestaan met name uit de kosten voor extra buitenopslag en de kosten voor de schuine wanden. Daar staat echter weer een besparing tegenover van de kunststof opvangbak

Tabel 7: Extra investerings- en jaarkosten per dierplaats van de verschillende uitvoeringen van emissie-arme biggenopfokafdelingen ten opzichte van een standaardafdeling bij nieuwbouw.

Uitvoering	investeringskosten	jaarkosten
Referentie	f 30,78	f 2,76
Schuine wand in breed mestkanaal	f 38,81	f 3,36
Vergroting dichte vloer	f 30,12	f 2,54
Mestkoeling	f 56,61	f 8,47

en lagere kosten voor ondiepe onderkeldering. In de afdeling met een schuine putwand kan volstaan worden met een kelderdiepte van 95 cm. Dit levert een kostenbesparing op, maar een rioleringssysteem is noodzakelijk voor een frequente afvoer van mest. Het beperkte verschil tussen de referentie-afdeling en de afdeling met een vergrote dichte vloer wordt veroorzaakt door het kostprijsverschil tussen een dichte vloer (f 79,56/m²) en metalen roosters (f 112,50/m²). Het verschil in kosten tussen de referentie en de afdeling met mestkoeling bestaat uit kosten voor ethyleen slangen voor een overloopsysteem in de kunststof bak, voor een basis-unit voor het rondpompen van water en de energiekosten.

4.4 Vleesvarkens

Bij de berekening van de extra kosten voor milieu-investeringen bij vleesvarkens is uitgegaan van een standaardstal met dezelfde vloerindeling als bij de proefafde-

ling. De standaardafdeling is echter voorzien van betonnen roosters zonder mestspleet en een bolle vloer zonder tegels. De standaardafdeling is volledig onderkelderde met kanalen van 1,5 m diep (1,75 m diep onder de centrale gang). Er is voldoende opslagcapaciteit. De afdeling is voorzien van plafondventilatie (mineraalwol/damwand). Er vindt onderafzuiging plaats onder de voergang met behulp van twee ventilatoren van 45 cm doorsnede.

De totale extra investeringskosten voor de proefafdeling bedragen f 58,40 per vleesvarkensplaats. De extra jaarkosten ten opzichte van de standaardstal bedragen f 10,77 per dierplaats. Naast een besparing op betonroosters, op kosten voor diepe onderkeldering en het plafondventilatiesysteem, worden met name extra kosten gemaakt voor metalen roosters, het mestafvoersysteem, extra buitenopslag en aanpassingen in de klimaatbeheersing. In bijlage 8 staat een overzicht van de extra investerings- en jaarkosten.

5 DISCUSSIE

5.1 Kraamzeugen

Ammoniakemissie

De gemiddelde ammoniakemissie van de afdeling met een hellende plaat is in dit onderzoek iets hoger dan de gemiddelde resultaten in het onderzoek van Hendriks et al. (1995). De emissiewaarden zijn respectievelijk 4,6 en 4,4 kg per dierplaats per jaar. Echter, in het onderzoek van Hendriks et al. (1995) zijn in totaal tien ronden gemeten, waarbij de resultaten tussen de ronden varieerden tussen 2,8 en 5,9 kg ammoniakemissie per dierplaats per jaar. De verschillen werden voornamelijk veroorzaakt door seizoensinvloeden. Geconcludeerd kan worden dat, ondanks verdere aanpassing van de hellende plaat, de ammoniakemissie niet verder is afgenomen en nog boven de Groen Label-norm van 4,0 kg per dierplaats per jaar ligt.

De gemiddelde ammoniakemissie van 4,0 kg per dierplaats per jaar, behaald in de afdeling met de combinatie water-/mestkanaal, komt overeen met de Groen Label-norm. Daarbij is volledig voldaan aan de randvoorwaarden die golden tot 31-12-1995. In december 1995 is aan dit systeem een Groen Label-certificaat verleend (Groen Labelnummer BB 95.12.032).

In de nieuwste beoordelingsrichtlijn emissie-arme stalsystemen, die per 1-1-1996 is ingegaan, is vastgesteld dat voor een Groen Label-erkenning niet twee opeenvolgende ronden gemeten moeten worden, maar twee ronden, waarvan één ronde moet liggen tussen 1 juni en 1 september. Om deze reden zijn in de afeling met mestkoeling uiteindelijk vier ronden gemeten.

De gemiddelde ammoniakemissie van vier ronden in de afdeling met mestkoeling was 2,4 kg per dierplaats per jaar.

Ammoniumconcentratie

Aan de hand van de vergelijking van het gemiddelde ammoniumgehalte van de waterige vloeistof in het mest-waterkanaal met het gemiddelde ammoniumgehalte van 2,5 g/kg in zeugenmest (Mooij, 1996), zou

de reductie van ammoniakemissie globaal berekend kunnen worden. Er bestaat namelijk een rechtlijnig verband tussen ammoniumconcentratie in de mestvloeistof en de ammoniakemissie.

Bij een ammoniumgehalte in het waterkanaal van gemiddeld 0,76 g/kg, is het gemiddelde ammoniumgehalte in een kraamhok met een water-/mestkanaal 1,08 g/kg, ofwel 43% ten opzichte van een traditioneel kraamhok.

Uitgaande van een standaardnorm van 8,3 kg ammoniakemissie per kraamhok per jaar, zou de ammoniakemissie $8,3 \times 43\% = 3,6$ kg per kraamhok per jaar bedragen. Hoewel de ammoniakemissie in de praktijk afhankelijk is van meerdere factoren, zoals met name de bevulling van de vloer, de afdelingstemperatuur en het ventilatie-debiet, komt deze berekening in de richting van de gemeten gemiddelde emissie van 4,0 kg per dierplaats per jaar.

In de proefopstelling werd het waterkanaal afgelaten via twee schuifafsluiters in het scheidingsmuurtje tussen water- en mestkanaal, waardoor een volledige afvoer niet mogelijk was. De afvoer zou verbeterd kunnen worden door afvoerpunten in de bodem van het waterkanaal in combinatie met een licht hellende putvloer.

Bij een gemiddelde mestproductie van $5,2 \text{ m}^3$ per zeug per jaar neemt bij een toepassing van het water- en mestkanaal het totale volume toe met slechts 1,8%. Er wordt daarbij verondersteld dat de hoeveelheid water die tijdens een kraamperiode verdamppt bij een kraamhok met een gecombineerd water- en mestkanaal gelijk is aan de verdamping van water uit mest bij een traditioneel kraamhok.

Economische aspecten

Hoewel de reductie van ammoniakemissie in de afdeling met mestkoeling groter is dan de emissiereductie in een afdeling met de combinatie hellende plaat/mestkanaal en de afdeling met de combinatie water-/mestkanaal, zijn de extra jaarkosten voor mestkoeling met f 15,37 per kg ammoniakreductie beduidend hoger dan bij de combinatie hel-

lende plaat/mestkanaal en water-/mestkanaal (respectievelijk f 9,33 en f 5,60 per kg ammoniakreductie). Wanneer het koeldek-systeem op hetzelfde bedrijf, naast de 60 kraamhokken, niet bij andere diercategoriën zou worden toegepast, dan worden de jaarkosten voor de basis-unit (twee waterbronnen, besturing, pomp et cetera) een stuk hoger door een onvolledige benutting van de relatief dure basis-unit.

In de economische vergelijking is uitgegaan van nieuwbouw, waarbij de traditionele afdeling is voorzien van ondiepe kelders en een rioleringssysteem. Veel kraamstallen in de praktijk wijken af van de veronderstelde traditionele stal. Wanneer bestaande diepe kelders in de kraamstal ondiep gemaakt moeten worden, riolering moet worden aangebracht en nog eens extra mestopslag buiten de stal moet worden gebouwd, kunnen de totale jaarkosten voor bijvoorbeeld een kraamafdeling met een gecombineerd water- en mestkanaal oplopen tot ongeveer f 85,- per kraamhok (Van Brakel, 1996).

Voor een kraamafdeling voorzien van diepe kelders waar een mestkoelsysteem wordt ingebouwd, zou bovengenoemde toename in de kosten ook kunnen gelden. Dit is afhankelijk van de eisen aan de putuitvoering (diep/ondiep, met/zonder riolering), die zullen worden vastgelegd bij eventuele erkenning als Groen Label-systeem. Bij vleesvarkens is de Groen Label-norm ook haalbaar door mestkoeling bij volledig onderkelderde hokken met diepe kelders (Groenestein en Huis in 't Veld, 1996). Waarschijnlijk is dit ook het geval met koeling in een kraamstal met diepe kelders. Genoemde extra jaarkosten bij ondiepe mestkelders zullen dan ook gelden voor bestaande stallen met diepe kelders.

5.2 Gespeende biggen

Ammoniakemissie

De ammoniakconcentratie van de buitenlucht is tijdens het onderzoek niet gemeten. De gemeten ammoniakuitstoot per afdeling is inclusief de achtergrondconcentratie en is derhalve overschat.

In de afdeling met de schuine wand in de put is ondanks de verkleining van het kelderoppervlak de gemiddelde ammoniakuitstoot hoger dan in de andere afdelingen. Op

de schuine wand blijft, naarmate de opfokronde vordert, steeds meer mest plakken. Het totale mestoppervlak en dus ook de ammoniakemissie neemt daardoor toe in plaats van af. Bevuiling van de schuine wand zou kunnen worden beperkt door toepassing van een grotere hellingshoek van de putwand of door tussentijdse reiniging. Naast extra kosten voor een diepere mestkelder of mestafvoer is het de vraag of met deze extra aanpassing voldoende reductie haalbaar is.

De gemiddelde ammoniakemissie in de afdeling met relatief meer dichte vloer (= maximaal haalbaar geachte hoeveelheid) is in het onderzoek iets lager dan de ammoniakemissie in de referentieafdeling (272 g ten opzichte van 285 g per dierplaats per jaar). Hoewel de risico's van hokbevuiling toenemen bij een toename van de hoeveelheid dichte vloer, is tijdens het onderzoek geen extra bevuiling waargenomen. De hokken in de afdeling met 0,17 m² dichte vloer per big waren dieper dan de hokken in de referentie-afdeling (3,0 m ten opzichte van 2,5 m). Het mestgedrag wordt bij een gelijkblijvende hokbreedte positief beïnvloed als de hokdiepte toeneemt. Vergroting van de dichte vloer tot 0,17 m² per big is bij een dergelijke hokuitvoering daarom goed mogelijk gebleken.

Tijdens de eerste ronde in de afdeling met meer dichte vloer zijn de hokken aan de linkerzijde van de afdeling tijdelijk versmald tot een breedte van 1 m (met tien in plaats van twaalf dieren per hok) om de kans op mogelijke hokbevuiling te beperken. Hoewel het hokoppervlak per dier gelijk was, nam de putoppervlakte per dier wel toe, en daarmee mogelijk ook de ammoniakemissie per dier. Omdat er tussen beide hokvormen binnen de afdeling echter geen verschil in hokbevuiling werd waargenomen, waren vanaf de tweede ronde alle hokken weer 1,2 m breed.

Mestafvoer

De mestafvoer in de afdelingen met een vlakke kunststof bak onder het brede mestkanaal was niet optimaal. De aanwezigheid van slechts één afvoerpunt per kanaal was onvoldoende voor een vlotte en volledige afvoer van mest. Het reinigen van de afdeling werd bemoeilijkt door het opspatten van achtergebleven mest.

Het overloopsysteem in de afdeling met mestkoeling had na verloop van tijd tot gevolg dat het dunne deel van de mest continu werd afgevoerd, terwijl het dikke deel van de mest achterbleef. Naast problemen met de afvoer van de dikke mest aan het einde van de ronde, neemt naar verwachting ook de warmtegeleiding en dus het koeffect af. Verbetering van de afvoer van met name de dikke mest verdient nog aandacht. Inmiddels is gebleken dat met een extra afvoerpunt de mestafvoer al enigszins verbeterd is. Een verstelbaar koelsysteem, aangepast aan het mestniveau in de mestkelder, is een alternatief voor de combinatie van een overloopsysteem met een gefixeerd koelsysteem.

Economische aspecten

Evenals bij kraamhokken is de uitgangssituatie bij afdelingen voor gespeende biggen van grote invloed op de berekening van de extra jaarkosten.

Tijdens het onderzoek is gebleken dat door toepassing van een vlakke kunststof bak met slechts één afvoerpunt de mest niet optimaal werd afgevoerd. Het aan brengen van een extra afvoerpunt per bak is al een verbetering, terwijl toepassing van een rioleringssysteem het meest optimaal is.

Afhankelijk van de uitgangssituatie worden bij toepassing van riolering de extra kosten hoger. De combinatie ondiepe mestkelder (45 cm) met riolering en extra buitenopslag ten opzichte van een kunststof bak met behoud van voldoende mestopslag, betekent bij nieuwbouw extra jaarkosten van respectievelijk f 2,51 en f 2,35 per biggenplaats. Dit is een verschil van slechts f 0,16. Wanneer in een bestaande stal met diepe kelders een ondiepe kelder met riolering en extra buitenopslag gebouwd moet worden zijn de extra jaarkosten per biggenplaats minimaal f 3,98, omdat dan het voordeel van de minderkosten voor ondiepe mestkelders wegvallen door de kosten van de buitenopslag.

5.3 Vleesvarkens

Ammoniumconcentratie

In theorie bestaat er een positief rechtlijnig verband tussen ammoniumconcentratie en ammoniakemissie. Dit zou betekenen dat de

ammoniakemissie vanuit het eerste kanaal onder het grote rooster met name de eerste 35 dagen lager is dan in het achterste kanaal. Na 35 tot 50 dagen is het concentratieverschil tussen beide kanalen zeer klein en vergelijkbaar met de gemiddelde waarde in vleesvarkensmest van 4,2 g NH₄-N (Mooij, 1996). Na deze periode is geen emissie-effect meer te verwachten. De ammoniumconcentratie van verse mest neemt toe naarmate vleesvarkens zwaarder worden. Daarnaast wordt in de praktijk de totale emissie nog door diverse andere factoren bepaald, zoals temperatuur, pH en ventilatie-debiet. Door een relatief lage ammoniakemissie in het begin van de mestperiode zal het effect van opsplitsing van het brede mestkanaal op de totale ammoniakemissie beperkt blijven.

Economische aspecten

De extra investeringskosten voor een luchtkanaal in plaats van plafondventilatie (mine-raalwol) worden ruimschoots goedgemaakt, omdat in combinatie met het luchtkanaal slechts één ventilator noodzakelijk is. Een vlakke vloeruitvoering van het luchtkanaal is eenvoudiger te construeren, wat een kostenbesparing op kan leveren. De luchtverdeling kan daarbij geregeld worden door aanpassing van de inlaatopeningen in de afdekking van het luchtkanaal. Eventueel kan gekozen worden voor luchtinlaat aan beide zijden van de stal. In de winterperiode kan volstaan worden met inlaat aan de ene zijde van de stal via een centrale gang, waarbij tevens voorverwarming plaats kan vinden. Het luchtkanaal kan daardoor minder diep worden uitgevoerd.

5.4 Betekenis voor de praktijk

Door (een combinatie van) maatregelen in hok-, rooster- en putuitvoering en in klimatisering bij de vier diercategorieën in de varkenshouderij is het mogelijk om de ammoniakemissie aanmerkelijk te verlagen. Bijkomende voordelen zijn de positieve effecten op het stalklimaat voor zowel mens als dier. Onderzoek op het Varkensproefbedrijf in Sterksel heeft aangetoond dat de ammoniakuitstoot in kraamstallen, biggenop-fokstallen en bij guste en dragende zeugen op deze manier tot onder de Groen Label-

norm is terug te dringen. Bij vleesvarkensstallen zijn extra maatregelen nodig om de Groen Label-norm te bereiken.

Een kraamhok, uitgevoerd met een hellende plaat onder de roostervloer en gecombineerd met een smal mestkanaal, leidt tot een forse reductie van de ammoniakemissie. De Groen Label-norm wordt echter niet gehaald. Een nadeel van dit systeem is de extra vliegenoverlast, maar bestrijding met een vliegendodend middel is goed mogelijk. (De kosten hiervoor zijn verwaarloosbaar en daarom in de economische beschouwing niet meegenomen).

Voor de kraamstal is de combinatie van een mest- en waterkanaal een Groen Label-waardige techniek gebleken, die zeer eenvoudig inpasbaar is bij zowel nieuwbouw als renovatie.

Het koelen van mest bij kraamhokken is zodanig perspectiefvol, dat op korte termijn een Groen Label-erkenning voor mestkoeling bij kraamzeugen verwacht mag worden. Hoewel de gemiddelde ammoniakemissie bij mestkoeling met 2,4 kg per zeugenplaats per jaar een stuk lager is dan bij toepassing van een mest- en waterkanaal, is de storingsgevoeligheid bij koeling groter en zijn de kosten een stuk hoger in vergelijking tot een kraamhok met een combinatie van mest- en waterkanaal.

Uit het onderzoek in afdelingen voor gespeende biggen op het Varkensproefbedrijf in Raalte bleek dat bij drie onderzochte systemen de Groen Label-norm haalbaar is. Het betreft de uitvoering met 0,15 m² dichte bolle vloer per big (referentie), een hokuitvoering met 0,17 m² dichte vloer per big en een hokuitvoering met 0,15 m² dichte vloer per big in combinatie met mestkoeling. Alle afdelingen hadden voorin een smal rooster en achterin een groot rooster en een mestspleet. De mest werd opgevangen in ondiepe kunststof bakken, voorzien van één afvoerpunt per kanaal. De uitvoering met ondiepe kunststof bakken is met name interessant bij renovatie van biggenopfokafdelingen met diepe kelders. De mestafvoer kan

echter nog verbeterd worden door extra afvoerpunten aan te brengen.

Verkleining van het mestoppervlak door toepassing van een schuine putwand heeft niet geleid tot een ammoniakemissie onder de Groen Label-norm.

Uit onderzoek op het Varkensproefbedrijf in Sterksel is bij een geoptimaliseerde biggenopfokafdeling (smal waterkanaal voorin, 50% dichte vloer en breed ondiep mestkanaal voorzien van riolering achterin) inmiddels een ammoniakemissiewaarde vastgesteld van 0,26 kg per dierplaats per jaar (Voermans en Hendriks, 1996). Naast de hokuitvoering zijn de extra investeringskosten van dit Groen Label-systeem, afhankelijk van de Ausgangssituatie, te vergelijken met de referentie-afdeling van het onderzoek in Raalte. De geoptimaliseerde hokuitvoering voor biggen verdient vooralsnog de voorkeur boven toepassing van mestkoeling, omdat de kosten per kg ammoniakemissiereductie bij optimale hokuitvoering het laagst zijn.

Door optimalisatie van de hokuitvoering en klimatisering bij vleesvarkens is een aanzienlijke reductie van de ammoniakemissie mogelijk gebleken (Ter Elst en Den Brok, 1996). Hoewel de Groen Label-norm niet is bereikt, is dit al een forse vooruitgang tegen relatief geringe kosten. Bijkomend voordeel is een aanzienlijke verbetering van de hygiëne. Aanvullende maatregelen, zoals opsplitsing van het brede mestkanaal in een water- en mestkanaal en aanpassing van de hokafscheiding, heeft te weinig effect om de Groen Label-norm te bereiken. Aanpassing van voeding in combinatie met optimale huisvesting heeft een verdere verlaging van ammoniakemissie tot gevolg (Van der Peet-Schwering et al., 1996).

Het grupstalsysteem bij guste en dragende zeugen (Voermans en Hendriks, 1996) is niet alleen een betrouwbare en goedkope Groen Label-techniek, maar levert daarnaast een bijdrage aan een betere hygiëne in de stal. De introductie in de praktijk vindt dan ook al volop plaats.

6 CONCLUSIES

De gemiddelde ammoniakemissie vanuit een kraamhok met een combinatie van een hellende plaat en een smal mestkanaal bedraagt 4,6 kg per dierplaats per jaar. De extra kosten ten opzichte van een traditionele uitvoering zijn f 34,51 per kraamhok, ofwel f 9,33 per kg ammoniakreductie.

De gemiddelde ammoniakemissie vanuit een kraamafdeling met een combinatie van een mest- en waterkanaal is 4,0 kg per dierplaats per jaar. De extra jaarkosten ten opzichte van een traditionele uitvoering zijn f 24,10 per zeugenplaats, ofwel f 5,60 per kg ammoniakreductie.

De gemiddelde ammoniakemissie vanuit een volledig onderkelderde kraamafdeling met mestkoeling bedraagt 2,4 kg per dierplaats per jaar. De extra jaarkosten ten opzichte van een traditionele uitvoering zijn f 90,68 per zeugenplaats. Bij de berekening is uitgegaan van volledige capaciteitsbenutting van de basisunit van het koeldekstelsysteem. Uitgaande van een emissiewaarde van 2,4 kg, ten opzichte van 8,3 kg per dierplaats per jaar bij een traditionele kraamstal, bedragen de extra jaarkosten minstens f 15,37 per kg ammoniakreductie.

De gemiddelde ammoniakemissie in een biggenopfokafdeling met hokken voorzien van 0,15 m² dichte bolle vloer per big, een smalle roostervloer met daaronder een goot, een breed mestkanaal achter in het hok en een ondiepe vlakke kunststof bak met één afvoerpunt per kanaal (= referentie) is 285 g per dierplaats per jaar. Ten opzichte van een traditionele hokuitvoering met een volledig metalen roostervloer en diepe onderkeldering bedragen de extra jaarkosten f 2,76

per biggenplaats.

In een vergelijkbare biggenopfokafdeling, waarbij in plaats van een vlakke kunststof bak een schuine wand in het brede mestkanaal is aangebracht, is de gemiddelde ammoniakemissie 330 g per dierplaats per jaar. De extra jaarkosten ten opzichte van een traditionele uitvoering bedragen f 3,36 per biggenplaats.

De gemiddelde ammoniakemissie in een biggenopfokafdeling die identiek is aan de referentie, maar 0,17 m² dichte vloer per dier heeft in plaats van 0,15 m², bedraagt 270 g per dierplaats per jaar. De extra jaarkosten van f 2,54 per biggenplaats zijn vergelijkbaar met de extra kosten van de referentieafdeling.

In een biggenopfokafdeling die vergelijkbaar is met de referentie, maar waarbij de kunststof bak onder het grote rooster is voorzien van een eenvoudig mestkoelsysteem, bedraagt de ammoniakemissie gedurende vier ronden gemiddeld 240 g per dierplaats per jaar. Ten opzichte van een traditionele hokuitvoering zijn de extra jaarkosten f 8,47 per biggenplaats.

Door optimalisatie van een vleesvarkensafdeling (smal mestkanaal, bolle vloer en ondiep breed mestkanaal met riolering) wordt de ammoniakemissie verlaagd tot gemiddeld 1,8 kg per dierplaats per jaar. Opsplitsing van het brede mestkanaal in een water- en mestkanaal leidt, gezien de snelle toename van de ammoniakconcentratie in het "waterkanaal", waarschijnlijk niet tot een verdere verlaging van de ammoniakemissie. De extra investerings- en jaarkosten voor een geoptimaliseerde vleesvarkensstal bedragen respectievelijk f 58,40 en f 10,77 per dierplaats.

LITERATUUR

Anonymus 1993. *Beoordelingsrichtlijn emissie-arme stalsystemen*. Ministerie van VROM en Ministerie van LNV, Den Haag.

Bens, P.A.M., A.G. Altena, G.B.C. Backus, B.H.P. Frederix, A.W. de Vos en G.J.M. van der Zanden 1994. *Afschrijving van varkensstallen*. Informatie en Kennis Centrum Veehouderij, Ede.

Brakel, C.E.P. van, V. Maes. J.H.A.N. Adams en G.B.C. Backus 1996. *Kosten van milieu-investeringen in varkensstallen*. Rapport in voorbereiding.

Claesen, R., 1996. *Mondelinge mededeling*. R&R-systems, Boekel.

Elst-Wahle, E.R. ter en G.M. den Brok 1996. *Effect van voeruitvoering op hokbevuiling en ammoniakemissie bij vleesvarkens*. Praktijkonderzoek Varkenshouderij, Rosmalen. Proefverslag nr. Pl. 154

Groenestein, C.M. en J.H.W. Huis in 't Veld 1996. *Praktijkonderzoek naar de ammoniak-emissie van stallen XXVII: Vleesvarkensstal met koeling van mestoppervlak in de kelder*: Wageningen, DLO, Rapport 96-1003.

Hendriks, J.G.L., G.M. den Brok en M.P. Voermans 1995. *Ammoniak-arme kraamstallen*. Praktijkonderzoek Varkenshouderij, Rosmalen. Proefverslag nr. P1.134

Klooster, C.E. van 't, B.P. Heitlager en J.P.B.F. van Gastel 1992. *Measurement systems for emissions of ammonia and other*

gasses at the Research Institute for Pig Husbandry. Research Institute for Pig Husbandry, Rosmalen. Report P3.92.

Kwantitatieve Informatie Veehouderij 1995-1996. Informatie en Kennis Centrum Veehouderij, Ede.

Mooij, M. 1996. *Samenstelling dierlijke mest*. Informatie- en Kennis Centrum Landbouw. Intern rapport in voorbereiding.

Peet-Schwering, C.M.C. van der, N. Verdoes, M.P. Voermans en G.M. Beelen 1996. *Effect van voeding en huisvesting op de ammoniakemissie uit vleesvarkensstallen*. Praktijkonderzoek Varkenshouderij, Rosmalen. Proefverslag P1.145.

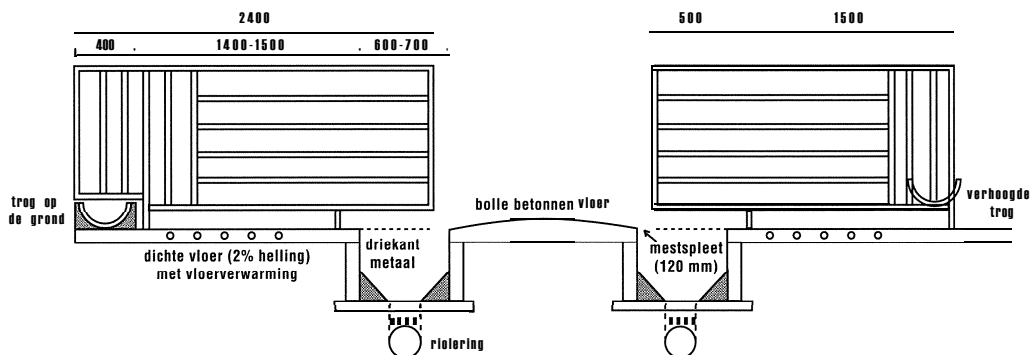
Roelofs, P.F.M.M., A.I.J. Hoofs en G.P. Binnendijk 1993. *De invloed van inweekmethode, waterdruk, debiet en nozzle op waterverbruik en werktijd voor het reinigen van varkensstallen met een hogedrukreiniger*: Varkensproefbedrijf "Zuid- en West-Nederland", Sterksel. Proefverslag nr. P1.103.

Voermans, M.P. en J.G.L. Hendriks 1996. *Het grupstalsysteem voor gaste en dragende zeugen in relatie tot ammoniakemissie*. Praktijkonderzoek Varkenshouderij, Rosmalen. Proefverslag nr. P1. 158.

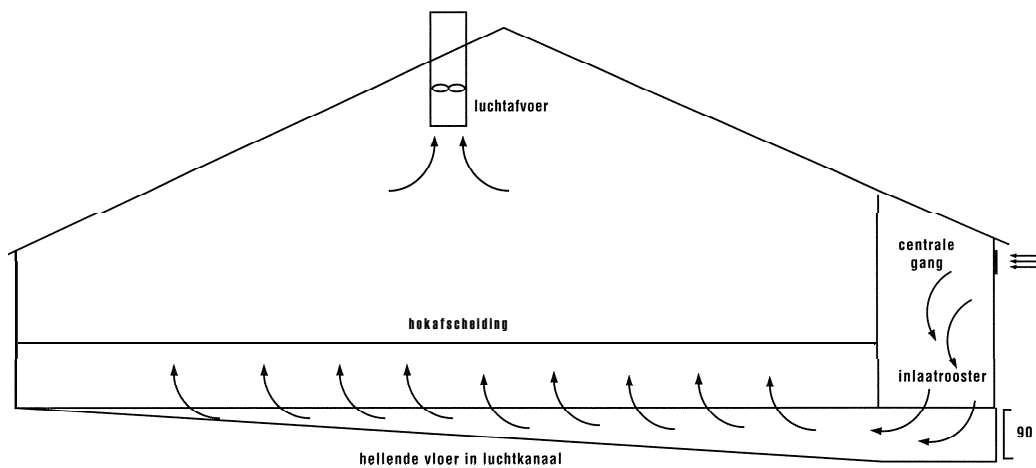
Voermans, M.P. en J.G.L. Hendriks 1996. *Ammoniakarm huisvestingssysteem voor gespeende biggen*. Praktijkonderzoek Varkenshouderij, Rosmalen. Proefverslag nr. Pl.141.

BIJLAGEN

Bijlage 1: Grupstalsysteem voor guste en dragende zeugen



Bijlage 2: Dwarsdoorsnede ventilatiesysteem vleesvarkensstal



Bijlage 3: Ammoniakemissie uit drie kraamafdelingen met emissiebeperkende maatregelen

Tabel A: Ammoniakemissie uit kraamopfokafdeling met schuine plaat onder de roosters in combinatie met een smal mestkanaal.

Ronde Periode	1 juli - aug. 1996	2 aug. - sept. 1996
temperatuur afdeling (°C)	--1	--1
temperatuur buiten (°C)	19,0	16,6
ventilatie-debiet (m³/uur)	2.271	2.073
NH ₄ - concentratie afdeling (mg/m³)	2,82	2,73
NH ₄ - concentratie buiten (mg/m³)	0,07	0,08
ammoniakemissie (kg/dpl/j) ²	4,90	4,20
lengte ronde (dagen)	31	30
aantal dagen gemeten (%)	94	80

¹ door storing in de meetapparatuur onvoldoende meetgegevens beschikbaar.

² gecorrigeerd voor ammoniakconcentratie van de buitenlucht.

Tabel B: Ammoniakemissie uit kraamopfokafdeling met combinatie van waterkanaal en smal mestkanaal.

Ronde Periode	1 juli - aug. 1995	2 aug. - sept. 1995
temperatuur afdeling (°C)	27,2	26,3
temperatuur buiten (°C)	23,6	20,2
ventilatie-debiet (m³/uur)	2.214	1.934
NH ₄ - concentratie afdeling (mg/m³)	2,17	3,11
NH ₄ - concentratie buiten (mg/m³)	0,06	0,04
ammoniakemissie (kg/dpl/j) ¹	3,58	4,43
lengte ronde (dagen)	30	31
aantal dagen gemeten (%)	80	97

¹ gecorrigeerd voor ammoniakconcentratie van de buitenlucht.

Tabel C: Ammoniakemissie uit kraamopfokafdeling met mestkoeling.

Ronde Periode	1 nov. - dec. 1996	2 mrt. - apr. 1996	3 apr. - mei 1996	4 mei - juli 1996
temperatuur afdeling (°C)	19,6	23,8	23,1	22,9
temperatuur buiten (°C)	3,1	10,0	11,6	17,3
ventilatie-debiet (m³/uur)	878	1.387	1.748	1.895
NH ₄ - concentr. afdeling (mg/m³)	4,33	4,07	2,22	1,41
NH ₄ - concentr. buiten (mg/m³)	0,15	0,15	0,08	0,06
ammoniakemissie (kg/dpl/j) ¹	2,39	3,43	2,40	1,63
lengte ronde (dagen)	26	30	31	34
aantal dagen gemeten (%)	100	83	97	82

¹ gecorrigeerd voor ammoniakconcentratie van de buitenlucht.

Bijlage 4: Ammoniakemissie uit vier verschillende biggenopfokafdelingen met eenvoudige stal-aanpassingen

Tabel A: Ammoniakemissie uit afdeling 1 (referentie), inclusief uitvalspercentage

ronde	1	2	3	4
oplegdatum	07-09-95	09-11-95	01-02-96	20-06-96
afleverdatum	13-10-95	22-12-95	14-03-96	07-08-96
temperatuur (°C)*	23,0	21,7	22,6	23,0
ventilatie-debiet (m³/uur)	1.287	1.032	925	1.398
NH ₃ -concentratie (mg/m³)	3,87	3,70	2,90	2,35
NH ₃ -emissie (g/dag)	117,9	89,9	64,5	71,1
NH ₃ -emissie (g/dpl/j)	390	310	210	230
aantal meetdagen (%)	100	83	100	100
Uitval tijdens opfok (%)	3	3	8	1

* van de afgevoerde lucht

Tabel B: Ammoniakemissie uit afdeling 2 (schuine putwand), inclusief uitvalspercentage

ronde	1	2	3
oplegdatum	17-08-95	28-09-95	16-11-95
afleverdatum	26-09-95	07-11-95	21-12-95
temperatuur (°C)*	22,9	22,2	22,9
ventilatie-debiet (m³/uur)	1.370	1.255	942
NH ₃ -concentratie (mg/m³)	3,16	3,83	3,83
NH ₃ -emissie (g/dag)	102,9	116,1	86,1
NH ₃ -emissie (g/dpl/j)	340	380	280
aantal meetdagen (%)	100	88	78
Uitval tijdens opfok (%)	8	2	1

* van de afgevoerde lucht

Tabel C: Ammoniakemissie uit afdeling 3 (0,17m² dichte vloer per big), inclusief uitvalspercentage

ronde	1	2	3	4
oplegdatum	07-09-95	26-10-95	19-01-96	13-06-96
afleverdatum	17-10-95	08-12-95	28-02-96	26-07-96
temperatuur (°C)*	22,2	22,1	22,5	23,3
ventilatie-debiet (m³/uur)	1.156	1.368	980	1.482
NH ₃ -concentratie (mg/m³)	3,52	4,17	3,46	2,17
NH ₃ -emissie (g/dag)	98,8	134,0	82,1	72,12
NH ₃ -emissie (g/dpl/j)	300	370	220	200
aantal meetdagen (%)	100	95	100	100
Uitval tijdens opfok (%)	11	1	0,8	4,2

* van de afgevoerde lucht

Tabel D: Ammoniakemissie uit afdeling 4 (mestkoeling), inclusief uitvalspercentage

ronde	1	2	3	4
oplegdatum	24-08-95	12-10-95	08-02-96	05-07-96
afleverdatum	05-10-95	16-11-95	13-03-96	16-08-96
temperatuur (°C)*	21,8	21,1	21,3	22,0
ventilatie-debiet (m³/uur)	1.360	1.566	1.051	1.967
NH ₃ -concentratie (mg/m³)	2,92	3,12	2,64	1,45
NH ₃ -emissie (g/dag)	99,3	120,7	66,5	63,5
NH ₃ -emissie (g/dpl/j)	270	330	180	170
aantal meetdagen (%)	98	94	100	100
Uitval tijdens opfok (%)	3	11	4,2	2,5

* van de afgevoerde lucht

Bijlage 5: Gemiddelde mesttemperaturen in afdeling voor gespeende biggen met eenvoudige mestkoeling.

	mesttemperatuur in breed mestkanaal (°C)			gemiddeld (°C)
	voor	midden	achter	
<i>Ronde 1</i>				
(24-8-'95 - 5-10-'95)				
Hok 3	16,1	15,8	17,1	16,3
Hok 4	15,6	15,5	16,8	16,0
Hok 7	15,1	14,9	16,2	15,4
Hok 8	15,3	15,1	16,4	15,6
<i>Ronde 2</i>				
(12-10-'95 - 16-11-'95)				
Hok 3	15,1	15,2	15,9	15,4
Hok 4	15,0	15,0	15,6	15,2
Hok 7	14,2	14,1	14,4	14,2
Hok 8	14,6	14,6	14,6	14,6
<i>Ronde 3</i>				
(8-2-'96 - 14-3-'96)				
Hok 3	15,8	14,4	15,4	15,2
Hok 4	15,5	14,2	14,1	14,6
Hok 7	15,2	14,2	14,8	14,7
Hok 8	15,0	13,5	12,8	13,8
<i>Ronde 4</i>				
(5-7-'96 - 16-8-96)				
Hok 3	15,9	15,8	17,1	16,3
Hok 4	16,2	15,7	17,2	16,2
Hok 7	16,1	15,7	17,2	16,3
Hok 8	15,9	15,8	17,0	16,3

Bijlage 6: Economische evaluatie kraamzeugen

Beschrijving traditionele afdeling: (6 afdelingen)

per afdeling	10 hokken
situering kraambox	rechte opstelling met kop naar muur
afmeting kraamhok	1,8 m breed
	2,2 m diep
vloeruitvoering	volledig rooster m.u.v. dichte plaat aan voorzijde zeug + biggennest = 35% dichte vloer
onderkeldering	0,4 m diepe volledige onderkeldering + rioleringsstelsel met in elk hok een afvoerpunt
mestopslag	buitenmestopslag aanwezig (capaciteit = 9 mnd.)

Beschrijving proefafdeling: schuine plaat en smal mestkanaal (6 afdelingen)

per afdeling	10 hokken
situering kraambox	rechte opstelling met kop naar muur
afmeting kraamhok	1,8 m breed
	2,2 m diep
vloeruitvoering	volledig rooster m.u.v. dichte plaat aan voorzijde zeug + biggennest = 35% dichte vloer
onderkeldering	0,4 m diepe volledige onderkeldering + rioleringsstelsel met in elk hok een afvoerpunt
mestopslag	buitenmestopslag aanwezig
mestkanaal	0,6 m breed onder zeug achterin
	0,3 m breed aan weerszijden van de zeug achterin
	2,5 m lengte scheidingsmuurtje water-mestkanaal
	0,2 m hoog
	0,5m ² scheidingsmuurtje
kunststof plaat	3,3m ² per hok

Overige inrichting en voorzieningen worden gelijk verondersteld
extra investeringsbedrag en -kosten berekend van nieuwbouw
berekeningen zijn inclusief montage, exclusief BTW

per kraamhok		opp./eenheid	prijs/eenheid	inv.bedrag	afsch.	onderh.	rente	jaarkosten
muurtje	materiaal	0,5 m ²	19,00 m ²	9,50	5	1	7	0,90
	arbeid	1,5 p. hok	52,50 p. uur	78,75	5	1	7	7,48
	afsmere	0,5 m ²	27,00 m ²	13,50	5	1	7	1,28
plaat	materiaal	3,3 m ² /hok	40,00 m ²	132,00	10	1	7	19,14
	montage		60,00 p. hok	60,00	5	1	7	5,70
Totaal/kraam hok				293,75				34,50

Beschrijving proefafdeling: water-mestkanaal (6 afdelingen)

per afdeling	10 hokken
situering kraam box	rechte opstelling met kop naar muur
afmeting kraamhok	1,8 m breed 2,2 m diep
vloeruitvoering	volledig rooster m.u.v. dichte plaat aan voorzijde zeug + biggenest = 35% dichte vloer
onderkeldering	0,4 m diepe volledige onderkeldering + rioleringssysteem met in elk hok een afvoerpunt
mestopslag	buitenmestopslag aanwezig
water-mestkanaal	0,6 m breed onder zeug achterin 0,3 m breed aan weerszijden van zeug achterin 2,5 m lengte scheidingsmuurtje water-mestkanaal 0,4 hoog 1m ² scheidingsmuurtje

Overige inrichting en voorzieningen worden gelijk verondersteld
extra investeringsbedrag en -kosten berekend van nieuwbouw
berekeningen zijn inclusief montage, exclusief BTW

per kraamhok	opp./eenheid	prijs/eenheid	inv. bedrag	afsch.	onderh.	rente	jaarkosten
muurtje materiaal 1m ²		19,00 m ²	19,00	5	1	7	1,81
arbeid 1,5 p. hok		52,50 p. uur	78,75	5	1	7	7,48
afsmeren 1 m ²		27,00 m ²	27,00	5	1	7	2,57
1/5 riolering 0,2 p. hok		250,00 bochtafsluiter	50,00	5	1	7	6,37
waterverbruik/ mestafzet 345 l/hok		16,00 m ³					5,88
Totaal/kraam hok			174,75				24,11

Beschrijving proefafdeling: mestkoelen (6 afdelingen)

per afdeling	10 hokken
situering kraambox	rechte opstelling met kop naar muur
afmeting kraamhok	1,8 m breed 2,2 m diep
vloeruitvoering	volledig rooster m.u.v dichte plaat aan voorzijde zeug + biggennest = 35% dichte vloer
onderkeldering	0,4 m diepe volledige onderkeldering + rioleringssysteem met in elk hok een afvoerpunt
mestopslag	buitenmestopslag aanwezig (voldoende capaciteit)
mestkoelsysteem	R&R lamellen: 12 lamellen/mestkelder, 14 cm brede lamel

Overige inrichting en voorzieningen worden gelijk verondersteld
extra investeringsbedrag en -kosten berekend van nieuwbouw
berekeningen zijn inclusief montage, exclusief BTW

per kraamhok	opp./eenh.	prijs/eenh.	inv. bedrag	afsch.	onderh.	rente	jaarkosten
lamellen	3,96 m ²	90	356,4	10	1	7	51,68
waterbronnen, besturing, pomp, etc.	0,0017 p. hok.	15000	106,40	10	1	7	15,42
energiekosten (bronpomp 1,2 kWh, circulatiepomp 0,45 kWh en een energieprij van f 0,23 per kWh)							23,58
Totaal/kraam hok			462,80				90,68

Bijlage 7: Economische evaluatie gespeende biggen

Beschrijving traditionele afdeling: (6 afdelingen)

per afdeling:	10 hokken
per hok:	12 biggen
afmeting hok:	1,2 m breed 3 m diep
vloeruitvoering:	3,6m ² volledig metalen driekantrooster
onderkeldering/afdeling:	1,25 m diepe onderkeldering (1 jaar opslag = 60 m ³)
mestopslag/afdeling:	61,2m ³ onder 48,3m ² (hokken, voergang+0,5 centrale gang)
mestproductie biggen:	0,5m ³ /jaar (anti-morsbak, KWIN 1995-1996)

Beschrijving proefafdeling 1: referentie (6 afdelingen)

per afdeling:	10 hokken
per hok:	12 biggen
afmeting hok:	1,2 m breed 3 m diep
vloeruitvoering:	0,48m ² metalen driekantrooster voor in hok 1,8m ² bolle vloer (= 0,15m ² dichte vloer/big) 1,32m ² groot metalen driekantrooster (+ mestspleet (4 cm))
onderkeldering/hok:	1,2 m PVC goot onder klein rooster (40 cm diep: geen mestopslag) + 1 afvoerstop per rij hokken 1,32 m ² kunststof bak (40 cm diep: geen mestopslag) + 1 afvoerstop per rij hokken
mestopslag/afdeling:	16,2m ³ onder hokken kwijt! (= 10 x 1,2 x 3 x 0,45) 45 m ³ onder afdeling over = voldoende! (9 mnd opslag = 45 m ³)
mestproductie biggen:	0,5m ³ /jaar (anti-morsbak, KWIN 1995-1996)

Overige inrichting en voorzieningen worden gelijk verondersteld
extra investeringsbedrag en -kosten berekend van nieuwbouw
berekeningen zijn inclusief montage, exclusief BTW

per hok (12 biggen)	opp./eenheid	prijs/eenheid	inv.bedrag	afsch.	onderh.	rente	jaarkosten
dichte bolle vloer:	1,8 m ²	79,56 m ²	143,21	5	0	7	12,17
-metalen rooster	-1,8 m ²	112,50 m ²	-20250	10	2	7	-31,39
2 x muurtje mestput*	3 m ²	66,80 m ²	200,40	5	0	7	17,03
PVC goot	1,2 m	13,50 m	16,20	10	2	7	2,51
kunststof bak(1/5 put)	0,2 p. put	1000,00 p. stuk	200,00	10	2	7	31,00
1/5 afvoerstop	0,2 p. put	30,00 p. stuk	6,00	10	1	7	0,87
1/5 afvoerstop	0,2 p. put	30,00 p. stuk	6,00	10	1	7	0,87
Totaal/hok			369,31				33,07
Totaal/biggenplaats			30,78				2,76

* = inclusief opening voor verbinding mestputten

Beschrijving proefafdeling 2: schuine wand in brede mestkanaal (6 afdelingen)

per afdeling:	10 hokken
per hok:	12 biggen
afmeting hok:	1,2 m breed 3 m diep
vloeruitvoering:	0,48m ² metalen driekanrooster voor in hok 1,8m ² bolle vloer (geen mestopslag) 1,32m ² groot metalen driekanrooster + mestspleet (4 cm)
onderke dering/hok:	1,2 m PVC goot onder klein rooster (40 cm diep: geen mestopslag) 0,95 m diepe onderkeldering 1,32m ² breed mestkanaal met schuine wand en riolering (dwars!)
mestopslag/afdeling:	45 m ³ buitenmestopslag (= 9 maanden opslag)
mestproductie biggen:	0,5 m ³ /jaar (anti-morsbak, KWIN 1995-1996)

Overige inrichting en voorzieningen worden gelijk verondersteld
extra investeringsbedrag en -kosten berekend van nieuwbouw
berekeningen zijn inclusief montage, exclusief BTVV

per hok (12 biggen)	opp./eenheid	prijs/eenheid	inv.bedrag	afsch.	onderh.	rente	jaarkosten
- ondiepe onderkeldering	-0,3 m diep/hok	295,50 /m/hok	-88,65	4	0	7	-6,65
riolering (1/5 mestput)	0,2 p. put	251,50 p. put	50,30	5	1	7	4,78
buitenmestopslag	4,5 m ³ /hok	102,40 m ³	460,80	5	2,5	7	50,69
dichte bolle vloer:	1,8 m ²	79,56 m ²	143,21	5	0	7	12,17
- metalen rooster	-1,8 m ²	112,50 m ²	-202,50	10	2	7	-31,39
PVC goot	1,2 m	13,50 m	16,20	10	2	7	2,51
schuine wand	1,2 m ²	72,00 m ²	86,40	5	1	7	8,21
Totaal/hok			465,76				40,32
Totaal/biggenplaats			38,81				3,36

Beschrijving proefafdeling 3: vergroting oppervlakte dichte vloer (6 afdelingen)

per afdeling:	10 hokken
per hok:	12 biggen
afmeting hok:	1,2 m breed 3 m diep
vloeruitvoering:	0,48m ² metalen driekantrooster voor in hok 2,04m ² bolle vloer (= 0,17m ² dichte vloer/big) 1,08m ² groot metalen driekantrooster (+ mestspleet 4 cm)
onderkeldering/hok:	1,2 m PVC goot onder klein rooster (40 cm diep: geen mestopslag) + 1 afvoerstop per rij hokken 1,08m ² kunststof bak (40 cm diep: geen mestopslag) + 1 afvoerstop per rij hokken
mestopslag/afdeling:	16,2m ³ onder hokken kwijt! (= 10 x 1,2 x 3 x 0,45) 45 m ³ onder afdeling over = voldoende! (9 mnd opslag = 45 m ³)
mestproductie biggen:	0,5m ³ /jaar (anti-morsbak, KWIN 19951996)

Overige inrichting en voorzieningen worden gelijk verondersteld
extra investeringsbedrag en -kosten berekend van nieuwbouw
berekeningen zijn inclusief montage, exclusief BTW

per hok (12 biggen)	opp./eenheid	prijs/eenheid	inv. bedrag	afsch.	onderh.	rente	jaarkosten
dichte bolle vloer:	2,04 m ²	79,56 m ²	162,30	5	0	7	13,80
- metalen rooster	-2,04 m ²	11250 m ²	-229,50	10	2	7	-35,57
2 x muurtje mestput*	3 m ²	66,80 m ²	200,40	5	0	7	17,03
PVC goot	1,2 m	13,50 m	16,20	10	2	7	2,51
kunststof bak(1/5 put)	0,2 p. put	1000,00 p. stuk	200,00	10	2	7	31,00
1/5 afvoerstop	0,2 p. put	30,00 p. stuk	6,00	10	1	7	0,87
1/5 afvoerstop	0,2 p. put	30,00 p. stuk	6,00	10	1	7	0,87
Totaal/hok			361,40				30,51
Totaal/biggenplaats			30,12				2,54

* = inclusief opening voor verbinding mestputten

Beschrijving proefafdeling 4: mestkoelen (6 afdelingen)

per afdeling:	10 hokken
per hok:	12 biggen
afmeting hok:	1,2 m breed 3 m diep
vloeruitvoering:	0,48m ² metalen driekantrooster voor in hok 1,8m ² bolle vloer (= 0,15m ² dichte vloer/big) 1,32m ² groot metalen driekantrooster + mestspleet (4 cm)
onderkeldering/hok:	1,2 m PVC goot onder klein rooster (40 cm diep: geen mestopslag) + 1 afvoerstop per rij hokken 1,32m ² kunststof bak + tyleenbuizen(40 cm diep: geen mestopslag). + 1 afvoerstop per rij hokken
mestopslag/afdeling:	16,2m ³ onder hokken kwijt! (= 10 x 1,2 x 3 x 0,45) 45 m ³ onder afdeling over = voldoende! (9 mnd opslag = 45 m ³)
mestproductie biggen:	0,5m ³ /jaar (anti-morsbak, KWIN 1995-1996)

Overige inrichting en voorzieningen worden gelijk verondersteld
extra investeringsbedrag en -kosten berekend van nieuwbouw
berekeningen zijn inclusief montage, exclusief BTW

per hok (12 biggen)	opp./eenheid	prijs/eenheid	inv.bedrag	afsch.	onderh.	rente	jaarkosten
dichte bolle vloer:	1,8 m ²	79,56 m ²	143,21	5	0	7	12,17
- metalen rooster	-1,8 m ²	112,50 m ²	-202,50	10	2	7	-31,39
2 x muurtje mestput*	3 m ²	66,80 m ²	200,40	5	0	7	17,03
PVC goot	1,2 m	13,50 m	16,20	10	2	7	2,51
kunststof bak (1/5put)	0,2 p. put	1000,00 p. stuk	200,00	10	2	7	31,00
stankslot (2 x 1/5 put)	0,4 p. put	100,00 p. stuk	40,00	10	2	7	6,20
tyleenbuizen (1/5 put)	0,2 p. put	100,00 p. put	20,00	10	3	7	3,30
basisunit (6 afd.)	0,017 p. afd.	15000,00 p. stuk	249,99	10	1	7	36,25
1/5 afvoerstop	0,2 p. put	30,00 p. stuk	6,00	10	1	7	0,87
1/5 afvoerstop	0,2 p. put	30,00 p. stuk	6,00	10	1	7	0,87
energie voor pomp	0,272 Kwh/dag	0,23 per Kwh					22,81
Totaal/hok			679,30				101,63
Totaal/biggenplaats			56,61				8,47

* = inclusief opening voor verbinding mestputten

Bijlage 8: Economische evaluatie vleesvarkens

Beschrijving traditionele afdeling:

per afdeling:	12 hokken
per hok:	9 vleesvarkens
hokafmeting:	2 m breed
	3,2 m diep
oppervlakte:	6,4 m ² (= 0,69 m ² /varken + 0,16 m ² brijbak)
vloeruitvoering:	1,2 m ² smal betonrooster (= 0,6 x 2 m)
	2,7 m ² bolle vloer (= 1,35 x 2 m)
	2,5 m ² betonrooster (= 1,25 x 2 m)
onderkeldering:	1,5 m volledig diepe onderkeldering (1,75 m diep onder c.g.)
mestopslag:	voldoende mestopslagcapaciteit onder stal
mestproductie:	1,15 m ³ /varken/jaar
klimaatbeheersing:	in afdeling: plafondventilatie (mineraalwol)
	onderafzuiging onder voergang, 2 ventilatoren 45 cm doorsnede

Beschrijving proefafdeling: metalen roosters, ondiepe kelders, ventilatiesysteem

per afdeling:	12 hokken
per hok:	9 vleesvarkens
hokafmeting:	2 m breed
	3,2 m diep
oppervlakte:	6,4 m ² (= 0,69 m ² /varken + 0,16 m ² brijbak)
vloeruitvoering:	1,2 m ² smal metalenrooster + grestrog (2 m breed) + afvoerpunt/rij hokken
	2,7 m ² bolle vloer + anti-sliptegels
	2,5 m ² metalen rooster + mestspleet (10 cm achterin hok)
	0,4 m waterkanaal + afvoerpunt
	0,75 m mestkanaal + 'rest' riolering
onderkeldering:	0,35 m ondiepe onderkeldering (c.g. = opvangput waarop riolering uitmondt)
mestopslag:	7,8 m ³ per hok buitenmestopslag (= 9 mnd opslag)
klimaatbeheersing:	luchtinlaat via metalen rooster in luchtkanaal (op cg.)
	via voergang in afdeling (metalen roosters, oplopende vloer van luchtkanaal)
	afzuiging in nok, 1 ventilator 45 cm doornede

Overige inrichting en voorzieningen worden gelijk verondersteld
extra investeringsbedrag en -kosten berekend van nieuwbouw
berekeningen zijn inclusief montage, exclusief BTW

per vleesvarkenshok	opp./eenheid	prijs/eenheid	inv. bedrag afsch. onderh. rente jaarkosten			
metalen roosters	3,70 m ²	130,00 m ²	481,00	10	2	74,56
-betonroosters	-3,70 m ²	57,63 m ²	-213,23	10	0	-28,79
grestrog	2,00 m	63,77 m	127,54	10	0	17,22
anti-sliptegels	2,70 m ²	25,00 m ²	67,50	10	2	10,46
minder ondiepe kelders	-9,00 plaats/hok	78,37 p. plaats	-705,33	4	0	-52,90
buitenmestopslag	7,80 m ³ /hok	73,20 p. m ³	570,96	5	2,5	62,81
rioleringssysteem	1,00 p. hok	272,70 p. hok	272,70	5		25,91
1/6 afvoer+1 m leiding	0,17 p. hok	40,00 p. put	6,67	10		0,97
luchtkanaal grondwerk	12,90 m ² /afd.	25,00 m ²	26,88	5	0	2,28
betonwerk	5,81 m ³ /afd.	240,00 m ³	116,10	5	0	9,87
rooster	12,90 m ² /afd.	105,00 m ²	112,88	10	2	17,50
systeemvl.	12,90 m ² /afd.	52,80 m ²	-56,76	5	0	-4,82
ventilator+koker	-1,00 p. afd.	1376,00 p. stuk	-114,67	10	3	-18,92
plafondventilatie	-50,40 m ² /afd.	39,67 p. m ²	-166,61	5	3	-19,16
Totaal/hok			525,61			96,97
Totaal/vleesvarkensplaats			58,40			10,77

REEDS EERDER VERSCHENEN PROEFVERSLAGEN

Proefverslag P1.155

Effect van mestkoeling op de ammoniak-emissie uit een vleesvarkensstal. G.M. den Brok en Verdoes, N., augustus 1996.

Proefverslag P1.156

Het effect van tarweras op de technische resultaten, de slachtkwaliteit, de gezondheid en de mestsamenstelling van vleesvarkens. R.H.J. Schotten, Plagge, J.G. en Peet-Schwering, C.M.C. van der, augustus 1996.

Proefverslag P1.157

Aardappeleiwit (Protamy[®] PF en Protastar[®]) in voer voor gespeende biggen. J.G. Plagge en Peet-Schwering, C.M.C. van der, september 1996.

Proefverslag P1.158

Het grupstalsysteem voor guste en dragende zeugen in relatie tot ammoniakemissie. M.P. Voermans en Hendriks, J.G.L., september 1996.

Proefverslag Pl. 159

Speendiarree bij biggen: de factoren voeding en Escherichia coli. E.M.A.M. Bruininx en Peet-Schwering, C.M.C. van der, september 1996.

Proefverslag Pl. 160

PVE/IKB-Productinformatie Biggen. Informatie-uitwisseling tussen vermeerderders en vleesvarkenshouders. J.B. van der Fels en Huiskes, J.H., september 1996.

Proefverslag P1.161

Klimaatregeling met koude-opslag in vleesvarkensstallen. N. Verdoes, Telle, M.G., Mouwen, I.A.A.C., Tuinte, J.H.G., Vrielink, M.G.M. en Brakel, C.E.P. van, oktober 1996.

Proefverslag Pl. 162

Rota tiekruising in de Nederlandse varkenshouderij. Deel 1: zeugenhouderij. F.C.A. M. Broeders, Vesseur, P.C., Kanis, E. en Vonk M.C., oktober 1996.

Proefverslag Pl. 163

Rotatiekruising in de Nederlandse varkenshouderij. Deel 2: vleesvarkenshouderij. J.H. Huiskes en Binnendijk, G.P., oktober 1996.

Proefverslag P1.164

Invloed van huisvestingssysteem op arbeid en arbeidsomstandigheden bij dragende zeugen. P.F.M.M. Roelofs en Sande-Schellekens, A.L.P. van de, november 1996.

Proefverslag P1.165

Structuurrijke grondstoffen in het mengvoer van vleesvarkens. R.H.J. Scholten, Brok, G.M. den en Binnendijk, G.P., december 1996.

Proefverslag P1.166

Desinfectie van bedrijfsvreemd materiaal door blootstelling aan UV-C. P.F.M.M. Roelofs, december 1996.

Proefverslag Pl. 167

Herstructurering intensieve veehouderij in het zuidelijk zandgebied. J.H.A.N. Adams, Backus, G.B.C., Helming, J.F.M., Vermeer, A.W. en Zeijts, H. van, december 1996.

Proefverslag Pl. 168

Bloedplasma en bloedcellen in voer voor gespeende biggen. C.M.C. van der Peet-Schwering, Binnendijk, G.P., januari 1997

Exemplaren van proefverslagen kunnen worden verkregen door **f** 25,- per verslag (m.u.v. Pl. 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. Pl. 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.