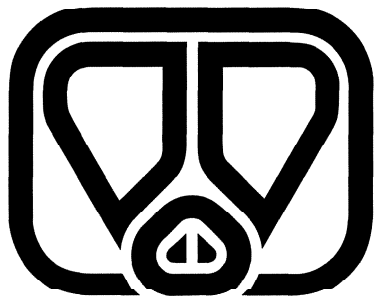


Ir. J.G.M. Thelosen**
Ing. J.H.M. van Cuyck*
Ir. J.A.M. Voermans**

Varkensproefbedrijf "Zuid- en
West-Nederland" te Sterksel
Proefstation voor de Varkens-
houderij te Rosmalen

Rioleringsstelsiem voor de afvoer van mest

Sewer system for slurry removal



**Varkensproefbedrijf
"Zuid- en West-Nederland"**

Varkensproefbedrijf
"Zuid- en West-Nederland"
Vlaamseweg 17
6029 PK Sterksel
Tel. 04907 - 62376

Proefverslag nummer P 1.92
juli 1993

INHOUDSOPGAVE

	SAMENVATTING	3
	<i>SUMMARY</i>	4
1	INLEIDING	5
	<i>INTRODUCTION</i>	5
2	MATERIALEN EN METHODEN	6
	<i>MATERIALS AND METHODS</i>	6
2.1	Beschrijving en werkingsprincipe van het rioleringsstelsel	6
2.2	Inrichting van de afdelingen	6
2.2.1	Algemeen	7
2.2.2	Dek/wachtafdelingen	7
2.2.3	Wachtafdelingen	9
2.2.4	Afdelingen met groepshuisvesting met voerstation	9
2.3	Mestafvoersystemen	10
2.3.1	Mestafvoer middels één afvoerpunt	10
2.3.2	Mestafvoer middels het rioleringsstelsel	11
2.4	Ammoniakmetingen en overige waarnemingen	11
3	RESULTATEN	13
	<i>RESULTS</i>	13
3.1	Technisch functioneren van het rioleringsstelsel	13
3.2	Hoeveelheid achterblijvende mest	13
3.3	Ammoniakemissies	14
3.3.1	Dek/wachtafdelingen	14
3.3.2	Wachtafdelingen	14
3.3.3	Afdelingen met groepshuisvesting met voerstation	16
3.4	Berekeningen ammoniakemissie	16
3.5	Invloedsfactoren op de ammoniakemissie	18
3.6	Arbeidsbehoefte	19
4	KOSTEN	20
	<i>COSTS</i>	20
4.1	Aannames	20
4.2	Materiaalkosten van de mestafvoersystemen	20
5	DISCUSSIE EN AANBEVELINGEN	22
	<i>DISCUSSION AND RECOMMENDATIONS</i>	22
5.1	Doelmatigheid van mestafvoer	22
5.2	Arbeid	24
5.3	Invloed van mestafvoersystemen op de ammoniakemissie	24
5.4	Relaties met de ammoniakemissie	25
6	CONCLUSIES	26
	<i>CONCLUSIONS</i>	26
	LITERATUUR	27
	<i>LITERATURE</i>	27
	BIJLAGEN	28
	<i>APPENDICES</i>	28
	REEDS EERDER VERSCHENEN PROEFVERSLAGEN	32
	<i>PUBLISHED RESEARCH REPORTS</i>	32

SAMENVATTING

Op het Varkensproefbedrijf "Zuid- en West-Nederland" te Sterksel heeft in de periode van januari 1989 tot oktober 1992 onderzoek plaatsgevonden naar mestafvoersystemen in een zeugenstal. De doelstelling van dit onderzoek was om vast te stellen of een rioleringsstelsel in combinatie met een ondiepe putuitvoering een bruikbaar mestafvoersysteem zou kunnen zijn voor de varkenshouderij. In dit onderzoek zijn twee verschillende mestafvoersystemen in een put van 40 cm diep met elkaar vergeleken. De belangrijkste aandachtspunten waren daarbij:

- 1) de doelmatigheid van de mestafvoer;
- 2) de invloed op de ammoniakemissie;
- 3) de praktische ervaringen en inpasbaarheid.

Het beproefde mestafvoersysteem was het IC vacumest rioleringsstelsel waarbij de mest wekelijks, door verschillende mestafvoerpunten in de keldervloer, uit de mestkanalen werd afgevoerd. Door dit stelsel toe te passen was het mogelijk om doelmatiger en frequenter mest af te voeren uit de mestkanalen. Daarnaast zou dit mestafvoersysteem mogelijke voordelen geven ten aanzien van de ammoniakemissie.

Het referentie-mestafvoersysteem was een systeem waarbij de mest maandelijks, middels één afvoerpunt, uit de mestkanalen werd afgevoerd.

Voor dit onderzoek waren drie afdelingen voor drachtige zeugen uitgerust met diverse uitvoeringen van het IC vacumest rioleringsstelsel. Drie identieke afdelingen waren uitgerust met twee schuifafsluiters per afdeling.

Uit de resultaten blijkt dat het IC vacumest rioleringsstelsel een erg bedrijfszeker mestafvoersysteem was. De uitvoeringen van het rioleringsstelsel met centrale afsluiters zijn gemakkelijk te automatiseren. Het verwijderen van mest uit de mestkanalen verliep beter dan bij het mestafvoersysteem met één afvoerpunt per mestkanaal. De effectieve putinhoud bleef in de afdelingen met het IC vacumest rioleringsstelsel gemiddeld op 93%. In de referentieafdelingen nam de effectieve putinhoud binnen

1,5 jaar af tot 73%. Bij een ondiepe putuitvoering is een doelmatig mestafvoersysteem een vereiste omdat door ophoping van bezonken mest vrij snel een geringe opslagcapaciteit over zal blijven. De netto investeringen aan materialen voor de diverse uitvoeringen van het IC vacumest rioleringsstelsel waren f 21,- tot f 41,- per zeugenplaats hoger ten opzichte van het referentiesysteem.

De verschillen in ammoniakemissie tussen de drie afdelingen met het IC Vacumest rioleringsstelsel en de drie afdelingen met het referentiesysteem waren klein: tussen de vergelijkbare afdelingen -7,3%, +8,7% en -3,7%. Deze verschillen waren niet steeds ten voordele van het IC vacumest rioleringsstelsel. Een één tot twee wekelijkse en doelmatigere mestafvoer ten opzichte van een twee wekelijkse tot een maandelijks en minder doelmatige mestafvoer gaf dus een minimaal verschil in de ammoniakemissie bij drachtige zeugen in verschillende huisvestingsystemen met ondiepe putten. Indien een mestafvoersysteem met langdurige mestopslag in de stal in de vergelijking betrokken zou zijn, zou waarschijnlijk een grotere reductie van de ammoniakemissie verkregen zijn.

Een goed geïnstalleerd IC vacumest rioleringsstelsel in combinatie met ondiepe putten is een praktijkrijp mestafvoersysteem. Het afvoeren van mest vraagt niet veel extra arbeid, kan tijdens normale werkzaamheden uitgevoerd worden en er zijn geen bewegende delen onder de roosters. Het IC vacumest rioleringsstelsel, in combinatie met een spoelsysteem of met mestschuiven, biedt goede perspectieven ten aanzien van de ammoniakdoelstelling die gehaald moet worden.

SUMMARY

In the period from januari 1989 until oktober 1992, an experiment about slurry removal systems in sow houses was carried out at the Experimental Farm for Pig production in Sterksel. In this experiment two different slurry removal systems were compared. From both pits the depth was 40 cm and the slurry storage time was at maximum one month. Outside the pig house extra slurry storage was available. In this experiment much attention is paid to:

- 1) the slurry removal efficiency;
- 2) the influence on the ammonia emission;
- 3) the impact on practical circumstances.

The control system for slurry removal is a system with one valve per channel and once a month the pits are emptied. The experimental slurry removal system is the IC vacumest sewer system. In the pit floor a number of openings are made to a sewer pipe under the floor. The slope of the pipe was about 3 promille. A (central) valve is used for emptying the pits. This slurry removal system gives possibilities to empty pits more frequent and more efficient. Once a week the central valves are opened and the slurry is lead by gravity to the storage outside the building. Because of a shorter exposure time of slurry to the air in the rooms, a reduction in the ammonia emission is expected.

In three units for pregnant sows three types of the IC vacumest sewer system is installed. In three complete comparable units for pregnant sows, the control slurry removal system is installed.

The IC vacumest sewer system is a very sure and efficient slurry removal system. Automatisations of the slurry removal is easy for sewer systems with central valves on well reachable places. With an IC vacumest sewer system the effective pit content is about 93%. With the control slurry removal system the effective pit content decreased down to 73% in 1,5 years. When shallow pits are used, an efficient slurry removal system is necessary. The IC vacumest sewer system is able to fulfill this requirement. The differences in the ammonia emissions between the units with the IC vacumest

sewer system and the control systems were small; -7,3%, +8,7% and -3,7% between comparable units. Between a weekly or a two weekly and efficient slurry removal in comparison with a two weekly or a monthly and less efficient slurry removal, little differences in ammonia emission are found in the units for pregnant sows for different housing systems with undeepest pits. However, when the comparison was made between the systems in this experiment and a system with slurry storage under the slats, probably the differences in ammonia emission were increased.

The net costs for the materials are about Dfl 21,- to 41,- per pig place higher for an IC vacumest sewer system in comparison with a simple slurry removal system. A good installed IC vacumest sewer system in combination with undeepest pits is an advisable slurry removal system for pig producers. Only a little extra labour time is required for slurry removal and no mechanical parts are needed. An IC vacumest sewer system in combination with a flushing system or a scraper system are perspective options for future developments to deal with environmental legislations.

1 INLEIDING

INTRODUCTION

De overheidsdoelstelling is om voor het jaar 2000 een reductie in ammoniakemissie van 50-70% te realiseren. Daartoe zullen op bedrijfsniveau maatregelen genomen moeten worden om tot beperking van de ammoniakuitstoot te komen. Ammoniak ontwijkt uit stallen, uit mestopslagen en bij aanwending van mest. In de varkenshouderij zullen aanpassingen gedaan moeten worden om ammoniakemissies uit mestopslagen en stallen te beperken,

Reeds enkele jaren is het bekend dat mestopslag voor langere periodes onder de roosters in varkensstallen niet optimaal is. De achterliggende redenen zijn van veterinaire en milieutechnische aard. In diepe mestputten vindt namelijk een continue vorming van allerlei ongewenste gassen plaats waardoor de luchtkwaliteit in de afdelingen negatief beïnvloed wordt. Daardoor zal extra geventileerd moeten worden om een acceptabel klimaat voor de dieren en de varkenshouder te kunnen bewerkstelligen. Daarnaast is het een goede zaak om mest centraal op te slaan in een afgedekte mestopslag, uit oogpunt van de ammoniakdoelstelling. Door de mest vaker en vollediger uit de mestkanalen af te voeren kan een beperking van gasvorming, waaronder ammoniak, verkregen worden. De meeste mestafvoersystemen zijn onvoldoende geschikt om daaraan te kunnen voldoen. Het IC vacumest rioleringsstelsel, biedt mogelijkheden om mest frequent en vrijwel volledig af te voeren uit de stal.

De doelstellingen van dit onderzoek zijn:

- 1) Vaststellen van het niveau van de mest die achterblijft in de putten na het aflaten van de mest in de referentie- en onderzoeksafdelingen.
- 2) Vaststellen van de invloed van het mestafvoersysteem op de ammoniakemissie.
- 3) Praktische ervaringen opdoen met en eventuele verbeteringen aanbrengen aan het mestafvoersysteem zodat een bedrijfsinpasbaar systeem beschikbaar komt voor de praktijk.

Dit onderzoek is mogelijk gemaakt via financiële ondersteuning door het Financieringsoverleg voor Mest- en Ammoniakonderzoek (FOMA).

2 MATERIALEN EN METHODEN MATERIALS AND METHODS

2.1 Beschrijving en werkingsprincipe van het rioleringsysteem

Op het Varkensproefbedrijf "Zuid- en West-Nederland" te Sterksel zijn in 1988 afdelingen voor drachtige zeugen gerenoveerd. Hierin is toen het IC vacumest rioleringsysteem ingebouwd (foto 1). De aanleg van het IC vacumest rioleringsysteem is uitgevoerd volgens de toenmalige kennis en inzichten (bijlage 1 a en 1 b). Een uitvoerige beschrijving van diverse rioleringsystemen is gegeven door Schellekens (1991). In het vervolg van dit verslag wordt het IC vacumest rioleringsysteem bedoeld indien rioleringsysteem vermeld staat.

In dit onderzoek is per mestkanaal een rioolbuis (Ø 200 mm) in de putvloer ingestort. De rioolbuis is onder een afschot van 3 promille naar een centrale mestafvoerbuis (Ø 200 mm) aangelegd. De rioleringsbuis is op de centrale mestafvoerbuis aangesloten via een bocht van circa 90°. Per mestkanaal is een centrale afsluiter geplaatst. Hierdoor is het mogelijk om door één handeling te verrichten de afvoer van mest uit de mestkanalen te bewerkstelligen. De centrale

mestafvoerbuis is onder een helling van 5 promille naar een centrale pompput buiten de stal aangelegd.

Om een goede en gelijkmatige mestafvoer per mestkanaal te verkrijgen zijn diverse doorsnedes van en afstanden tussen de mestafvoeropeningen in de putvloer gemaakt. Indien de centrale afsluiters gesloten zijn wordt het mestniveau in de mestkanalen opgebouwd. Indien na een bepaalde tijd het mestniveau voldoende gestegen is, wordt de centrale afsluiter geopend. Doordat een onderdruk ontstaat in de centrale afvoerbuisen, wordt de mest met kracht uit de mestkanalen gezogen. De mest stroomt automatisch naar het laagst gelegen punt, de pompput, en wordt vervolgens naar de opslagsilo's gepompt. Extra mestopslagcapaciteit buiten de afdelingen is bij dit mestafvoersysteem en bij geringe putdiepte dan ook noodzakelijk.

2.2 Inrichting van de afdelingen

Er zijn zes afdelingen in één stal voor drachtige en te dekken zeugen betrokken in dit onderzoek. Drie daarvan waren proefafdelingen en drie referentie-afdelingen.

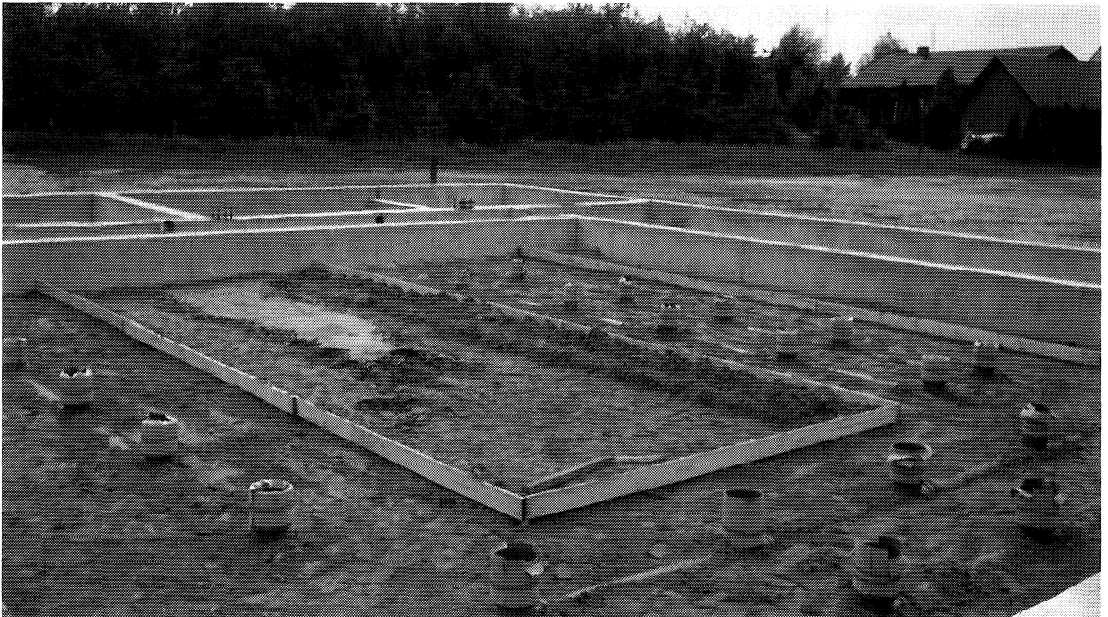


Foto 1: Aanleg van een IC vacumest rioleringsysteem

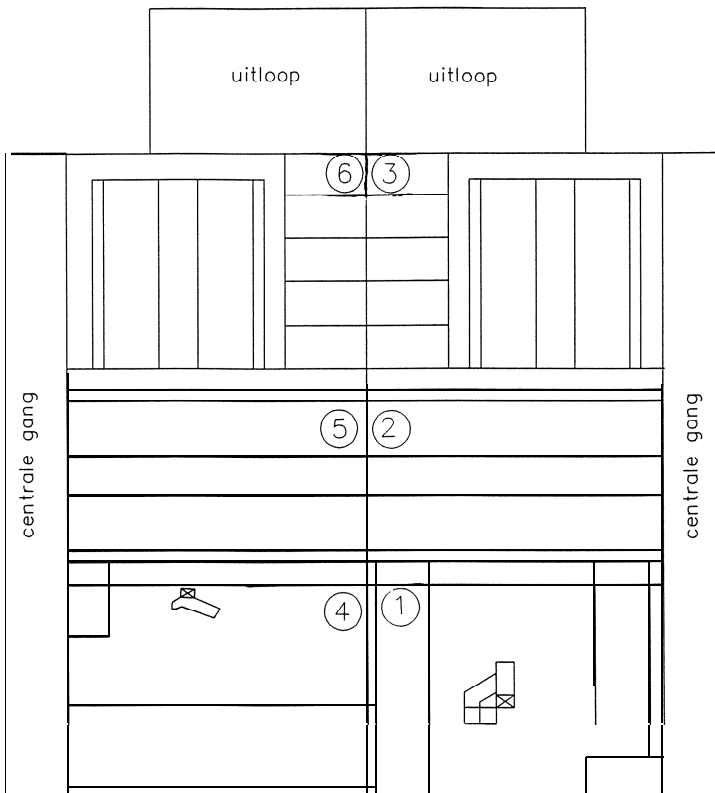
2.2.1 Algemeen

Alle afdelingen waren voorzien van een mechanisch ventilatiesysteem waarbij de verse lucht via een ventilatieplafond (Custers Air Control) binnenkomt. Aan de linkerzijde van de stal waren alle referentie-afdelingen gesitueerd en vond indirecte luchtinlaat plaats via de centrale gang. Aan de rechterzijde van de stal waren de proefafdelingen gesitueerd en werd de lucht via grondbuizen en een condensput boven het ventilatieplafond gebracht. Er waren drie verschillende typen afdelingen in dit onderzoek betrokken. De drie proefafdelingen waren uitgerust met verschillende uitvoeringen van het rioleringsysteem. De inrichting van de drie referentie-afdelingen was identiek aan de bijbehorende proefafdeling. In figuur 1 is een plattegrond van de stal weergegeven waarin het onderzoek heeft plaatsgevonden.

De zeugen in de groepshuisvesting met een automatisch voerstation en de opfokzeugen konden onbepaald water opnemen. De zeugen in de voerligboxen kregen tweemaal daags gedurende 1,5 uur water vrij ter beschikking. De zeugen en opfokzeugen werden volgens een vast voerschema gevoerd (bijlage 2b). Alle nog te dekken zeugen of opfokzeugen kregen dagelijks de mogelijkheid tot uitloop. Tweemaal daags werd bronstcontrole uitgevoerd in de dek/wachtafdelingen. Hoogdrachtige zeugen werden circa 1 week voor het werpen verplaatst naar de kraamafdelingen. De instellingen voor de klimaatsregelaars en de kenmerken van de ventilatoren waren voor alle afdelingen identiek (bijlage 2b).

2.2.2 Dek/wachtafdelingen

In dit onderzoek waren twee dek/wachtafdelingen (3 en 6), bestaande uit elk 28 zeu-



Figuur 1: Overzicht van de proefstal voor zeugen.
Figure 1: Scheme of the building for sows used in this trial.

genplaatsen en 25 opfokzeugenplaatsen (leeftijd vanaf 6,5 maanden), betrokken. Beide afdelingen bestonden uit twee rijen met elk 14 voerligboxen die in de lengterichting ten opzichte van de centrale gang geplaatst waren. In de afdelingen was een controlegang van 0,80 m breed evenwijdig aan de centrale gang aanwezig. De boxen bestonden uit een trog van 0,4 m, een dichte betonvloer van 1,0 m en een roostergedeelte van 1,0 m. De roostervloer was een betonrooster met een balkbreedte van 10 cm en een spleetbreedte van 2 cm. De twee rijen voerligboxen waren met de achterzijde naar elkaar gericht waartussen een roostervloer van 1,40 m breed aanwezig was.

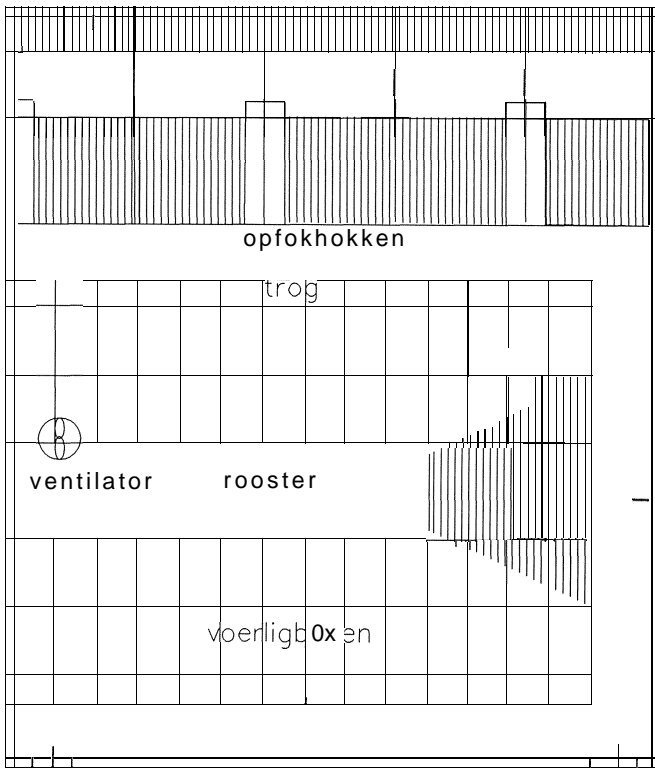
Onder de dichte vloeren vond geen mestopslag plaats. De totale mestopslagcapaciteit voor de zeugen in voerligboxen was circa 13 m³ in elke afdeling.

Naast de voerligboxen voor zeugen waren in beide afdelingen nog 5 hokken voor elk 5 (dekrijpe) opfokzeugen aanwezig. Elk hok was 1,90 m breed en 3,0 meter diep. Vanaf de voergang gezien was de hokindeling

achtereenvolgens een groot rooster van 1,50 m, een bolle vloer van 1,0 m en een smal rooster van 0,5 m. De hokken hadden dwarsgeplaatste troggen van 2,0 m lengte en 0,40 m breedte. Boven het grote rooster was een drinknippel geplaatst. Onder het rooster vond mestopslag plaats. De mestkanalen onder de opfokhokken stonden middels het rioleringsysteem met elkaar in verbinding. De totale mestopslagcapaciteit voor opfokzeugen was circa 7,6 m³ in elke afdeling. Het totale roosteroppervlak was per afdeling circa 48 m² (0,91 m² per dierplaats).

Vanuit elke dek/wachtafdeling was één deur aanwezig naar een overdekte uitloop direct naast de afdeling. Daarnaast waren in elke afdeling twee deuren gemaakt die uitkwamen op de centrale gang. In figuur 2 is de inrichting van de dek/wachtafdeling weergegeven.

Verwarming van de afdelingen vond plaats middels verwarmingsbuizen die aan de buitenmuurzijde op circa 0,25 m onder het ven-



Figuur 2: Inrichting van de dek/wachtafdelingen.
 Figure 2: Design for the units for mating sows and gilts.

tilatieplafond waren aangebracht. De ventilator was in het midden op circa één meter van de tussenmuur geplaatst. De temperatuurvoeler was centraal in de afdeling gemonteerd.

2.2.3 Wachtafdelingen

Er waren in dit onderzoek twee wachtafdelingen (2 en 5) voor drachtige zeugen, bestaande uit elk 36 zeugenplaatsen, betrokken. Beide afdelingen bestonden uit twee rijen met elk 18 voerligboxen die dwars op de centrale gang geplaatst waren. De uitvoeringen van de voerligboxen, troggen en de vloeren zijn reeds in paragraaf 2.2.2 beschreven. In elke afdeling waren drie deuren gemaakt die op de centrale gang uitkwamen. Twee deuren kwamen uit op de controlepaden en één deur kwam uit tussen de rijen voerligboxen in elke afdeling. Onder de dichte vloeren vond geen mestopslag plaats. De totale mestopslagcapaciteit was circa 15 m³ in elke afdeling. Het totale roosteroppervlak was per afdeling circa 37 m² (1,02 m² per dierplaats). Voor ruimteverwarming waren boven de beide rijen met voerligboxen verwarmingsbuizen aangebracht. Daarnaast kon even-

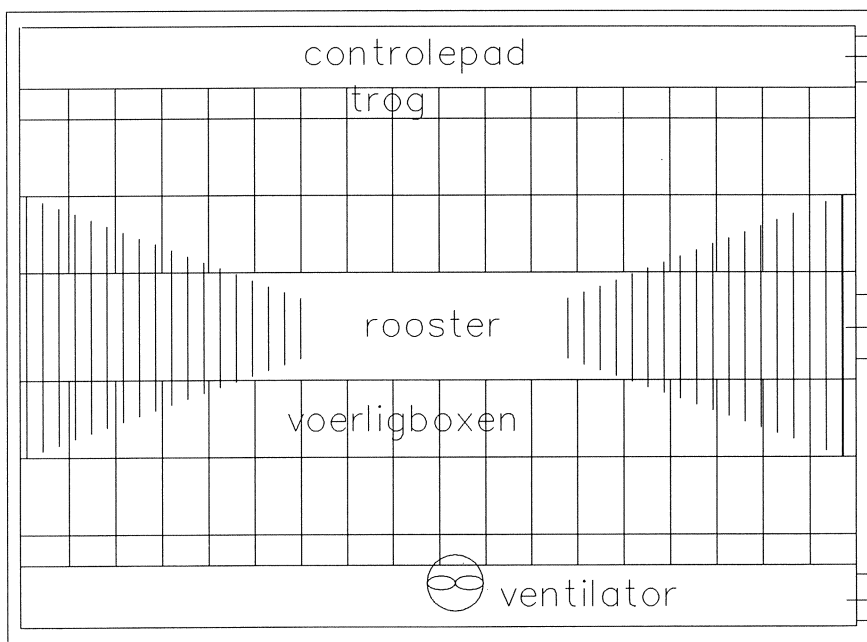
tueel vloerverwarming ingeschakeld worden in het dichte vloergedeelte onder de zeugen. In figuur 3 is de inrichting van de wachtafdeling weergegeven.

De ventilator was in het midden op circa één meter van de tussenmuur geplaatst. De temperatuurvoeler was centraal in de afdeling gemonteerd.

2.2.4 Afdelingen met groepshuisvesting met voerstation

Er waren in dit onderzoek twee afdelingen (1 en 4) voor drachtige zeugen, bestaande uit elk 40 zeugenplaatsen in één grote groep met één automatisch voerstation, betrokken.

Onder de dichte vloeren vond wel mestopslag plaats, maar door stankafsluiters was geen direct contact met de stallucht mogelijk. Er zijn betonnen roosters gebruikt met balkbreedte van 10 cm en een spleetbreedte van 2 cm. De dichte vloeren waren bol uitgevoerd. De putten in de onderzoeksafdeling (1) waren gesegmenteerd en elk segment was circa 2,0 bij 3,0 m. In deze afdeling waren twee bolle vloeren van twee meter breedte over de volle breedte van de afdeling aanwezig. In de referentie-afdeling



Figuur 3: Inrichting van de wachtafdelingen.

Figure 3: Design of the units for pregnant sows.

(4) was maar één bolle vloer van 3 meter breedte over de gehele lengte van de afdeling aanwezig. De totale mestopslagcapaciteit per afdeling was gelijk en bedroeg circa 33 m³. Het totale roosteroppervlak was ook per afdeling gelijk en bedroeg circa 52 m² (1,30 m² per dierplaats). In figuur 4 is de inrichting van de beide afdelingen met groepshuisvesting weergegeven. In elke afdeling was de ventilator in het midden op circa 1 m van de tussenmuur geplaatst. Bij afdeling 1 was dit boven het rooster en bij afdeling 4 boven de dichte vloer. De temperatuurvoelers waren centraal in de afdeling gemonteerd.

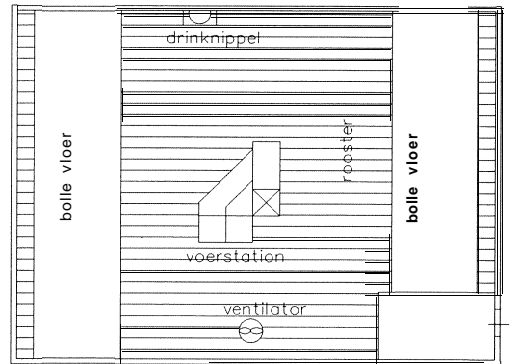
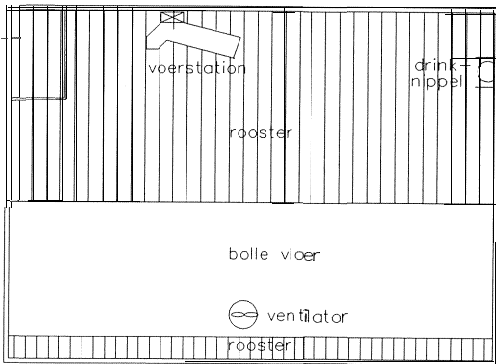
2.3 Mestafvoersystemen

Alle zes afdelingen hadden een putdiepte van 40 cm. In de drie referentie afdelingen

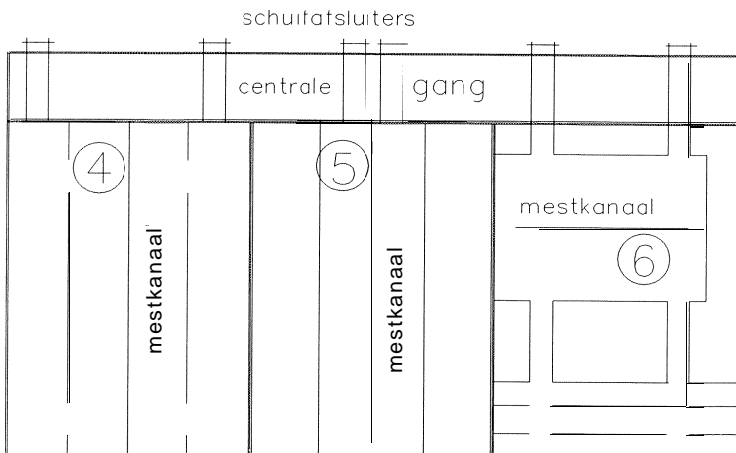
waren identieke mestafvoersystemen ingebouwd. In de drie onderzoeksafdelingen waren verschillende uitvoeringen van het rioeringssysteem ingebouwd.

2.3.1 Mestafvoer middels één afvoerpunt

In de referentie-afdelingen was een eenvoudig mestafvoersysteem ingebouwd. Door middel van het openen van een schuif in de buitenmuur werd de mest uit de mestkanalen afgevoerd naar een opvangput naast de stal. Per afdeling waren twee schuifafsluiters gemaakt. In figuur 5 is aangegeven hoe het puttenplan er in de referentie-afdelingen uitzag. In de afdeling met groepshuisvesting waren geen segmenten gemaakt maar gewone mestkanalen. Tot oktober 1990 werd elke twee weken de mest van alle afdelingen afgevoerd behalve



Figuur 4a en 4b: Inrichting van de afdelingen met groepshuisvesting.
 Figure 4a and 4b: Design of the units for pregnant sows in a grouphousing system.



Figuur 5: Puttenplan en mestafvoersysteem van de referentie-afdelingen.
 Figure 5: Design of the pits and the slurry removal system from the control units.

de referentie-afdeling van groepshuisvesting (om de 6 weken). Na deze periode alleen indien de putten nagenoeg vol waren (ongeveer maandelijks).

2.3.2 Mestafvoer middels het rioleringsstelsel

In de onderzoeksafdelingen waren verschillende uitvoeringen van het rioleringsstelsel ingebouwd.

In de wachtafdeling werd de mest afgevoerd door het openen van één centrale afsluiter per mestkanaal. In deze afdeling waren twee mestkanalen gemaakt, onder iedere rij voerligboxen één. Per mestkanaal waren in de putvloer zeven openingen met verschillende tussenafstanden en diameters naar de onderliggende riool buis gemaakt (figuur 6).

In de dek/wachtafdeling werd de mest uit de twee mestkanalen onder de voerligboxen tegelijk afgevoerd middels één centrale afsluiter. De mestafvoer uit de twee mestkanalen onder de opfokhokken werd ook middels één centrale afsluiter verzorgd. Per mestkanaal waren in de putvloer zes openingen met verschillende tussenafstanden en diameters naar de onderliggende rioolbuis gemaakt (figuur 6).

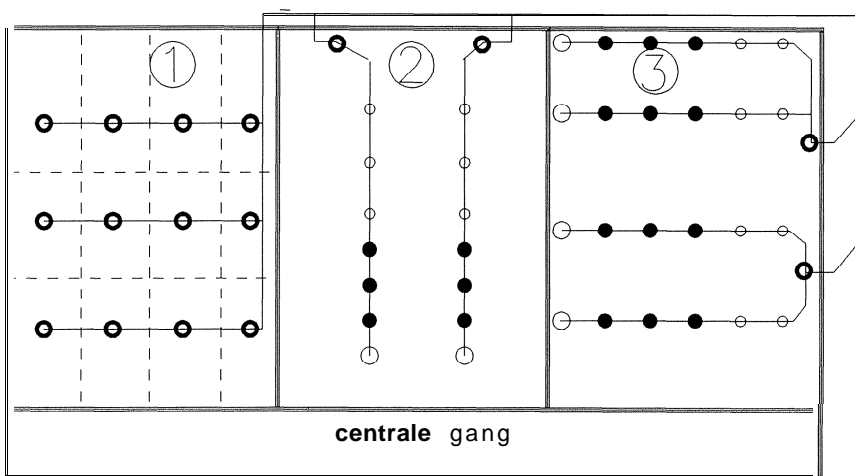
In de mestopslag onder de afdeling met groepshuisvesting waren in totaal twaalf

segmenten gemaakt. Per segment was één afsluiter aanwezig. Voor de afvoer van de mest moesten dus twaalf afsluiters bediend worden. Alle openingen hadden een gelijke diameter (figuur 6).

In alle proefafdelingen werd de mest tot oktober 1990 om de twee weken afgevoerd. Na deze periode gebeurde dat wekelijks.

2.4 Ammoniakmetingen en overige waarnemingen

Vanaf december 1989 tot oktober 1992 waren alle afdelingen aangesloten op een NO_x-analyser. Bij de afdeling met groepshuisvesting zijn na aanvang van de metingen problemen met het ventiliatiemetingen opgetreden, waardoor pas vanaf juli 1990 betrouwbare resultaten beschikbaar waren. Met behulp van deze meetopstelling werden de ammoniakemissies van de zes afdelingen gemeten. Van elke afdeling werd ongeveer elk uur één luchtmonster van de uitgaande ventilatielucht in de ventilatiekoek genomen. In "converters" werd de aanwezige ammoniak omgezet in stikstofmonoxide (NO), waarvan de concentratie werd vastgesteld door de NO_x-analyser en omgerekend naar de concentratie ammoniak. Gelijktijdig werd de ventilatiehoeveelheid, de afdelingstemperatuur en de relatieve luchtvochtigheid vastgelegd. Ook de



diameter aflaatopeningen: ○ = 250 mm ○ = 160 mm
● = 200 mm ● = 200 mm + afsluiter

Figuur 6: Puttenplan en mestafvoersysteem van de proefafdelingen.

Figure 6: Design of the pits and the slurry removal system from the experimental units.

ammoniakconcentratie in de buitenlucht werd geanalyseerd en vastgelegd ter correctie. De ammoniakemissie van een afdeling werd bij elke waarneming berekend met behulp van de volgende formule:

$$E_{\text{afdeling}} = (D_{\text{afdeling}} * (C_{\text{afdeling}} - C_{\text{buiten}}))$$

E_{afdeling} = de berekende ammoniakemissie in mg NH, per uur.

D_{afdeling} = de ventilatiehoeveelheid in m_3 per uur.

C_{afdeling} = de vastgestelde ammoniakconcentratie in mg NH, per m_3 uitgaande ventilatielucht.

C_{buiten} = de laatst gemeten ammoniakconcentratie in mg NH, per m_3 buitenlucht.

Per dag werden gemiddelden berekend op basis van het aantal waarnemingen en berekeningen. De daggemiddelden werden gebruikt voor de statistische toetsing. Bij de statistische toetsing werd verondersteld dat de meetfouten, die ontstaan door afwijkingen aan de meetapparatuur, tussen afdelingen niet verschillen. Bij de statistische analyse van de ammoniakemissiecijfers is rekening gehouden met de afdelingstemperatuur en het aantal aanwezige dieren.

Na toetsing van de emissiecijfers zijn emissiegetallen per dierplaats per jaar en per gemiddeld aanwezig dier per jaar op de volgende wijze berekend:

$$E_{\text{dp}} = ((E_{\text{afdeling}} / 1,0 * 10^6 * 24 \text{ uren/dag} * 365 \text{ dagen/jaar}) / \text{aantal dierplaatsen})$$

$$E_{\text{gad}} = ((E_{\text{dp}} * \text{aantal dierplaatsen} * 0,95) / \text{gemiddeld aantal aanwezige dieren})$$

E_{dp} = de ammoniakemissie per dierplaats in kg/jaar

E_{gad} = de ammoniakemissie per gemiddeld aanwezig dier bij 95% bezetting in kg/jaar

E_{afdeling} = de gemiddelde ammoniakemissie van de betreffende afdeling in mg/uur

Het onderhoud en de kalibratie van de meetopstelling waren tot januari 1991 in handen van het IMAG-DLO. Scholtens (1990) beschreef de te volgen procedures en aandachtspunten. Vanaf januari 1991 zijn het onderhoud en de kalibratie van de meetopstelling overgenomen door de meetploeg van het Praktijkonderzoek voor de Varkenshouderij (Van 't Klooster et al., 1992).

Vanaf januari 1989 tot oktober 1990 zijn de mestniveaus met een meetlat voor en na het afvoeren van de mest bijgehouden. De meetpunten waren in de vergelijkbare afdelingen identiek gesitueerd (zie bijlage 3). Voor het bepalen van de benodigde tijd voor de mestafvoer bij de verschillende uitvoeringen van het rioleringsysteem is een tijdsregistratie uitgevoerd. Bij het rioleringsysteem is éénmalig vastgesteld hoe het droge stofgehalte van de mest veranderd gedurende de afvoer van de mest. Het aantal aanwezige dieren in elke afdeling werd dagelijks vastgelegd.

3 RESULTATEN RESULTS

3.1 Technisch functioneren van het rioleringsysteem

Het rioleringsysteem heeft geen problemen vertoond ten aanzien van lekkages of verstoppingen van de leidingen gedurende de proefperiode. De schuifafsluiters van de referentieafdeling met groepshuisvesting en de wachtafdeling, sloten bij het begin van de proef, niet goed af. Daardoor lekte de dunne mestfractie weg uit de mestkanalen. Hierdoor ontstond ophoping van dikkere mest, die vrij moeilijk af te voeren was uit de mestkanalen. Na vervanging van de afsluiters zijn deze problemen niet meer opgetreden. Dit probleem kan ook optreden bij het rioleringsysteem indien de (centrale) afsluiters niet goed zijn uitgevoerd. Dit punt verdient dan ook de nodige aandacht.

3.2 Hoeveelheid achterblijvende mest

Zowel in de onderzoeks- als in de referentieafdelingen bleef na het afvoeren van de mest een bepaald mestniveau in de mestkanalen achter. De verschillen in de mestniveaus voor en na het afvoeren van de mest van de ver-

schillende onderzoeksafdelingen zijn in tabel 1 weergegeven. Gedurende de periode dat de mestniveaus gemeten werden is de mest in de dekwacht en wachtafdelingen gemiddeld om de twee weken afgevoerd in zowel de afdelingen met het rioleringsysteem als het referentiesysteem. In de afdeling met groepshuisvesting en het rioleringsysteem werd de mest om de twee weken afgevoerd en bij de referentieafdeling gemiddeld om de 6 weken.

Uit tabel 1 komt naar voren dat bij het rioleringsysteem in alle uitvoeringen een significant betere mestafvoer optreedt dan bij de referentieafdelingen. Er blijft na het afvoeren van de mest een duidelijk geringer mestniveau in de mestkanalen achter.

Tijdens het afvoeren van de mest door het rioleringsysteem is ervaren dat de mestkwaliteit niet steeds gelijk is. Direct na het openen van de afsluiter wordt over het algemeen de iets dikkere mest afgevoerd. Snel hierna wordt de mest dunner en na verloop van tijd wordt de mest weer dikker. Vlak voor het sluiten van de (centrale) afsluiter wordt de dikste mest afgevoerd (zie tabel 2).

Tabel 1: Gemiddelden (standaardafwijkingen) van mestniveaus (in cm) voor en na aflaten van de mest in de diverse afdelingen.

Table 1: Averages (standard deviations) of the levels of the slurry in the different experimental units before and after slurry removal.

	Riolering		Referentie		Na afvoer Sign.
	voor	na	voor	na	
Dek/wacht zeugen	15,1 (5,4)	2,5 (0,6) ^a	33,6 (4,0)	15,8 (1,8) ^b	P<0,001
Dek/wacht opfok	18,6 (7,2)	2,5 (0,4) ^a	34,1 (4,0)	16,5 (2,3) ^b	P<0,001
Wachtafdeling	19,5 (6,5)	2,4 (0,8) ^a	25,1 (12,1)	6,7 (2,5) ^b	P<0,001
Groepshuisvesting	11,0 (3,4)	4,1 (0,8) ^a	27,9 (6,0)	9,7 (3,0) ^b	P<0,001

a,b = deze waarden verschillen significant

Tabel 2: Veranderingen in droge stof % gedurende het afvoeren van mest door middel van een rioleringsysteem

Table 2: Variation in dry matter % during slurry transport out of the pits with the sewer system

	begin	midden	eind
Dek/wacht zeugen	1.98	5.57	6.40
Dek/wacht opfok	5.11	3.84	5.29
Wachtafdeling	4.04	4.14	6.29
Groepshuisvesting	6.84	6.53	8.04

3.3 Ammoniakemissies

De ammoniakemissies van de individuele afdelingen zijn berekend, vastgelegd en getoetst. Naast de ammoniakemissie is een aantal andere meetgegevens in de tabellen vermeld. In tabel 3 is het gemiddelde aantal aanwezige dieren en het bezettingspercentage weergegeven van de zes afdelingen in dit onderzoek.

De bezettingspercentages van de wachtafdelingen en het zeugendeel in de dek/wachtafdelingen zijn vergelijkbaar met de praktijk. De afdelingen met groepshuisvesting en het opfokzeugengedeelte in de dek/wachtafdelingen vertonen een lager bezettingspercentage, dit wordt veroorzaakt door onder andere het houderijsysteem.

3.3.1 Dek/wachtafdelingen

In tabel 4 staan de resultaten vermeld van de ammoniakemissiemetingen van de beide dek/wachtafdelingen. In figuur 7 is de ammoniakemissie in de loop van de onderzoeksperiode van de referentie- en de

onderzoeksafdeling vermeld.

Er wordt in de maanden oktober en november 1990 een piek in de ammoniakuitstoot gemeten. Een verklaring daarvoor is niet aan te geven. Deze waarnemingen mee zijn toch meegenomen bij de toetsing. De beschreven uitvoering van het rioleringssysteem in combinatie met het huisvestingssysteem geeft een 7,3% lagere ammoniakemissie. Verondersteld is dat bij beide afdelingen de deuren naar de overdekte uitloop even vaak geopend werden. De invloed van het seizoen op de ammoniakemissie is waarneembaar.

3.3.2 Wachtafdelingen

In tabel 5 staan de resultaten van de ammoniakemissiemetingen van de beide wachtafdelingen. In figuur 8 is de ammoniakemissie in de loop van de onderzoeksperiode van de referentie- en de onderzoeksafdeling vermeld.

De beschreven uitvoering van het rioleringssysteem in combinatie met het huisvestingssysteem geeft een 8,7% hogere ammoniakemissie. Ook hier is de invloed van het seizoen terug te vinden.

Tabel 3: Gemiddeld aantal aanwezige dieren (g.a.d.) en de bezettingspercentages (bez%).
Table 3: Average animal numbers (g.a.d.) also in percentages (bez%).

	Riolering		Referentie	
	g.a.d.	bez%	g.a.d.	bez%
Dek/wacht zeugen	25,8	(92,1%)	26,1	(93,2%)
Dek/wacht opfokzeugen	17,5	(70,0%)	17,5	(70,0%)(+
Gemiddeld Dek/wacht	43,3	(81,7%)	43,6	(82,3%)
Wachtafdeling	34,4	(95,6%)	33,7	(93,6%)
Groepshuisvesting	34,4	(86,0%)	33,7	(84,3%)

Tabel 4: Gecorrigeerde gemiddelden van de emissiemetingen van de dek/wachtafdelingen
Table 4: Corrected averages of emission measurements from the units for gilts and sows

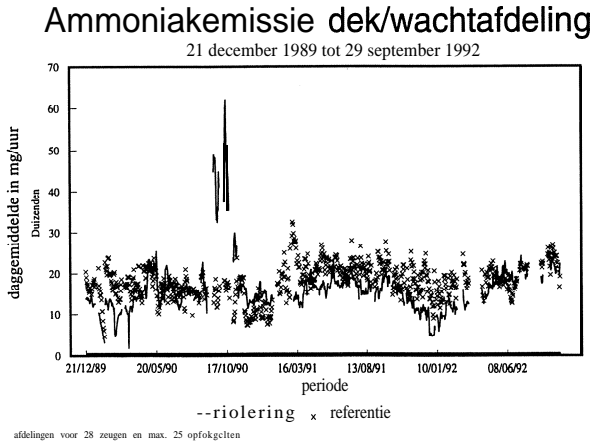
	Riolering	Referentie	Significantie
Ventilatiehoeveelheid (m ³ /uur)	2846	3377	
NH ₃ -concentratie (mg/m ³)	6,49	5,81	
NH ₃ -emissie (mg/uur)	16396 ^a	17690 ^b	P<0,001
Afdelingstemperatuur (°C)	19,7	20,5	
Relatieve luchtvochtigheid (%)	57	54	
Aantal waarnemingen per dag	17	17	
Aantal meetdagen	830	831	

^{a,b} = deze waarden verschillen significant

Tabel 5: Gecorrigeerde gemiddelden van de emissiemetingen van de wachtafdelingen
 Table 5: Corrected averages of emission measurements from the unit for pregnant sows

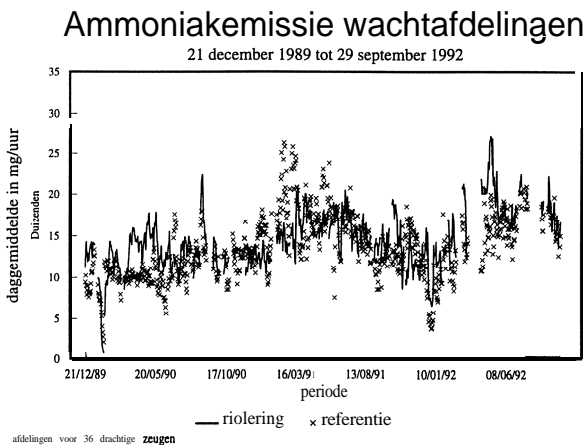
	Riolering	Referentie	Significantie
Ventilatiehoeveelheid (m ³ /uur)	3098	2746	
NH ₃ -concentratie (mg/m ³)	5,50	5,53	
NH ₃ -emissie in (mg/uur)	14712 ^a	13432 ^b	P<0,001
Afdelingstemperatuur (°C)	20,2	20,9	
Relatieve luchtvochtigheid (%)	56	57	
Aantal waarnemingen per dag	17	17	
Aantal meetdagen	814	827	

a,b = deze waarden verschillen significant



Figuur 7: Daggemiddelden van de ammoniakemissie gedurende de meetperiode van de dek/wachtafdelingen

Figure 7: Daily averages from ammonia emissions during the period of measurements from the units for mating sows and gilts



Figuur 8: Daggemiddelden van de ammoniakemissie gedurende de meetperiode bij de wachtafdelingen

Figure 8: Daily averages from ammonia emissions during the period of measurements from the units for pregnant sows

3.3.3 Afdelingen met groepshuisvesting met voerstation

In tabel 6 staan de resultaten van de ammoniakemissiemetingen van de beide afdelingen met drachtige zeugen in groepshuisvesting. In figuur 9 is de ammoniakemissie in de loop van de onderzoeksperiode van de referentie- en de onderzoeksafdeling vermeld.

Ook bij deze afdelingen zijn onverklaarbare pieken in de ammoniakemissie te zien in oktober en november 1990. De ammoniakemissie van nagenoeg nul bij het rioleringsysteem in december 1991 werd veroor-

zaakt door leegstand en reiniging van de afdeling. Bij de referentieafdeling werd dit iets later uitgevoerd. De basisemissie van deze afdeling was echter hoger, waarschijnlijk door de hoeveelheid mest die in de putten is achtergebleven. De beschreven uitvoering van het rioleringsysteem in combinatie met het huisvestingssysteem geeft een 3,7% lagere ammoniakemissie ten opzichte van de referentieafdeling.

3.4 Berekningen ammoniakemissie

De gecorrigeerde emissiecijfers zijn voor de diverse afdelingen omgerekend naar emissies per jaar. In tabel 7 zijn de emissies per

Tabel 6: Gecorrigeerde gemiddelden van de emissiemetingen van de afdelingen met groepshuisvesting

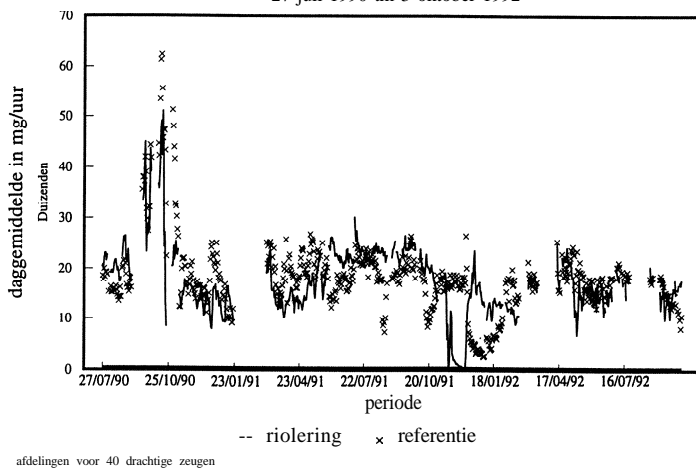
Table 6: Corrected averages of emission measurements from groupoused pregnant sows

	Riolering	Referentie	Significantie
Ventilatiehoeveelheid (m ³ /uur)	3058	3154	
NH ₃ -concentratie (mg/m ³)	6,26	6,19	
NH ₃ -emissie in (mg/uur)	17490 ^a	18159 ^b	P<0,01
Afdelingstemperatuur (°C)	20,6	21,6	
Relatieve luchtvochtigheid (%)	61	55	
Aantal waarnemingen per dag	17	17	
Aantal meetdagen	628	630	

a,b = deze waarden verschillen significant

Ammoniakemissie groepshuisvesting

27 juli 1990 tm 3 oktober 1992



Figuur 9: Daggemiddelden van de ammoniakemissie gedurende de meetperiode van de afdelingen met groepshuisvesting.

Figure 9: Daily averages from ammonia emissions during the period of measurements from the units for groupoused sows.

dierplaats per jaar en de emissies per jaar bij 95% bezetting weergegeven. Er is een splitsing gemaakt naar mestafvoersysteem.

De emissiegetallen van de dek/wacht- en wachtafdelingen komen dicht bij elkaar te liggen na correctie voor het aantal aanwezige dieren. Gemiddeld wordt circa 3,35 kg ammoniak per gemiddeld aanwezige gaste of drachtige zeug per jaar geëmitteerd onafhankelijk van het mestafvoersysteem. De ammoniakemissie uit de afdelingen met groepshuisvesting bedraagt gemiddeld circa 4,35 kg per gemiddeld aanwezige drachtige zeug per jaar. Dit betekent dat 1,00 kg

(=29%) meer ammoniak per gemiddeld aanwezig dier wordt geëmitteerd in dit huisvestingssysteem. Het oppervlak roostervloer, met daaronder het emitterende mestoppervlak, in de afdelingen met groepshuisvesting is echter 30% groter. In tabel 8 zijn daarom de emissiegetallen omgerekend naar kg NH₃/m² rooster per jaar.

De emissiegetallen per m² roosteroppervlak bij (drachtige) zeugen ongeacht huisvestingssysteem liggen dicht bij elkaar. Bij 95% bezetting van een afdeling met een rioleringsysteem kan een emissiegetal van circa 3,25 kg NH₃/m² rooster per jaar aan-

Tabel 7: Ammoniakemissie per dierplaats (E_{dp}) en per gemiddeld aanwezig dier bij 95% bezetting (E_{gad}) in kg/jaar

Table 7: Ammonia emission per pig place (E_{dp}) and per average number of pigs * 0.95 in the unit (E_{gad}) in kg/year

	Riolering		Referentie	
	E_{dp}	E_{gad}	E_{dp}	E_{gad}
Dek/wachtafdeling	2,71	3,15	2,92	3,38
Wachtafdeling	3,58	3,56	3,27	3,32
Groepshuisvesting	3,83	4,23	3,98	4,48

Tabel 8: Ammoniakemissie per dierplaats (E_{dp}) en per gemiddeld aanwezig dier bij 95% bezetting (E_{gad}) in kg/m² rooster per jaar

Table 8: Ammonia emission per pig place (E_{dp}) and per average number of pigs * 0.95 in the unit (E_{gad}) in kg/m² slatted floor per year

	Riolering		Referentie	
	E_{dp}	E_{gad}	E_{dp}	E_{gad}
Dek/wachtafdeling	2,98	3,32	3,21	3,56
Wachtafdeling	3,51	3,33	3,21	3,10
Groepshuisvesting	2,95	3,09	3,06	3,27

Tabel 9: Gemiddelde ammoniakemissie per dierplaats per jaar (kg) gedurende twee opeenvolgende jaren van de zeugenafdelingen.

Table 9: Average ammonia emissions per pig place per jaar (kg) during a period of two following years from the sow units.

Afdeling (nr)	1/8/'90 tm 31/7/'91	1/8/'91 tm 31/7/'92	verschil
Dek/wacht (3)	3,68	2,81	-23%
Dek/wacht (6)	3,44	3,52	2% ₀₀
Wacht (2)	3,58	3,74	4% ₀₀
Wacht (5)	3,86	3,31	-14% ₀₀
Groep (1)	4,48	4,65	4% ₀₀
Groep (4)	4,87	5,22	7% ₀₀

gehouden worden. Bij 95% bezetting van een afdeling met het referentie mestafvoersysteem kan een emissiegetal van circa 3,31kg NH₃/m² rooster per jaar aangehouden worden.

De resultaten van de ammoniakmetingen zijn behaald over een periode van ruim twee jaren. In tabel 9 is de gemiddelde gemeten ammoniakemissie per zeugenplaats van twee opeenvolgende jaren gegeven. In deze berekeningen is het bezettingspercentage van alle afdelingen omgerekend naar 95%. Er zijn geen correcties toegepast op de meetcijfers.

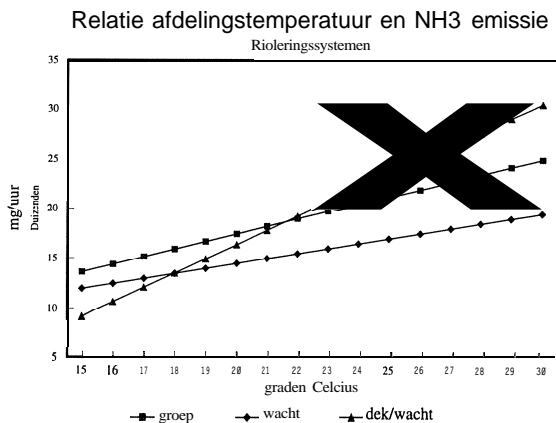
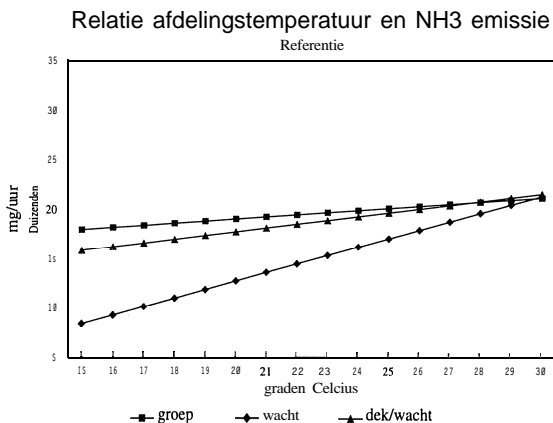
Het verschil in emissieniveau tussen jaren en binnen afdelingen is over het algemeen vrij gering. Echter bij één dek/wachtafdeling is het emissieniveau in het tweede jaar bijna een kwart lager. Dit verschil is niet toe te wijzen aan veranderingen in afdelingstemperaturen of bezettingspercentages. Beide parameters zijn tussen de jaren en binnen de afdelingen vrijwel identiek. Echter om een gelijke afdelingstemperatuur te realiseren is de gemiddelde ventilatie hoeveelheid 15% hoger geweest met als gevolg een 30% lagere ammoniakconcentratie.

3.5 Invloedsfactoren op de ammoniakemissie

Uit de emissiemetingen is een aantal relaties berekend tussen de ammoniakemissie en een aantal invloedsfactoren.

De invloed van de afdelingstemperatuur op de ammoniakemissie is uitgesplitst naar mestafvoersysteem. De berekende r² voor de dek/wacht-, wacht- en groepshuisvestingsafdeling met het rioleringsysteem zijn laag en bedragen respectievelijk 0,19, 0,12 en 0,13. De berekende r² voor de dek/wacht, wacht- en groepshuisvestingsafdeling met het referentiesysteem zijn ook laag en bedragen respectievelijk 0,04, 0,21 en 0,01. In figuur 10a en 10b zijn de berekende relaties (en niet de werkelijk gemeten waarden) tussen de ammoniakemissie en de afdelingstemperaturen van de diverse afdelingen gegeven.

De berekende relaties zijn getoetst en zijn niet verschillend. Verhogen of verlagen van de afdelingstemperatuur in deze afdelingen heeft in dit onderzoek geen duidelijke invloed op de ammoniakemissie hoewel in elke afdeling een positief verband gevonden wordt. De ventilatie van de afdelingen is geregeld op basis van de afdelingstemperatuur en de buitentemperatuur en beide factoren spelen door de metingen heen. Ook de invloed van de bezettingspercentages op de ammoniakemissie is uitgesplitst naar mestafvoersysteem. De berekende r² voor de dek/wacht-, wacht- en groepshuisvestingsafdeling met het rioleringsysteem zijn ook laag en bedragen respectievelijk 0,06, 0,10 en 0,10. De berekende r² voor de dek/wacht-, wacht- en groepshuisvestingsafdeling met het referentiesysteem zijn respectievelijk 0,02, 0,03 en 0,13. In figuur 11 a en 11 b zijn de berekende relaties tussen de



Figuur 10a en 10b: Relatie tussen de afdelingstemperatuur en de ammoniakemissie van de onderzoeks- en referentie-afdelingen.

Figure 10a and 10b: Relation between room temperature and ammonia emission from the experimental and control units.

ammoniakemissie en het bezettingspercentage van de diverse afdelingen gegeven.

Ook deze berekende relaties zijn getoetst en niet verschillend bevonden. Verhogen of verlagen van de bezettingsgraad in deze afdelingen heeft in dit onderzoek geen duidelijke invloed op de ammoniakemissie hoewel ook hier voor elke afdeling een positief verband gevonden wordt. Dit is wel te verklaren uit het feit dat het emitterende mestoppervlak niet verkleind wordt.

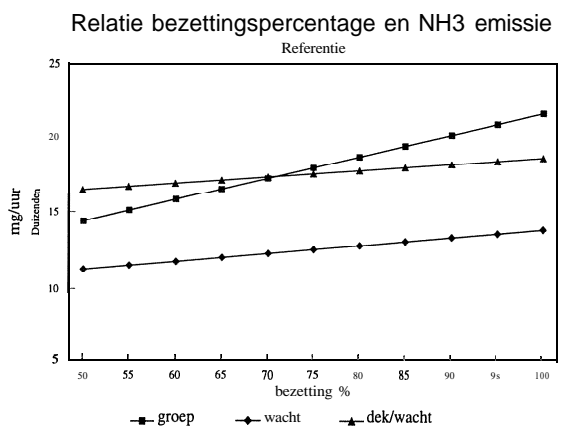
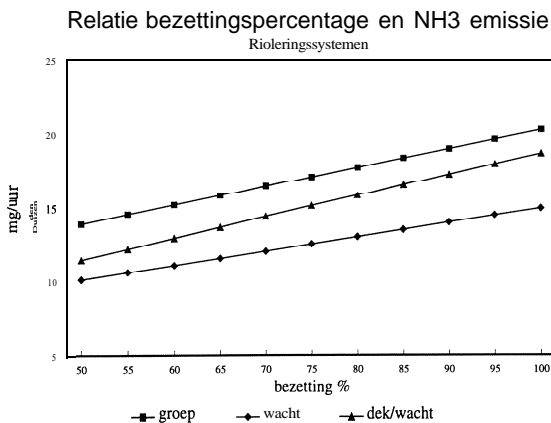
De relatie met de ventilatiehoeveelheid is nauw gecorreleerd met de afdelingstemperaturen en is niet apart opgenomen.

3.6 Arbeidsbehoefte

In tabel 10 zijn de tijden weergegeven die nodig zijn om bepaalde hoeveelheden mest af te voeren uit de mestkanalen met de rio-

leringssystemen. De tijden gelden vanaf het openen tot en met het sluiten van de afsluiters. In de afdeling met groepshuisvesting is de mest maar van 3 segmenten afgevoerd tijdens de tijdswaarnemingen. De tijden zijn éénmalig bepaald en geven een globale indruk.

Bij het afvoeren van de mest uit de afdeling met groepshuisvesting, met gesegmenteerde putuitvoering, is meer tijd nodig voor het openen en sluiten van de afsluiters. Hierdoor wijkt de arbeidsbehoefte bij de afdeling met groepshuisvesting duidelijk af ten opzichte van de andere waarnemingen. Het verschil in tijd zal nog verder toenemen indien mest uit alle 12 segmenten afgevoerd had moeten worden. Opvallend is dat de mest van zeugen in groepshuisvesting een vrij hoog droge stofgehalte heeft. Dit is toe te schrijven aan een verminderde verspilling van water door de dieren in dit houderijsysteem.



Figuur 11 a en 11 b: Relatie tussen het bezettingspercentage en de ammoniakemissie van de onderzoeks- en referentie-afdelingen.

Figure 1 la and 1 lb: Relation between occupation percentage and ammonia emission from the experimental and control units.

Tabel 10: Tijdsmetingen van het rioleringsysteem.

Table 10: Measurements of labour time from the sewer system.

	mestafvoer (l)	droge stof (%)	tijd (sec)	snelheid l/sec
Dek/wacht zeugen	4100	4,7	197	20,8
Dek/wacht opfokzeugen	3040	4,8	198	15,4
Wachtafdeling (rij 1)	3200	55,	193	16,6
Wachtafdeling (rij 2)	3200	42,	154	20,8
Groepshuisvesting (3 segm.)	1300	94,	400	33,

4 KOSTEN COSTS

In dit hoofdstuk worden de kosten op een rijtje gezet die gemaakt worden ten behoeve van de in dit onderzoek betrokken mestafvoersystemen bij ondiepe putten. Een algemeen overzicht van verschillen in kosten tussen diepe en ondiepe putten met extra mestopslag zijn beschreven door Schellekens en Verdoes (1990). Van elke uitvoering van het rioleringssysteem worden de materiaalkosten per dierplaats berekend. Voor de referentie-afdelingen geldt hetzelfde.

4.1 Aannames

Alleen de materiaalkosten van de mestafvoersystemen zijn berekend omdat:

- De putuitvoering en stalinrichting voor vergelijkbare afdelingen gelijk zijn en daarvoor zijn standaard bedragen te geven.
- Extra grondbewerkingskosten en extra tijd voor het aanleggen van de diverse mestafvoersystemen veelal door de varkenshouders zelf kunnen worden uitgevoerd om de kosten te kunnen drukken.
- De kosten voor extra mestopslag buiten de stal, aantal pompputten en pompen voor beide mestafvoersystemen gelijk zijn verondersteld.
- De investeringskosten van het rioleringssysteem zijn berekend tot en met de aansluiting op de centrale mestafvoerbuis.

De huidige netto kosten van de diverse onderdelen van de mestafvoersystemen zijn vermeld in bijlage 4.

4.2 Materiaalkosten van de mestafvoersystemen

Per afdeling is een variant van het rioleringssysteem ingebouwd. Van de afdelingen is aangegeven welke en hoeveel onderdelen nodig zijn voor het systeem. Elke referentie-afdeling heeft 2 schuifafsluiters en hebben allen dus dezelfde investeringen. In tabel 11 worden tevens de totale kosten voor de materialen en de investeringen per dierplaats weergegeven.

De materiaalkosten voor de varianten van het rioleringssysteem variëren van circa *f* 55,- tot *f* 61,50 per dierplaats. De materiaal kosten van de referentie-systemen variëren van circa *f* 21,- tot *f* 31,- per dierplaats. Dit verschil wordt veroorzaakt door het aantal dierplaatsen per afdeling. De kosten voor het referentie-mestafvoersysteem liggen *f* 24,- tot *f* 41,- per dierplaats lager in vergelijking met een rioleringssysteem, afhankelijk van het aantal dierplaatsen en uitvoering van het rioleringssysteem.

Tabel 11: Opbouw van diverse onderdelen voor de varianten van de mestafvoersystemen, totale kosten en de investeringen per dierplaats.

Table 11: Construction of parts for the different types of slurry removal systems, total costs and the investments per animal place.

RIOLERING	Dek/wacht	Wacht	Groep
Pvc buis (in m)	40	20	30
Bocht 90° 0 250 mm	4	2	-
T-stuk 0 200 mm	12	6	9
T-stuk 0 160 mm	8	6	-
Aftapbuis dubbel	2	-	-
Aftapbuis enkel		2	
Bocht 90° 0 200 mm	6	2	4
Bocht 45° 0 200 mm		-	3
T - s t u k 45°	2	2	3
Mof	2	2	3
Afsluiter	-		12
Materiaal kosten (f)	3260,00	1980,00	2185,00
Per dierplaats (f)	61,50	55,00	54,63
REFERENTIE	Dek/wacht	Wacht	Groep
Schuifafsluiter	2	2	2
Materiaal kosten (f)	1100,00	1100,00	1100,00
Per dierplaats (f)	20,75	30,75	27,50
VERSCHIL IN KOSTEN	40,75	24,25	26,13

5 DISCUSSIE EN AANBEVELINGEN

DISCUSSION AND RECOMMENDATIONS

5.1 Doelmatigheid van mestafvoer

Het rioleringsstelsel heeft gedurende de proefperiode technisch goed gefunctioneerd. Er kunnen wel een aantal aandachtspunten genoemd worden die belangrijk zijn voor een goed technisch functioneren van dit stelsel. Met name de uitvoering en plaatsing van de (centrale) afsluiters is een essentieel onderdeel van het stelsel.

- Als er lekkages optreden langs de afsluiters zal het dunne gedeelte van de mest uit de mestkanalen wegstromen. Daardoor wordt de achterblijvende mest dikker en zal het afvoeren van de mest minder optimaal verlopen. Daardoor zal waarschijnlijk een hoger mestniveau in de kanalen achterblijven na het afvoeren van de mest.
- De bereikbaarheid van de afsluiters dient zodanig te zijn, dat het handmatig bedienen van de afsluiters weinig extra tijd kost. Daartoe dienen de afsluiters bij voorkeur op de controlegang of op de centrale gang geplaatst te worden.
- De afsluiters moeten na het openen vastgezet kunnen worden om tijdens het afvoeren van mest andere werkzaamheden uit te kunnen voeren. Ook in gesloten positie moeten de afsluiters vergrendeld kunnen worden. Op die manier kan voorkomen worden dat tijdens het afvoeren van mest een afsluiter omhoog geduwd wordt, waardoor de mest in een ander mestkanaal terecht komt.
- Bij aanleg van het rioleringsstelsel is het zinvol om alvast rekening te houden met de mogelijkheid tot automatisering van de mestafvoer. Het automatiseren van de mestafvoer is van belang indien een combinatie gemaakt wordt met een spoelstelsel. In de toekomst zal dit één van de mogelijke systemen zijn die aan de gestelde ammoniakdoelstelling voor varkensbedrijven kan voldoen.
- Tijdens het aanleggen van een rioleringsstelsel is het erg belangrijk dat er nauwkeurig gewerkt wordt. De rioleringsbuizen dienen onder voldoende afschot aangelegd te worden om voldoende vacuümeffect te verkrijgen en om de centrale afvoerbuizen goed leeg te laten stromen.

De gebruikte materialen dienen van een goede kwaliteit te zijn en zorgvuldig geplaatst worden. Het is namelijk erg kostbaar om na de aanleg van een rioleringsstelsel nog veranderingen aan te brengen.

- Het zogenaamde communicerende vatenprincipe kan optreden bij het rioleringsstelsel waarbij twee mestkanalen middels één afsluiter worden bediend. De mest kan door het rioleringsstelsel van het ene naar andere mestkanaal stromen. De meest dunne mest zorgt voor een gelijk mestniveau in beide kanalen. Hierdoor kan in één van beide mestkanalen mest met een aanzienlijk hoger droge stofgehalte aanwezig zijn. Na het afvoeren van de mest zal in dit mestkanaal meer mest achterblijven. Bij mestsoorten met een vrij laag droge stofgehalte, zoals drijfmest van zeugen, levert dit nog geen problemen op. Bij mestsoorten met een hoger droge stofgehalte, zoals drijfmest van vleesvarkens en de plakkerige drijfmest van gespeende biggen, kan dit mogelijk wel problemen opleveren. Het risico wordt bij die beide diercategorieën nog extra versterkt omdat vleesvarkens en biggen meestal een vaste mestplaats hebben. In één van de mestkanalen komt dan vrijwel alle mest terecht. De dunne mest zal dan via het rioleringsstelsel naar het andere putkanaal stromen. Het advies is om per mestkanaal één centrale afsluiter te installeren.

Er dienen geen lijmverbindingen aangebracht te worden in verband met mogelijke aantasting ervan door de mest, waardoor lekkages kunnen ontstaan. De nieuwste typen onderdelen kunnen vloeistofdicht op elkaar aangesloten worden zonder verlijming.

Afvoeropeningen dienen zoveel mogelijk ingebouwd te worden op de positie waar de meeste dikke mest wordt gemaakt, om de dikke mest zo optimaal mogelijk af te kunnen voeren. Bij voerligboxen en bij kraamhokken is dit gemakkelijk aan te geven; bij dieren in groepshuisvesting is dit moeilijker aan te geven. Ook dienen het aantal afvoeropeningen en de afstanden ertussen zo optimaal mogelijk afge-

stemd te worden op de af te voeren kwaliteit mest. Bij dunne mest, zoals bij zeugen, kan relatief met minder openingen op grotere onderlinge afstand volstaan worden in vergelijking met mest met een hoger droge stofgehalte (vleesvarkens en gespeende biggen).

Wanneer langdurige mestopslag plaatsvindt zal mest spontaan ontmengen, doordat zwaardere deeltjes bezinken. De afvoer van de bezonken dikkere mestfractie kan vervolgens problemen geven. In de praktijk blijkt dat dit probleem zich ook kan voordoen bij rioleringsystemen. Bijna altijd is een verkeerde aanleg of een verkeerd ontwerp van het systeem de oorzaak van de problemen. Enkele voorbeelden daarvan zijn:

- Er zijn te weinig afvoerpunten in de putvloer gemaakt. Het komt voor dat, uit het oogpunt van kostenbesparing, minder T-stukken worden ingebouwd dan voorgeschreven wordt. Het gevolg is dat de afstanden tussen de afvoeropeningen te groot zijn, waardoor de mest onvoldoende wegstroomt. Naarmate de toestroomafstand naar een afvoerpunt groter wordt zal er meer mest achterblijven. Op het moment dat door één afvoeropening lucht aangezogen wordt zal de onderdruk in het rioleringsstelsel opgeheven worden. De zuigende werking, het vacuümeffect, van het systeem zal dan wegvallen. De dunnere mest zal dan nog wel wegstromen maar de kracht om de dikkere mest mee te nemen is verdwenen. Daardoor kan ophoping van mest plaatsvinden. Het advies is om, naarmate de afstand tot de centrale afsluiter toeneemt, de afvoeropeningen dichter bij elkaar te leggen. Eventueel kan ook een toenemende diameter van het afvoerpunt gebruikt worden.
- Het rioleringsstelsel is niet onder afschot aangelegd. Er wordt onvoldoende kracht gecreëerd die de dikkere mest meezuigt tijdens het afvoeren van de mest.
- De mestkanalen zijn te lang (meer dan 25 m) of te breed (meer dan 2 m) om een krachtige mestafvoer te kunnen realiseren. Ook de kwaliteit van de geproduceerde mest is erg belangrijk voor de eisen die gesteld worden aan de afmetingen en afstanden van het rioleringsstelsel. Bij zeer dunne mestsoorten, zoals die bij spoelsystemen ontstaan, zullen de lengte

en breedte van de mestkanalen minder kritisch zijn.

- De putvloeren zijn niet voldoende vlak afgewerkt. Het advies is om de putvloeren en wanden te vlinderen en eventueel te coaten om aanhechting van mest zoveel mogelijk te voorkomen.

Door een goede "mestafvoerstrategie" kunnen eventuele problemen van onvoldoende lediging bij een rioleringsstelsel verminderd worden:

- Het mestniveau moet voldoende hoog zijn, minimaal 10 cm bij $\pm 5\%$ ds in de mest, voordat tot het afvoeren van mest wordt overgegaan.
- Indien een afdeling gereinigd wordt kan het beste voor het reinigen de mest zo volledig mogelijk afgevoerd worden, waarna de afsluiter weer dichtgezet wordt. Door na het grove reinigen/inweken de afsluiter opnieuw te openen, wordt een groot deel van de achtergebleven mest afgevoerd. Door de afsluiter weer dicht te zetten en na het reinigen het spuitwater in de kelders te laten staan, blijft de put voldoende vochtig. Daardoor kan aankoeken van mest aan de putvloer worden voorkomen.

In de referentie-afdelingen was duidelijk waarneembaar dat naarmate de afstand tussen de afvoeropening en de plaats in het mestkanaal toenam ook de hoeveelheid achterblijvende mest toenam. Voor de dikkere mestfractie is het afvoerpunt te ver weg om goed weg te kunnen stromen. Deze bevindingen zijn ook gedaan door Voermans en Van Zon (1990). Zij vonden in een afdeling voor drachtige zeugen een mestniveau van respectievelijk 3,6 cm en 16,9 cm op 1,8 m en 27,0 m afstand van het afvoerpunt. Het gevolg van deze geleidelijke ophoping van mest in het mestkanaal is dat de effectieve putinhoud, dat wil zeggen de putinhoud die beschikbaar is voor mestopslag na het afvoeren van de mest uit de mestkanalen, aanzienlijk afneemt. In de referentie-afdelingen was de effectieve putinhoud in $\pm 1,5$ jaar gedaald tot gemiddeld 73% van de totale putinhoud. Voermans en Van Zon (1990) vonden een daling van de mestopslagcapaciteit onder de roosters bij drachtige zeugen van 22% bij 50 cm diepe mestkanalen. Bij de afdelingen met het rioleringsstelsel bleef de effectieve

putinhoud nagenoeg constant op gemiddeld 93% van de totale putinhoud. In de afdeling met groePHuisvesting, waar de mestput was onderverdeeld in segmenten, bleef gemiddeld meer mest achter dan bij de beide andere afdelingen met het rioleringsysteem. Dit werd veroorzaakt door het hogere droge stofgehalte van de mest en door de gemiddeld grotere toestroomafstand tot het afvoerpunt.

Via het rioleringsysteem kan de meststroom getransporteerd worden naar een centraal punt, zonder gebruikmaking van energie. Wel moeten de buizen dan steeds onder een afschot gelegd worden. De centrale put waar het rioleringsysteem op uitkomt moet derhalve voldoende diep aangelegd worden, ook om verstoppingen in de afvoerleidingen te voorkomen.

5.2 Arbeid

De uitvoeringen van het rioleringsysteem, zoals die in deze proef zijn aangelegd, zijn niet allemaal geschikt voor de praktijk. De uitvoering van het rioleringsysteem per segment, zoals in de afdeling met groePHuisvesting, heeft duidelijk een aantal praktische bezwaren:

- Extra arbeid door het grotere aantal afsluiters dat per afdeling geopend en gesloten moet worden.
- Het werk moet in dit houderijsysteem tussen loslopende dieren gebeuren.
- Automatiseren van de mestafvoer voor deze uitvoering van het rioleringsysteem is technisch moeilijk uitvoerbaar. Bovendien zullen de kosten voor automatisering beduidend hoger zijn in vergelijking met de uitvoeringen met een centrale afsluiter. In de praktijk wordt een dergelijke uitvoering vrijwel niet aangelegd. De uitvoeringen met een centrale afsluiter per mestkanaal zijn wel geschikt voor de praktijk. Aandachtspunten hierbij zijn:
 - De extra benodigde arbeid voor de afvoer van mest is beperkt, ook indien handmatige bediening wordt toegepast. Het openen van de centrale afsluiter kan gebeuren tijdens de normale werkzaamheden.
 - De centrale afsluiters moeten op een makkelijk bereikbare plaats gemaakt worden, in verband met de mogelijkheid tot automatiseren van de mestafvoer.Overigens heeft ook het referentie mestaf-

voersysteem weinig praktische nadelen ten aanzien van de arbeidsbehoefte.

5.3 Invloed van de mestafvoersystemen op de ammoniakemissie

Door het onderzoek en de praktijk werd door het gebruik van het rioleringsysteem een beperking van de ammoniakuitstoot uit varkensstallen verwacht. Uit dit onderzoek blijkt dat het rioleringsysteem bij twee afdelingen gemiddeld 5,5% minder ammoniak emitteert dan een mestafvoersysteem dat de mest minder volledig en minder frequent uit de stal verwijderd. In één afdeling bleek zelfs 8,7% meer emissie op te treden in vergelijking met de referentie-afdeling. Dat het rioleringsysteem niet aan de verwachting op het gebied van de ammoniakemissiereductie voldeed is door een aantal factoren te verklaren:

- Het totale mestoppervlak, ofwel het ammoniakemitterende oppervlak, wordt niet verminderd door het afvoeren van mest met behulp van een rioleringsysteem. Na het afvoeren van de mest blijft immers altijd een laagje mest van ± 3 cm in de mestkanalen achter.
- Het grootste gedeelte van de ammoniak verdwijnt binnen enkele uren uit de urine. Met een rioleringsysteem is het niet mogelijk om de mest zo frequent af te voeren. Dit is wel mogelijk indien voldoende ammoniakvrije vloeistof, zoals bij een spoelsysteem, in de mestkanalen wordt gezet.
- In dit onderzoek is het rioleringsysteem vergeleken met een referentiemestafvoersysteem bij gelijke putdiepte (40 cm). Indien frequente mestafvoer middels het rioleringsysteem met een beperkte mestopslag in de stal vergeleken zou zijn met een mestafvoersysteem met langdurige mestopslag in de stal, zou waarschijnlijk een grotere reductie van de ammoniakemissie verkregen zijn. Van de totale ammoniakemissie ontstaat 15-20% ammoniak uit de vaste mest volgens Aarnink en Ouwerkerk (1990). Verdere beperking van de ammoniakemissie zou kunnen worden verkregen door onder andere het emitterend oppervlak zoveel mogelijk te beperken en door een beter mestdoorlatend rooster te gebruiken. Deze aanvullende maatregelen kunnen tezamen een aanzienlijke reductie teweeg brengen. Behal-

ve een mogelijk positieve invloed op de technische resultaten van de varkens, worden ook de arbeidsomstandigheden van de varkenshouder verbeterd. Naast minder ammoniak zal bij systemen met een frequente en volledige afvoer van mest ook een lagere emissie van andere gassen (onder andere H_2S en CH_4) en geur uit stallen plaatsvinden. Uit een overdekte centrale mestopslag buiten de stal kan de emissie van de gassen en geuren eenvoudig beperkt worden.

In dit onderzoek bedraagt de ammoniakemissie van gaste en dragende zeugen per jaar respectievelijk 3,35 kg en 4,35 kg voor respectievelijk zeugen in voerligboxen en in groepen. In groepen gehuisveste zeugen emitteren in dit onderzoek dus 1,0 kg ammoniak per jaar meer dan zeugen in voerligboxen. Dit wordt vooral veroorzaakt door het verschil in hoeveelheid emitterend oppervlak.

De voorgestelde emissiefactor voor gaste/dragende zeugen bedraagt 4,2 kg per dierplaats (uitgaande van 95% bezetting) per jaar (Van der Hoek et al., 1993). Ten opzichte van die voorgestelde factor reduceren het rioleringsstelsel en het referentie-mestafvoersysteem bij zeugen in voerligboxen beiden 20%. Bij de afdelingen met groepshuisvesting wordt een geringe verhoging van de ammoniakemissie vastgesteld. Enige voorzichtigheid bij de interpretatie van reductiepercentages moet in acht genomen worden omdat de voorgestelde emissiefactor een theoretisch berekende waarde is, ofwel er ligt nog geen meting in de praktijk aan ten grondslag.

Het verschil in het ammoniakemissieniveau van een afdeling tussen jaren met nagenoeg dezelfde bezetting blijft bij de meeste afdelingen vrijwel gelijk.

5.4 Relaties met de ammoniakemissie

De ammoniakemissie blijkt in alle afdelingen een positief verband te hebben met de afdelingstemperatuur en het bezettingspercentage. Deze verbanden zijn in dit onderzoek echter niet significant bevonden. Het theoretische verband tussen mesttemperatuur en emissie zijn beschreven door Verdoes (1990). De temperatuur van de mest is waarschijnlijk niet gelijk aan de gemeten afdelingstemperatuur. Echter bij het gebruik van het rioleringsstelsel wordt de mest

vollediger afgevoerd in vergelijking met het afvoeren van mest middels één afvoerpunt. De hoeveelheid achterblijvende mest is duidelijk geringer en de mesttemperatuur zal daardoor sneller reageren op veranderingen in de afdelingstemperatuur.

De positieve invloed van de bezettingsgraad op de ammoniakemissie kan verklaard worden door de toename van de mestproductie in de afdeling bij een hogere bezettingsgraad. Het totale ammoniakemitterende oppervlak in de afdelingen wordt echter niet beïnvloed door verandering van het bezettingspercentage. Bij een lagere bezettingsgraad is het emitterende oppervlak per aanwezig dier groter. Uit oogpunt van de ammoniakemissie per dierplaats is het aan te raden om een zo hoog mogelijk bezettingspercentage na te streven.

6 CONCLUSIES CONCLUSIONS

- Aan de doelstelling om mest frequent en zo volledig mogelijk uit de mestkanalen af te voeren kan door het aanleggen van een rioleringssysteem goed worden voldaan. De effectieve putinhoud blijft bij alle uitvoeringen van het rioleringssysteem meer dan 90%, terwijl deze bij het mestafvoersysteem met een afsluiter in de buitenmuur in 1,5 jaar afneemt tot gemiddeld 73%.
- Bij een rioleringssysteem in combinatie met ondiepe putten is extra mestopslag buiten de stallen noodzakelijk. Indien mestopslag onder de centrale gang wordt toegepast is een deel van die put niet te gebruiken voor mestopslag omdat het systeem diepte nodig heeft. Alle mest via een centrale pompput naar de mestopslag pompen is het beste alternatief.
- Ten aanzien van de storingsgevoeligheid van het rioleringssysteem kan gezegd worden dat het een bedrijfszeker mestafvoersysteem is. Het is eenvoudig en er is geen mechaniek onder de roosters aanwezig. Bij een goed ontwerp en een goede aanleg van het rioleringssysteem zullen technische storingen vrijwel niet optreden. Niet goed afstemmen van de hoeveelheid afvoerpunten op de plaats van mestproductie en de mestkwaliteit kan wel voor problemen zorgen.
- Handmatige bediening van het rioleringssysteem kost vrijwel geen extra tijd mits gebruik wordt gemaakt van centrale afsluiters die goed bereikbaar en vast te zetten zijn. Automatiseren van de mestafvoer is goed mogelijk bij gebruik van centrale afsluiters.
- Wekelijkse mestafvoer door middel van het rioleringssysteem heeft in dit onderzoek een zeer geringe reductie in de ammoniakemissie opgeleverd in vergelijking met maandelijkse afvoer van mest middels een schuifafsluiter in de buitenmuur
- Het verschil in netto materiaalkosten bij aanleg van een rioleringssysteem of een eenvoudig mestafvoersysteem bedraagt tussen de f 24,- en f 41,- per zeugenplaats.

Omdat het rioleringssysteem zich bewezen heeft als een praktijkrijp mestafvoersysteem, wordt het al op grote schaal toegepast bij renovatie of nieuwbouw. Indien andere emissiebeperkende technieken praktijkrijp zijn, zowel technisch als economisch, kunnen deze later vrij eenvoudig worden toegevoegd aan het rioleringssysteem. Ook met het oog op de ontwikkeling van mestbewerkingstechnieken op boerderijniveau is het belangrijk om over een goed mestafvoersysteem te beschikken.

Om aan de ammoniakdoelstellingen te kunnen voldoen is alleen de afvoer van mest middels het rioleringssysteem onvoldoende. Aanvullende maatregelen ter beperking van de ammoniakemissie blijven noodzakelijk. De combinatie van een rioleringssysteem met een spoelsysteem, een mestschuifstelsel of een combinatie van bijvoorbeeld oppervlakteverkleining en goede mestdoorlatende roosters, zijn enkele perspectiefbiedende oplossingsrichtingen.

LITERATUUR

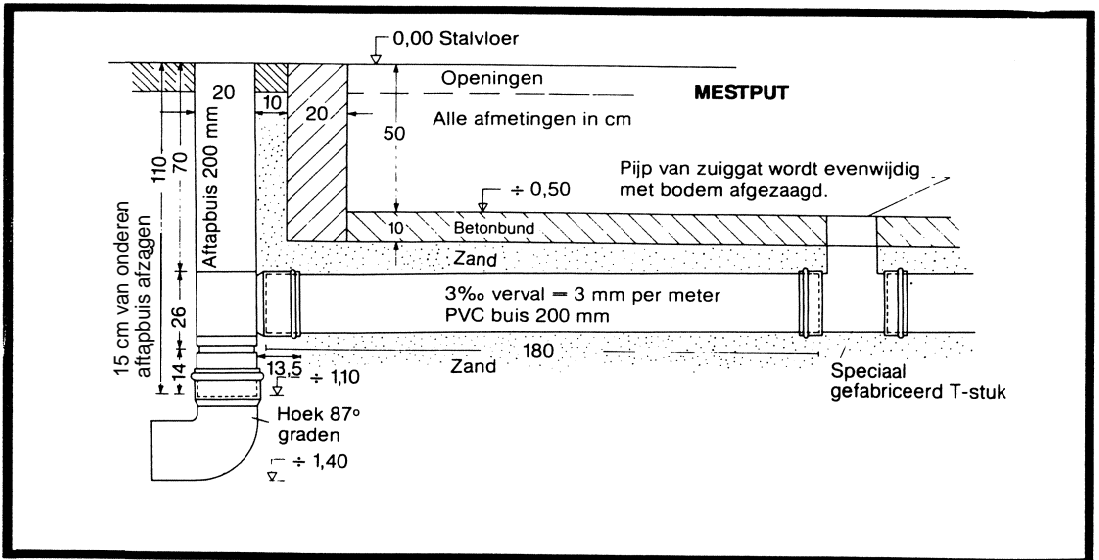
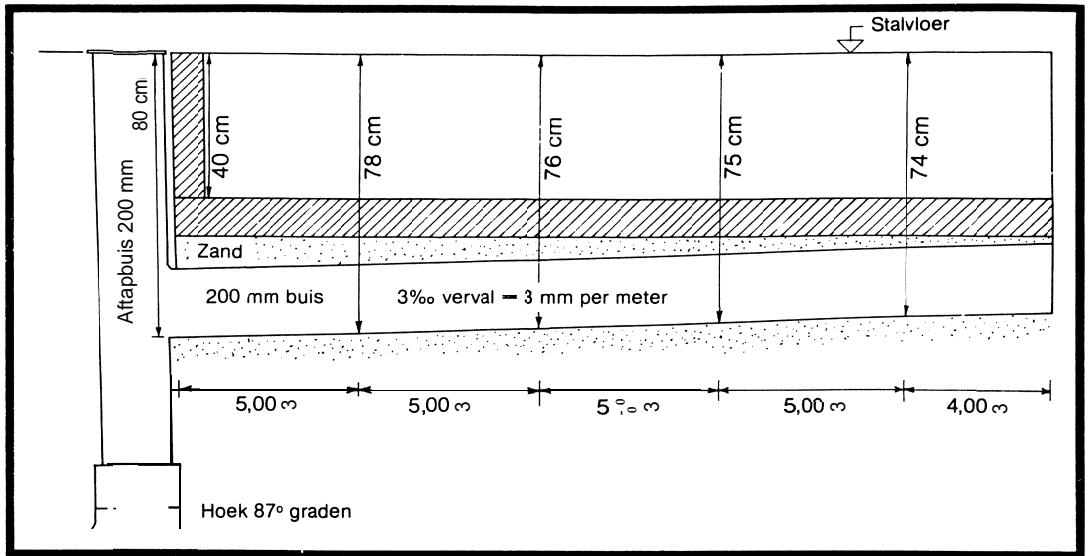
LITERATURE

- 1 Aarnink, A.J.A. en E.N.J. Ouwerkerk, 1990. Model voor de berekening van het volume en de samenstelling van vleesvarkensmest (MESPRO). Rapport 229, Instituut voor Mechanisatie, Arbeid en Gebouwen, Wageningen. 58 p.p.
- 2 Van der Hoek, K.W., H.J.M. Hendriks, F. Jansen, C.G.J. Leijen, J. Oosthoek, W. Scherphof en A.M. van de Weerdhof, 1993. Emissie-arme stallen, beoorde- lingsrichtlijn. Ministerie van Volkshuisves- ting Ruimtelijke Ordening en Milieube- heer, No. DWL 07193025, 's Gravenha- ge. 32 p.p.
- 3 Van 't Klooster, CE., B.P. Heitlager and J.P.B.F. van Gastel, 1992. Measurement systems for emissions of ammonia and other gasses at the Research Institute for Pig Husbandry. Rosmalen, report P3.92. 22 p.p.
- 4 Schellekens, J., 1991. Rioleringsysteme- ren, aandachtspunten voor de keuze en uitvoering. Infobundel van het Informatie en Kennis Centrum Veehouderij afdeling Varkenshouderij, Rosmalen. 21 p.p.
- 5 Schellekens, J.J.M. en N. Verdoes. Met nieuwbouw ondiepe kelders tast u niet diep in de buidel. Boerderij/Varkenshou- derij 75 - nr. 13 (11 september 1990).
- 6 Scholtens, R., 1990. Ammoniakemis- sionsmessungen in zwangselüfteten Ställen. In: Ammoniak in der Umwelt. K.T.B.L.-Schrift: 20.1-20.9.
- 7 Verdoes, N, 1990. Intern Rapport. Wan- neer treedt de ammoniak uit de mest- vloeistof?
- 8 Voermans, J.A.M. en P.J.J.Q. van Zon, 1990. Buitenopslag van Varkensmest. Proefverslag nummer P 1.55, Proefsta- tion voor de Varkenshouderij, Rosmalen. 20 p.p.

BIJLAGEN APPENDICES

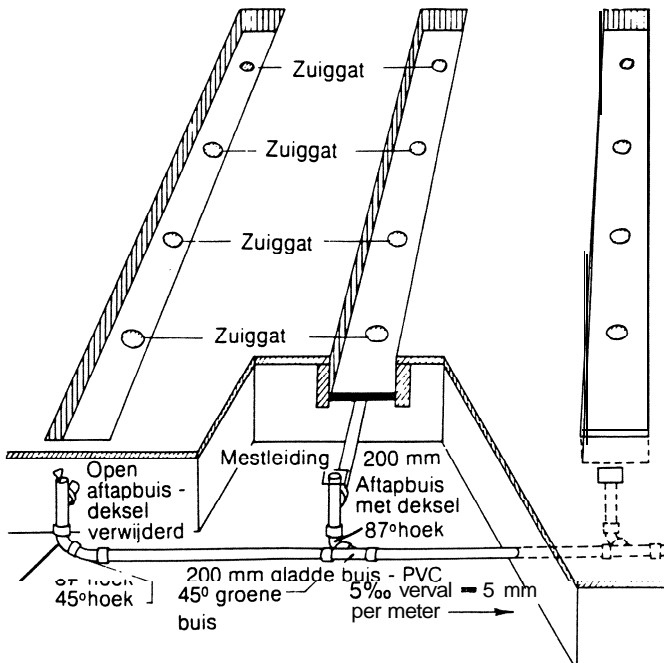
Bijlage 1a: Schematische tekeningen voor de aanleg van een IC vacumest rioleringsysteem.

Appendix 1A: Scheme of design and installation of an IC vacuumest sewer system.



Bijlage 1 b: Schematische tekeningen voor de aanleg van een IC vacuümrioleringsysteem.

Appendix 1 b: *Scheme of design and installation of an IC vacuum sewer system*

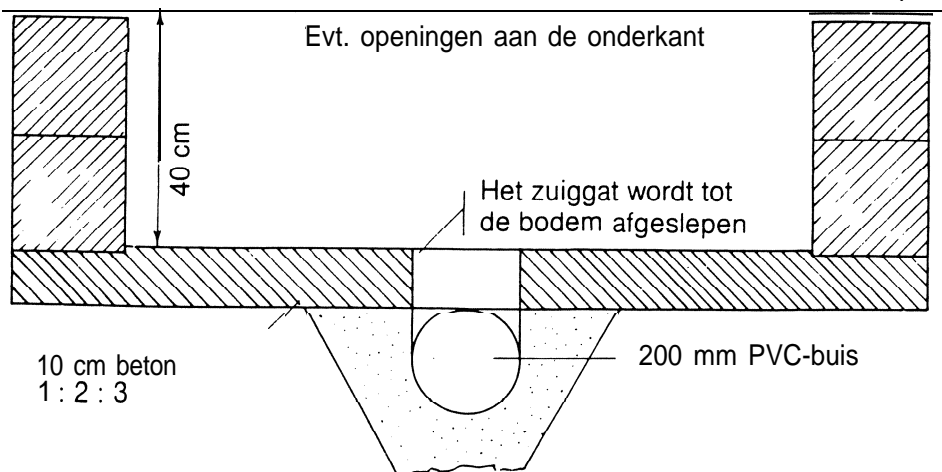


Principe voor meerdere afvoerputten - uitkomend op dezelfde afvoer - gladde buizen

De maximale breedte en lengte van de put is afhankelijk van het soort varken dat in de stal gehouden wordt.

Bovenkant van de stalvloer

Dwarsdoorsnede van de put



Bijlage 2a: Voerstrategie van de verschillende diercategorieën.
 Appendix 2a: *Feeding strategy of different animals.*

Diercategorie	zeugenkorrel dracht (ew=0,97)	
	zeugen (kg/dag)	gelten (kg/dag)
Opfokzeugen 6,5 mnd tot insemineren		22,
Dag van spenen	0	0
Dag na spenen tot dekken	4,0*	4,0*
0-60 dagen dracht	24,	24,
60-80 dagen dracht	28,	28,
80 dagen dracht tot werpen	34,	30,

* Dit rantsoen werd gehandhaafd tot de dag waarop wordt geïnsemineerd (maximaal tot 12 dagen na het spenen).

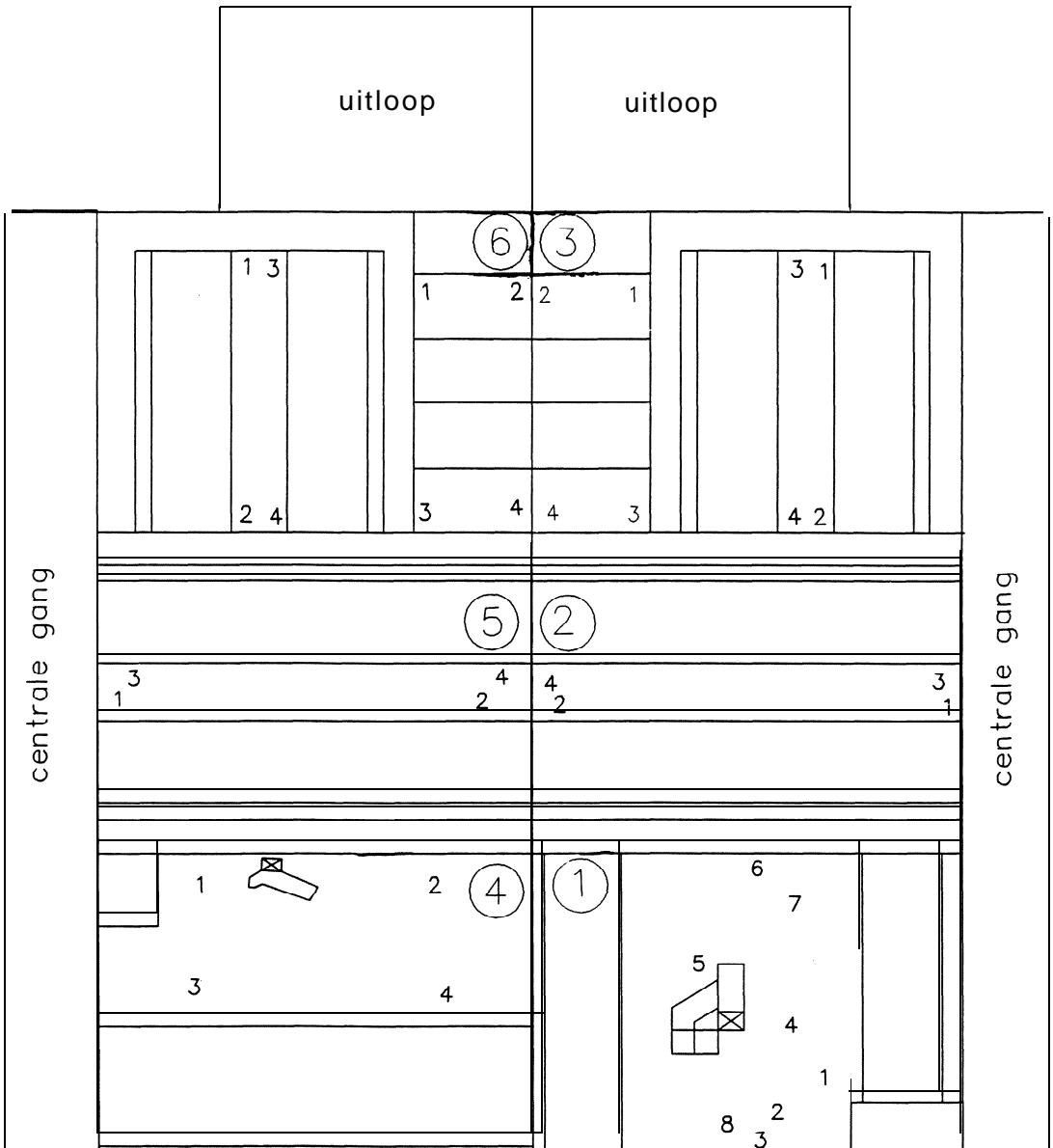
Bijlage 2b: Instellingen en kenmerken van diverse klimaatregelaars
 Appendix 2b: *Climate control installations*

Ventilator:	45 cm (capaciteit circa 5500 m ³ /uur)
Streefwaarde temperatuur:	18 °C
Minimale ventilatie:	25% (circa 1500 m ³ /uur)
Maximale ventilatie:	100%
Minimale ventilatie tot:	18,0 °C
Band breedte:	3,0 °C*
Ruimteverwarming aan bij:	17,0 °C

* Automatische band breedte correctie:

- Bij een buitentemperatuur van 15°C of lager, werd per 1,0°C de bandbreedte met 0,1°C vergroot.
- Bij een buitentemperatuur van 21°C of hoger, werd de nieuwe bandbreedte ingesteld als de afdelingstemperatuur minus 18°C.

Bijlage 3: Situering van de meetpunten van het mestniveau in de afdelingen.
 Appendix 3: Location from points for slurry level measurements.



Bijlage 4: Prijzen van diverse onderdelen van het rioleringsysteem (excl. BTW)
Appendix 4: *Prices of components of a sewer system in Dfl. (exclusive VAT)*

PVC-buizen Ø 200 mm klasse 41	f 19,-	per meter
Bocht 90° met zand Ø 250 mm	f 45,-	per stuk
Bocht 45° Ø 200 mm	f 25,-	per stuk
Bocht 90° Ø 200 mm	f 25,-	per stuk
Mof	f 15,-	per stuk
T-stuk k 45°	f 40,-	per stuk
Aftapbuis enkel	f 240,-	per stuk
Aftapbuis dubbel	f 300,-	per stuk
T-stuk Ø 200 mm	f 75,-	per stuk
T-stuk Ø 160 mm	f 70,-	per stuk
Afsluiter	f 50,-	per stuk
Schuifafsluiter Ø 200 mm	f 550,-	per stuk

REEDS EERDER VERSCHENEN PROEFVERSLAGEN *PUBLISHED RESEARCH REPORTS*

Proefverslag P 1.86

“Bruikbaarheid van een sensor voor meting van de hoeveelheid ventilatie in natuurlijk geventileerde stallen”

Proefverslag P 1.87

“Verkleinen van de spreiding in aflevergewicht van vleesvarkens”

Proefverslag P 1.88

“Analyse van het interval spenen - eerste inseminatie”

Proefverslag P 1.89

“KASVA Knelpunten analyse systeem varkenshouderij”

Proefverslag P 1.90

“Het effect van microbiëel fytase in het voer op de opfokresultaten van gespeende biggen”

Proefverslag P 1.91

“Onderzoek aan een diepstrooiselsysteem op praktijkbedrijven”

Proefverslag P 1.92

“Rioleringsysteem voor de afvoer van mest”

Proefverslag P 1.93

“Ervaringen met biowassers op vleesvarkensbedrijven in PROPRO”

Proefverslag P 1.94

“Mestpannen in kraamstallen”

Proefverslag P 1.95

“Bereiding en gebruik van spoelvoer t.b.v. reductie van ammoniakemissie uit varkensstallen”

Proefverslag P 1.96

“Arbeid en arbeidsomstandigheden in diepstrooiselsystemen voor vleesvarkens”

Exemplaren van proefverslagen kunnen worden verkregen door **f** 15,- per verslag over te maken op postgirorekeningnummer 51.73.462 ten name van het Proefstation voor de Varkenshouderij, Lunerkampweg 7, 5245 NB ROSMALEN, onder vermelding van het gewenste verslagnummer.

U kunt zich ook abonneren op het periodiek PRAKTIJKONDERZOEK VARKENSHOUDERIJ. U ontvangt dan 6 keer per jaar een periodiek met daarin de resultaten van het onderzoek. U heeft dan de mogelijkheid om onderzoeksverslagen gratis te bestellen. Bovendien ontvangt u de jaarverslagen van de regionale proefbedrijven en het Proefstation gratis. U kunt zich hierop abonneren door **f** 45,- over te maken op postgirorekeningnummer 51.73.462 ten name van het Proefstation voor de Varkenshouderij, Lunerkampweg 7, 5245 NB ROSMALEN, onder vermelding van POV, Nieuw abonnement.