

Ammoniakemissie uit een
vleesvarkensstal met opvang
en verwijdering van mest via
spoelgoten

Ing. J.H.W. Huis in 't Veld
Ir. I.H.G. Satter

Ammoniakemissie uit een vleesvarkensstal met opvang en verwijdering van mest via spoelgoten

Ing. J.H.W. Huis in 't Veld
Ir. I.H.G. Satter

Nota P98-44

© 1998
Instituut voor Milieu- en Agritechniek (IMAG-DLO)
Postbus 43 , 6700 AA Wageningen
Telefoon: 0317 - 476406
Telefax: 0317 – 425670

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, worden opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar worden gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enig andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system of any nature, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording or otherwise, without the prior written permission of the publisher.

Voorwoord

De overheid heeft in haar milieubeleid een aanzienlijke beperking van de ammoniakemissie ten doel gesteld. Daarom wordt sinds een aantal jaren onderzoek verricht naar emissiereducerende technieken in stallen voor landbouwhuisdieren. Op basis van ammoniakemissiemetingen kan de overheid een emissiefactor voor een huisvestingssysteem vaststellen. Dit was aanleiding om in opdracht van Hendrix' Voeders BV en Wolters WX Spoelgoten BV de ammoniakemissie te meten van een vleesvarkensstal met een spoelgotensysteem. De resultaten van dit onderzoek worden in deze nota gepresenteerd.

Het onderzoek is uitgevoerd door IMAG-DLO op het bedrijf van de heer Hogenkamp te Dalfsen. Wij zijn de heer Hogenkamp erkentelijk voor de goede en prettige samenwerking tijdens de periode van het onderzoek op zijn bedrijf.

Ir. P.W.G. Groot Koerkamp
projectleider

Inhoud

Samenvatting	2
1 Inleiding	3
2 Materiaal en methode	4
2.1 Stal	4
2.2 Metingen	5
2.3 Bedrijfsvoering	7
3 Resultaten en discussie	9
4 Conclusie	12
Literatuurlijst	13
Bijlagen	

Samenvatting

Ammoniak is naast NO_x en SO_x één van de meest belangrijke verzurende componenten in ons milieu. De overheid heeft zich tot doel gesteld dat de ammoniakemissie ten opzichte van het niveau in 1980 in het jaar 2000 met 50% en in 2005 met 70% afgenomen moet zijn. In dit kader werd onderzoek verricht naar de ammoniakemissie uit een vleesvarkensstal met een zogenaamd spoelgotensysteem. Bij dit systeem bevonden zich onder de roosters, horizontaal gelegen, in V-vorm uitgevoerde goten van 26 cm diep. De mest van de varkens kwam in deze goten terecht en werd tweemaal daags uit de afdeling verwijderd door de goten te spoelen met onbehandelde dunne fractie van bezonken vleesvarkensmest. Hierdoor bleef het emitterend oppervlak van de mestopslag klein.

Van 17 juni 1997 tot en met 5 maart 1998 werd op een vleesvarkensbedrijf gedurende twee aaneengesloten ronden de ammoniakemissie gemeten uit drie naast elkaar gelegen afdelingen. De drie afdelingen waren ingericht met verschillende roosters. Afdeling 1 was voorzien van een combinatie van beton- en kamstaalrooster. De roostervloer in afdeling 2 bestond uit betonrooster en afdeling 3 had een metalen driekantrooster met een mestspleet van 10 cm. Een afdeling bestond uit één rij van acht hokken. In iedere afdeling was ruimte voor 88 dieren en daarmee was per dier $0,72 \text{ m}^2$ hokoppervlak beschikbaar.

De ammoniakemissie is het product van de NH_3 -concentratie en het ventilatie-debiet. De NH_3 -concentraties van de in- en uitgaande lucht werden gemeten met behulp van een NO_x -monitor. Het ventilatie-debiet werd gemeten met behulp van meetventilatoren in de ventilatiekokers.

Zowel afdeling 1 als afdeling 2 emitteerden op jaarbasis de eerste meetperiode gemiddeld $1,3 \text{ kg NH}_3$ per dierplaats en de tweede meetperiode gemiddeld $1,1 \text{ kg NH}_3$ per dierplaats. Afdeling 3 emitteerde op jaarbasis zowel de eerste als tweede meetperiode gemiddeld $1,0 \text{ kg NH}_3$ per dierplaats. Bij de berekening van de ammoniakemissie is uitgegaan van 10% leegstand.

Tijdens beide meetperioden was de ammoniakemissie uit de afdeling met het metalen driekantrooster en de mestspleet het laagst. Ten opzichte van betonroosters blijft op metalen driekantroosters in het algemeen minder urine achter, waardoor de emissie gereduceerd kan worden. In tegenstelling tot eerder onderzoek naar de ammoniakemissie uit een vleesvarkensstal met spoelgoten (roestvrij staal) trad in het onderhavige onderzoek nauwelijks tot geen hokbevuiling op en vervuilden de zijwanden van de kunststof spoelgoten niet.

1 Inleiding

De meest belangrijke verzurende componenten van ons milieu zijn SO_2 , NO_x (NO en NO_2) en NH_3 , samen met hun reactieproducten, in het kort SO_x , NO_y en NH_x genoemd. In 1993 was 86% van de verzuring door NH_x uit eigen land afkomstig en kwam 92% daarvan uit de landbouw. In 1993 was de bijdrage van NH_x aan de totale verzuring in Nederland 47% (Heij en Schneider, 1995). De overheid heeft tot doel gesteld dat de emissie van ammoniak ten opzichte van het niveau in 1980 in het jaar 2000 met 50% en in 2005 met 70% afgenomen moet zijn (Notitie Mest- en Ammoniakbeleid derde fase, 1993). Om dit te kunnen realiseren wordt momenteel veel onderzoek verricht naar emissiereducerende technieken in huisvestingssystemen voor landbouwhuisdieren.

In bovenstaand kader werd door het IMAG-DLO onderzoek verricht naar de ammoniakemissie uit drie afdelingen van een vleesvarkensstal met een spoelgotensysteem onder de roosters. De drie afdelingen waren voorzien van een gedeeltelijke roostervloer. Bij afdeling 1 bestond de roostervloer uit een combinatie van beton- en kamstaalrooster. Afdeling 2 had een betonroostervloer en afdeling 3 was voorzien van een metalen driekantroostervloer. Bij het spoelgotensysteem viel de mest in V-vormige goten onder de roosters. Tweemaal per dag werd, met de dunne fractie van bezonken vleesvarkensmest, de mest uit de goten gespoeld. De emissiereducerende werking van het spoelgotensysteem berust op het verkleinen van het emitterend oppervlak van de mestopslag onder de roosters en op het regelmatig verwijderen van de mest uit de afdeling.

De gemeten ammoniakemissies werden vergeleken met eerder onderzoek naar de ammoniakemissie van spoelgoten bij vleesvarkens (Satter *et al.*, 1997) en met de emissiefactor voor traditionele vleesvarkensstallen met een gedeeltelijke roostervloer (Wijziging Uitvoeringsregeling Ammoniak en Veehouderij, 1996).

2 Materiaal en methode

2.1 Stal

Van 17 juni 1997 tot en met 5 maart 1998 werd op een vleesvarkensbedrijf (foklijn: Bovar) gedurende twee aaneengesloten ronden de ammoniakemissie gemeten uit drie naast elkaar gelegen afdelingen met gedeeltelijke roostervloer. In deze afdelingen werd de mest onder de roosters in een spoelgotensysteem opgevangen. Het emissiereducerende principe van een spoelgotensysteem berust op het verkleinen van het emitterend oppervlak van de mestopslag onder de roosters (Aarnink *et al.*, 1993) en het regelmatig verwijderen van de mest hieruit.

Bijlage A geeft een overzicht van de indeling van de afdelingen. Een afdeling bestond uit één rij van acht hokken. Een hok was 2,5 m breed en 3,5 m diep. Per twee hokken was een dwarstrog aanwezig van 3,5 m lang en 0,5 m breed. In iedere afdeling was ruimte voor 88 dieren en daarmee was per dier 0,72 m² hokoppervlak beschikbaar. Vanaf de voergang bestond ieder hok uit een dichte schuine vloer en een roostervloer. In alle hokken was per dier 0,30 m² dichte vloeroppervlak aanwezig. De drie afdelingen waren ingericht met verschillende typen roosters. Afdeling 1 was voorzien van een combinatie van beton- en kamstaalrooster. De roostervloer in afdeling 2 bestond uit betonrooster en afdeling 3 had een metalen driekantrooster met een mestspleet van 10 cm.

Bij alle afdelingen werd de mest onder de roosters opgevangen in mestputten van 50 cm diep. De mestputten waren ingericht met het spoelgotensysteem. Het systeem bestond uit vijf kunststof goten die horizontaal op de kelderbodem waren gelegd. De goten waren 26 cm diep en aan de bovenzijde 37,5 cm breed. De helling van de schuine wand was 60°. In Bijlage A wordt de dwarsdoorsnede van een spoelgoot schematisch weergegeven. De goten lagen in de lengterichting van de afdelingen en werden tweemaal per dag gespoeld met de dunne fractie van bezonken vleesvarkensmest (= spoelvroestof). In Tabel 1 worden de verschillende kenmerken van de afdelingen vermeld die van invloed kunnen zijn op het niveau van de ammoniakemissie.

Tabel 1. De verschillende kenmerken van de 3 afdelingen met spoelgoten en tweemaal daags verwijderen van mest hieruit.

	Afdeling		
	1	2	3
rooster	beton en kamstaal	beton	metaal
mestspleet	nee	nee	ja

Tweemaal daags om 08:00 en 20:00 uur werden bij de 3 afdelingen de goten één voor één gedurende 20 seconden gespoeld met spoelvroestof. In iedere afdeling werd per spoelbeurt circa 600 l spoelvroestof gebruikt. Na het spoelen bleef ongeveer 2 cm spoelvroestof in de goten achter. Tijdens beide meetperioden kwamen in alle afdelingen geen technische storingen bij het spoelgotensysteem voor. De mest en de spoelvroestof kwamen terecht in een opvangput die aan het einde van de stal was geplaatst. Deze opvangput was afgesloten met een stankafsluiter.

Voor het verkrijgen van spoelvroestof waren op het bedrijf vier bezinktanks van 75 m³ aanwezig. In deze tanks konden zowel zwaardere als lichtere delen van de vleesvarkensmest bezinken. Vanuit de opvangput werd per dag ongeveer 30 m³ mest en spoelvroestof in de eerste bezinktank gepompt. De eerste drie tanks waren via een overloopsysteem met elkaar verbonden. De derde tank was via een wandopening verbonden met de vierde tank. De dunne fractie uit de vierde bezinktank werd als spoelvroestof gebruikt. De dikke fractie onderin de bezinktanks werd regelmatig verwijderd.

De buitenlucht kwam aan de kopzijde van de stal binnen en werd naar een ruimte onder de centrale gang gezogen. Via luchtkanalen onder de de dichte vloer van de hokken en de voergang kwam de lucht in een extra brede spouwmuur aan de lange zijde van de stal terecht. Daarna werd de lucht via een opening van 50 cm aan de bovenkant van de spouwmuur naar de ruimte boven de plafonds van de afdelingen geleid. Iedere afdeling was voorzien van een gescheiden ruimte boven het plafond, waardoor geen luchtuitwisseling tussen afdelingen mogelijk was. Via een spleet in het plafond kwam de lucht de afdeling binnen aan de zijde van de voergang. De lengte van de spleet in het plafond was gelijk aan de lengte van de afdeling. In Bijlage A wordt het luchtinlaatsysteem schematisch weergegeven. Met dit luchtinlaatsysteem wordt de ingaande lucht in koude perioden opgewarmd en in warme perioden afgekoeld.

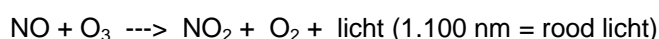
In iedere afdeling was een ventilatiekoker met een diameter van 56 cm in het plafond aangebracht (zie Bijlage A). De ventilatiekoker was uitgerust met een meetventilator en een smoorklep. De uitgaande lucht van 12 afdelingen werd door 3 ventilatoren (\varnothing 80 cm) in de nok van de stal aangezogen en afgevoerd naar buiten. Deze ventilatoren waren geplaatst in een centrale afzuigkoker en hadden een totale maximale ventilatiecapaciteit van 90.000 m³/uur. De ventilatiecapaciteit van de centrale afzuiging werd geregeld op basis van de ventilatiebehoefte van de 12 afdelingen. De ventilatie van een afdeling kon gestuurd worden met de instelling van de smoorklep in de ventilatiekoker.

2.2 Metingen

Gedurende de meetperioden zijn de volgende variabelen continu gemeten:

- NH₃-concentratie (ppm) van de uitgaande lucht per afdeling en van de ingaande lucht;
- ventilatiedebiet (m³/uur) per afdeling;
- relatieve luchtvochtigheid (RV in %) in iedere afdeling, van de ingaande lucht en buiten;
- temperatuur (T in °C) in iedere afdeling, van de ingaande lucht en buiten;

De NH₃-concentratie werd continu gemeten met behulp van een NO_x-monitor (Monitor Labs Nitrogen Oxydes Analyzer Model 8840). De meting is gebaseerd op de chemiluminescentiereactie tussen O₃ en NO:



Deze methode is uitgebreid beschreven door Scholtens (1993). Hier wordt volstaan met een korte beschrijving van het systeem en de meetopstelling.

Om NH₃ te kunnen meten moet het eerst door een convertor omgezet worden tot NO. In de convertor passeert de luchtstroom een stoffilter waarna het verhit wordt tot ongeveer 775 °C. Bij deze temperatuur wordt NH₃ aan een roestvrijstalen katalysator geoxideerd tot NO. De convertor is zo dicht mogelijk bij het monsternamepunt gemonteerd om het transport van NH₃ tot een minimum te beperken. NH₃ adsorbeert makkelijk aan allerlei materialen en lost makkelijk op in water, waardoor metingen kunnen worden verstoord. De stallucht werd continu aangezogen via teflonslangen. Om condensvorming in de slangen te voorkomen waren alle slangen met een verwarmingslint en isolatie omwikkeld. De monsternamepunten van de uitgaande lucht bevonden zich in iedere afdeling tussen de meetventilator en het stalventilatiesysteem (smoorklep plus meetventilator). Het monsternamepunt van de ingaande lucht bevond zich tijdens meetperiode 1 eerst boven het plafond van afdeling 2. Bij lage ventilatiedebieten bleek dit punt echter niet representatief te zijn voor de ingaande luchtcondities en werd het monsternamepunt verschoven richting de spouwmuur. Vanaf de tweede meetperiode werd de ingaande lucht in de spouwmuur bemonsterd. Het in de convertors gevormde stabiele NO werd door teflonslangen naar de monitor geleid en gemeten. De maximaal meetbare NH₃-

concentratie was 50 ppm. De gemeten NH_3 -concentratie in ppm werd met de factor 0,71 (bij 20 °C en 1 atm) omgerekend naar mg NH_3 per m^3 lucht.

Het ventilatiedebiet werd bepaald met behulp van meetventilatoren in de ventilatiekokers. Per omwenteling van de meetventilator werden vier pulsen afgegeven en het aantal pulsen werd per 10 seconden geregistreerd. De relatie tussen het aantal pulsen per 10 seconden en het ventilatiedebiet werd bepaald met behulp van een windtunnel (Berckmans *et al.*, 1991; Scholtens en van 't Klooster, 1993). De relatie tussen het ventilatiedebiet (V in m^3/uur) en het geregistreerde aantal pulsen per 10 seconden was voor de drie afdelingen:

$$V = 14,8 * (\text{aantal pulsen}/10 \text{ sec}) + 99$$

De temperatuur en de relatieve luchtvochtigheid werden continu gemeten met temperatuur- en vochtsensoren (Rotronic Hygromer[®]). In iedere afdeling hing deze sensor op circa 1,5 m hoogte in het midden van de afdeling. De temperatuur en de relatieve luchtvochtigheid van de ingaande lucht werden in eerste instantie gemeten boven het plafond in het midden van afdeling 2. Tijdens de eerste meetperiode bleek dat deze plaats bij lage ventilatiedebieten niet representatief was voor de ingaande lucht en daarom werd de sensor in afdeling 2 verplaatst richting de spouwmuur. Tijdens de tweede meetperiode werden de temperatuur en de relatieve luchtvochtigheid van de ingaande lucht in de spouwmuur bemonsterd. Na ijking bleek dat de metingen van de relatieve luchtvochtigheid van de ingaande lucht onjuist waren en daarom zijn deze waarnemingen missend. De temperatuur en de relatieve luchtvochtigheid van de buitenlucht werden aan de noordzijde van de stal gemeten.

De meetapparatuur werd bestuurd door een programmeerbare datalogger. Alle verzamelde gegevens werden hierin opgeslagen. Eenmaal in de drie minuten werden alle variabelen gemeten. Na één uur werden de waarden gemiddeld en weggeschreven. Iedere week werd de apparatuur gecontroleerd, de monitor gekalibreerd en zonodig werden de filters voor de convertors vervangen. Tevens werd de algemene situatie in de stal genoteerd. De convertors werden voor en na iedere meetperiode geijkt. Uit de ijking van de convertors bleek dat voor de aanvang van zowel meetperiode 1 als 2 gemiddeld 92% van de aangeboden NH_3 als NO_x werd gemeten. Na meetperiode 1 en 2 was dit respectievelijk 94% en 91%. De wekelijkse kalibratie van de monitor werd uitgevoerd met 38,7 ppm NO-gas. Tijdens de eerste meetperiode bedroeg de absolute afwijking tijdens de kalibratie gemiddeld 2,6% en tijdens de tweede meetperiode 1,3%. Op basis van deze kalibratie- en ijkresultaten werden de metingen gecorrigeerd.

De ammoniakemissie is het product van de NH_3 -concentratie van de uitgaande lucht en het ventilatiedebiet. De ammoniakemissie werd gecorrigeerd voor de NH_3 -concentratie van de ingaande lucht (= achtergrondconcentratie). De totale ammoniakemissie van de meetperioden werd berekend door cumulatie van de uurgemiddelden. Bij het ontbreken van meetgegevens door storingen of kalibraties werd ten behoeve van de cumulatie en het berekenen van de gemiddelden geïnterpoleerd. De meetperiode werd gestart op de eerste dag na opleg waarop de dieren 24 uur aanwezig waren. Het einde van de meetperiode werd bereikt op het moment dat meer dan 50% van de opgelegde varkens uit een afdeling verwijderd waren.

In Tabel 2 worden de gemiddelde temperaturen en de ventilatiedebieten per gemiddeld aanwezig dier voor beide meetperioden weergegeven. In Bijlage C, D en E worden voor de eerste en tweede meetperiode het ventilatiedebiet per afdeling, de temperaturen van de afdelingen, de ingaande lucht en buiten en de relatieve luchtvochtigheden van de afdelingen en buiten grafisch weergegeven.

Tabel 2. Gemiddelde temperatuur (°C) van de afdelingen, ingaande lucht en buiten en het gemiddelde ventilatiedebiet (m³/uur) per gemiddeld aanwezig dier tijdens beide meetperiodes.

		Afdeling 1	Afdeling 2	Afdeling 3
Meetperiode 1:	afdelingstemperatuur	23,2	23,1	23,2
	temperatuur ingaande lucht	17,3	16,7	16,7
	buitentemperatuur	16,0	14,8	14,8
	ventilatiedebiet	40	39	36
Meetperiode 2:	afdelingstemperatuur	21,3	21,3	21,5
	temperatuur ingaande lucht	10,0	9,7	9,7
	buitentemperatuur	4,8	4,7	4,7
	ventilatiedebiet	20	21	19

In Tabel 2 is te zien dat de gemiddelde weersomstandigheden van de twee meetperiodes verschilden. In augustus 1997, halverwege de eerste meetperiode, was volgens het K.N.M.I. (1998) sprake van een hittegolf. Daarentegen was het daggemiddelde van de buitentemperatuur tijdens de tweede meetperiode niet hoger dan 5 °C. Ten opzichte van de eerste meetperiode werd in de tweede meetperiode het ventilatiedebiet gehalveerd en daalde de gemiddelde temperatuur in de afdeling met ongeveer 2 °C.

2.3 Bedrijfsvoering

In de eerste meetperiode werden de dieren van afdeling 1 op 17 juni 1997 opgelegd. De opleg van de dieren van afdeling 2 en 3 vond op respectievelijk 25 en 30 juni 1997 plaats. In meetperiode 2 werden de dieren van afdeling 1 op 26 oktober 1997 opgelegd en de dieren van afdeling 2 en 3 op 10 november 1997.

Het voer van de dieren bestond uit droogvoer en werd dagelijks om 07:00 en 19:00 uur handmatig verstrekt. Daarnaast konden de varkens, via een bijtippel (zonder morsbakje) tegenover de dwarstrog, onbepaald water opnemen. In Tabel 3 wordt per dier de gemiddelde hoeveelheid opgenomen voer, de gemiddelde energiewaarde, het gemiddelde ruw eiwitgehalte en het gemiddelde waterverbruik van de afdelingen weergegeven voor beide meetperiodes.

Tabel 3. De hoeveelheid opgenomen voer per dier per meetperiode (kg), het energiegehalte per kg voer (EW), het ruweiwitgehalte (re in g/kg) en het gemiddelde waterverbruik (liter/dier.dag) per meetperiode.

		Hoeveelheid	EW	re
Meetperiode 1:	Startvoer	30,7	1,14	170
	Groeivoer	46,3	1,12	160
	Afmestvoer	163,7	1,10	155
	Waterverbruik	7,1	-	-
Meetperiode 2:	Startvoer	31,7	1,14	170
	Groeivoer	47,0	1,12	160
	Afmestvoer	152,0	1,10	155
	Waterverbruik	7,6	-	-

Het waterverbruik uit Tabel 3 werd berekend met de handmatig geregistreerde gegevens van de watermeters uit de drie afdelingen. De water/voerverhouding in het onderhavige onderzoek was vergelijkbaar met voersystemen met een soortgelijke drinkwaterverstrekking (Plagge, 1991; Handboek voor de Varkenshouderij, 1993). Met uitzondering van afdeling 1 in meetperiode 2, was het voerverbruik in alle afdelingen vergelijkbaar. Tijdens de tweede meetperiode kregen de dieren van afdeling 1 in vergelijking tot de andere afdelingen meer afmestvoer.

Tijdens het tweemaal daags voeren werden de dieren gecontroleerd. Gedurende deze werkzaamheden van ongeveer 5 minuten werden de afdelingen verlicht met TL-lampen. De resterende tijd was lichtinval mogelijk via een rond venster (\varnothing 23 cm) in de toegangsdeur en was een klein lampje aanwezig in de afdeling. Tijdens de tweede meetperiode brandden de TL-lampen langer om de voeropname van de varkens te verbeteren. In beide meetperioden werden de dieren ingeënt tegen aujeszky. Tijdens de eerste periode kregen de dieren van afdeling 2 een vijfdaagse kuur met oxy-tetracycline.

Tussen de beide meetperioden werden de drie afdelingen schoongemaakt. Het waterverbruik tijdens het schoonmaken bedroeg voor afdeling 1 en 2 ongeveer $3,5 \text{ m}^3$ water per afdeling. Voor het reinigen van afdeling 3 werd 2 m^3 water gebruikt. Het schoonmaakwater werd afgevoerd naar de bezinktanks.

In Tabel 4 zijn de bedrijfsresultaten weergegeven.

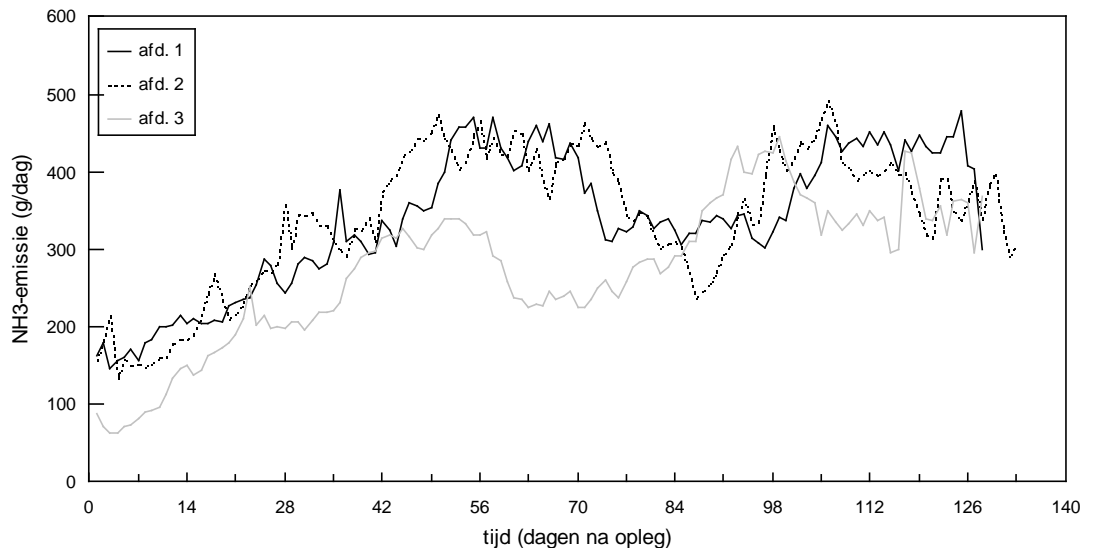
Tabel 4. Bedrijfsresultaten per afdeling, per afgeleverd vleesvarken en het landelijk gemiddelde (Kwantitatieve Informatie Veehouderij 1996-1997).

	Afd. 1	Afd. 2	Afd. 3	Landelijk
gemiddeld aantal ligdagen	126	131	126	121
gemiddeld opleggewicht (kg)	26,5	24,0	23,0	25
gemiddeld aflevergewicht (kg)	113,8	112,3	110,0	113
Periode 1: gemiddeld geslachtgewicht (kg)	88,5	87,1	84,9	88,0
groei (g/dag)	690	673	688	725
voeropname (kg/dag)	1,96	1,94	1,93	2,03
voederconversie	2,75	2,82	2,78	2,79
EW-conversie	3,03	3,11	3,08	2,99
uitval (%)	3,4	4,6	2,3	2,6
gemiddeld aantal ligdagen	121	109	110	121
gemiddeld opleggewicht (kg)	24,8	27,8	26,5	25
gemiddeld aflevergewicht (kg)	116,3	113,9	112,2	113
Periode 2: gemiddeld geslachtgewicht (kg)	90,8	88,6	86,9	88,0
groei (g/dag)	756	793	781	725
voeropname (kg/dag)	2,05	2,11	2,08	2,03
voederconversie	2,60	2,54	2,59	2,79
EW-conversie	2,87	2,81	2,86	2,99
uitval (%)	2,3	3,4	3,4	2,6

Uit Tabel 4 blijkt dat de technische resultaten van de tweede meetperiode beter waren dan de eerste meetperiode, hetgeen het gevolg was van een betere groei en een lagere voederconversie tijdens de tweede meetperiode. Bovendien lagen de technische resultaten van de eerste meetperiode onder het landelijk gemiddelde. De verschillen tussen de eerste en de tweede meetperiode en het landelijk gemiddelde konden veroorzaakt zijn door het relatief groot aantal opfokgelten in de afdelingen tijdens de eerste meetperiode. Doorgaans ligt de voeropname van opfokgelten lager in vergelijking tot de andere vleesvarkens. Een andere oorzaak kon de lagere temperatuur in de afdelingen tijdens meetperiode 2 zijn. Tevens bleef tijdens meetperiode 2 het licht in de afdelingen langer aan, hetgeen de voer- en wateropname van de dieren kon bevorderen.

3 Resultaten en discussie

In de resultaten komt dag 1 overeen met de eerste dag na opleg waarop de dieren 24 uur aanwezig waren. Aangezien de dieren van de verschillende afdelingen niet gelijktijdig werden opgelegd waren de weersomstandigheden op een willekeurig dagnummer niet gelijk. Figuur 1 geeft het verloop van de daggemiddelde ammoniakemissie uit de drie afdelingen tijdens de eerste meetperiode weer.

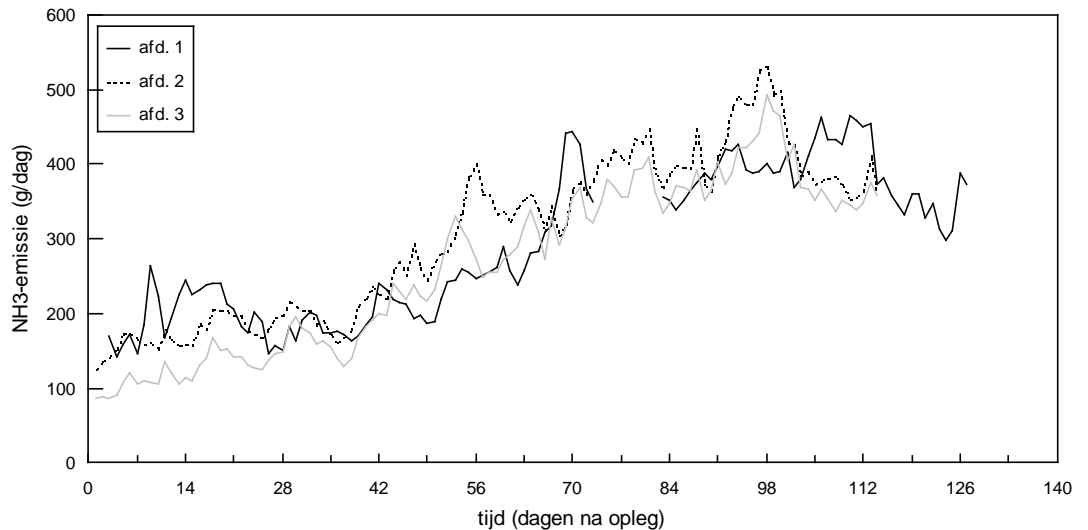


Figuur 1. Verloop van de NH_3 -emissie (g/dag) van afdeling 1 (spoelgoten, beton/kamstaalrooster), afdeling 2 (spoelgoten, betonrooster) en afdeling 3 (spoelgoten, metalen driekantrooster met mestspleet) gedurende de eerste meetperiode.

In Figuur 1 is te zien dat de ammoniakemissie uit alle afdelingen na opleg van de dieren snel toenam. Waarschijnlijk werd deze snelle toename mede veroorzaakt door de stijgende temperatuur van de buitenlucht. Volgens het K.N.M.I. (1998) was van 6 tot en met 25 augustus sprake van een hittegolf. Als gevolg hiervan was de daggemiddelde buitentemperatuur in deze periode bijna altijd hoger dan 20°C . In afdeling 1 kwam deze periode van extreme hitte overeen met de dagnummers 50 tot en met 69. Voor afdeling 2 en 3 waren dit respectievelijk de dagnummers 42 tot en met 61 en de dagnummers 37 tot en met 56. In alle afdelingen ging de hittegolf gepaard met een verhoogde ammoniakemissie.

Tijdens de eerste meetperiode vertoonden de ammoniakemissies uit alle afdelingen doorgaans hetzelfde verloop. Echter na de hittegolf daalde de ammoniakemissie uit afdeling 1 en 3, terwijl de emissie uit afdeling 2 van een hoger niveau bleef. De hogere ammoniakemissie werd waarschijnlijk beïnvloed door de slechte gezondheid van de dieren in afdeling 2. Tevens werd in deze fase enige hokbevuiling in afdeling 2 waargenomen. Nadat een kuur aan de dieren was toegediend herstelden de dieren zich en nam ook de hokbevuiling af. De emissie van afdeling 2 vertoonde daarna weer hetzelfde verloop als de andere 2 afdelingen.

Figuur 2 geeft het verloop van de daggemiddelde ammoniakemissie uit de drie afdelingen tijdens de tweede meetperiode weer.



Figuur 2. Verloop van de NH₃-emissie (g/dag) van afdeling 1 (spoelgoten, beton/kamstaalrooster), afdeling 2 (spoelgoten, betonrooster) en afdeling 3 (spoelgoten, metalen driekantrooster met mestspleet) gedurende de tweede meetperiode.

In Bijlage B en C worden de daggemiddelden van de NH₃-concentraties en de ventilatiedebieten tijdens meetperiode 1 en 2 weergegeven. Uit Figuur 1 en 2 blijkt dat de ammoniakemissies tijdens de tweede meetperiode minder snel stegen ten opzichte van de emissies in de eerste meetperiode. Waarschijnlijk was dit het gevolg van de lagere buitentemperatuur en dientengevolge de lagere ventilatiedebieten in meetperiode 2. In de tweede meetperiode werd in geen van de afdelingen hokbevuiling waargenomen. In verband met een kapotte convertor werden van dagnummer 74 tot en met dagnummer 82 geen NH₃-concentraties in afdeling 1 geregistreerd.

In Tabel 5 wordt een overzicht gegeven van de ammoniakemissie uit de drie afdelingen en de reductiepercentages ten opzichte van de emissiefactor tijdens beide meetperioden. De emissiefactor voor traditionele vleesvarkensstallen met een gedeeltelijke roostervloer van beton bedraagt 2,5 kg ammoniak per dierplaats per jaar (Wijziging Uitvoeringsregeling Ammoniak en Veehouderij, 1996).

Tabel 5. Ammoniakemissie van afdeling 1 (spoelgoten, beton-/kamstaalrooster), afdeling 2 (spoelgoten, betonrooster) en afdeling 3 (spoelgoten, metalen driekantrooster met mestspleet) per dierplaats per dag en per dierplaats per jaar voor beide meetperioden.

		Afdeling		
		1	2	3
Meetperiode 1:	lengte meetperiode (dagen)	128	134	129
	totale NH ₃ -emissie (kg)	43,1	45,5	35,0
	totale NH ₃ -emissie (g/dag)	337	340	271
	NH ₃ -emissie per dierplaats (kg/jaar) met 10% leegstand	1,3	1,3	1,0
	reductie t.o.v. emissiefactor (%)	48	48	60
Meetperiode 2:	lengte meetperiode (dagen)	124	113	113
	totale NH ₃ -emissie (kg)	36,7	34,5	30,1
	NH ₃ -emissie (g/dag)	296	305	266
	NH ₃ -emissie per dierplaats (kg/jaar) met 10% leegstand	1,1	1,1	1,0
	reductie t.o.v. emissiefactor (%)	56	56	60

Voor afdeling 1 (beton/kamstaal rooster) en 2 (betonrooster) was de ammoniakemissie op jaarbasis tijdens de eerste meetperiode 1,3 kg NH₃ per dierplaats en tijdens de tweede meetperiode 1,1 kg NH₃ per dierplaats. Voor afdeling 3 (metalen driekantrooster met mestspleet) was de ammoniakemissie op jaarbasis tijdens beide meetperioden 1,0 kg NH₃ per dierplaats. Bij de berekening van de ammoniakemissie werd uitgegaan van 10% leegstand per jaar.

Uitgaande van de emissiereducerende aspecten uit Tabel 1 blijkt dat de ammoniakemissie door toepassing van het spoelgotensysteem gereduceerd werd. Tijdens beide meetperioden was de ammoniakemissie uit afdeling 3 met het metalen driekantrooster en een mestspleet het laagst. Uit onderzoek van Aarnink *et al.* (1996) bleek dat het emitterend oppervlak van betonroosters groter kon zijn dan van metalen driekantroosters, omdat op beton meer urine achterblijft. Hierdoor kon de ammoniakemissie uit de afdelingen met betonrooster hoger zijn dan de afdeling met metalen driekantrooster.

Ten opzichte van eerder onderzoek naar de ammoniakemissie uit een vleesvarkensstal met spoelgoten (roestvrij staal) door Satter *et al.* (1997) was in het onderhavig onderzoek de emissie gemiddeld 40% lager. Dit verschil werd zeer waarschijnlijk veroorzaakt doordat in het onderhavig onderzoek nauwelijks tot geen hokbevuiling optrad en de zijwanden van de kunststof spoelgoten niet vervuilden.

4 Conclusie

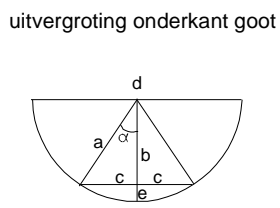
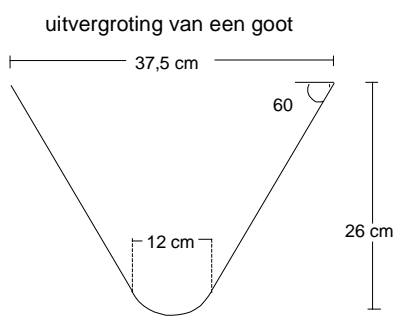
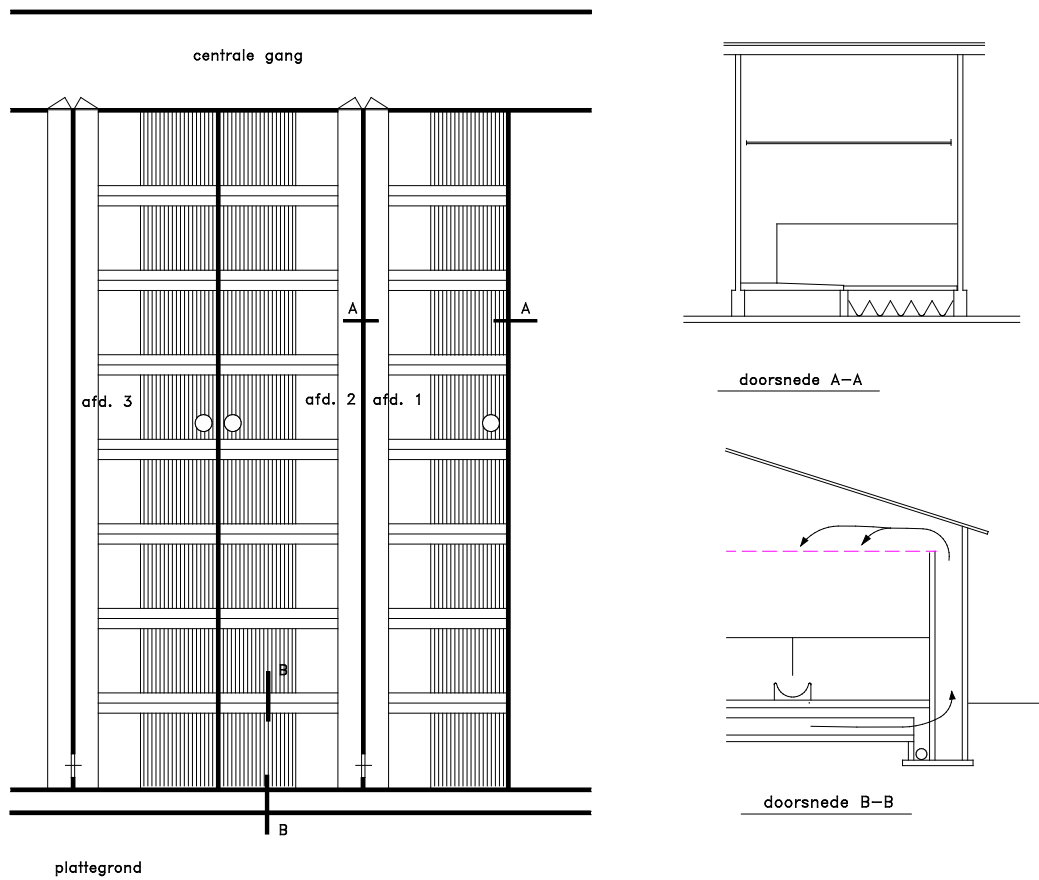
De afdeling met spoelgoten en beton-/kamstaalroosters emitteerde op jaarbasis de eerste meetperiode gemiddeld 1,3 kg NH₃ per dierplaats en de tweede meetperiode gemiddeld 1,1 kg NH₃ per dierplaats, rekening houdend met 10% leegstand.

De afdeling met spoelgoten en betonroosters emitteerde op jaarbasis de eerste meetperiode gemiddeld 1,3 kg NH₃ per dierplaats en de tweede meetperiode gemiddeld 1,1 kg NH₃ per dierplaats, rekening houdend met 10% leegstand.

De afdeling met spoelgoten en metalen driekantroosters emitteerde op jaarbasis zowel de eerste als tweede meetperiode gemiddeld 1,0 kg NH₃ per dierplaats, rekening houdend met 10% leegstand.

Literatuurlijst

- Aarnink, A.J.A., M.J.M. Wagemans en A. Keen, 1993. Factors affecting ammonia emission from housing for weaned piglets. In: M.W.A. Verstegen, L.A. den Hartog, G.J.M. van Kempen en J.H.M. Metz (Eds.): Nitrogen flow in pig production and environmental consequences. EAAP Publication No. 69. Pudoc Scientific Publishers, Wageningen, The Netherlands, p. 286-294.
- Aarnink, A.J.A., A.J. van den Berg, A. Keen, P. Hoeksma en M.W.A. Verstegen, 1996. Effect of slatted floor area on ammonia emission and on the excretory and lying behaviour of growing pigs. *Journal of Agricultural Engineering Research*, No. 64. p. 299-310.
- Berckmans, D., Ph. Vandenbroeck en V. Goedseels, 1991. Sensor for continuous measurement of the ventilation rate in livestock buildings. *Indoor Air* 3: 323-336.
- Handboek voor de Varkenshouderij, 1993. Informatie en Kennis Centrum Veehouderij, Rosmalen, 363 pp.
- Heij, G.J. en T. Schneider, 1995. Dutch priority programme on acidification. Final report third phase Dutch priority programme on acidification no. 300-05, 160 pp.
- K.N.M.I., 1998. Jaaroverzicht van het weer in Nederland: Jaar 1997. De Bilt, jaargang 94, nr. 13, 10 pp.
- KWIN-V, 1996. Kwantitatieve Informatie Veehouderij 1996-1997. Praktijkonderzoek Rundvee, Schapen en Paarden, KWIN-V augustus 1996, Lelystad, Drukkerij Cabri BV, 386 pp.
- Notitie Mest- en Ammoniakbeleid derde fase. Tweede kamer, vergaderjaar 1992-1993, 19882, nr 34, SDU-Uitgeverij, 's Gravenhage, 55 pp.
- Plagge, J.G., 1991. De invloed van beperking van de drinktijd op het waterverbruik en technische resultaten bij vleesvarkens. Rosmalen, Praktijkonderzoek Varkenshouderij, P 1.64, 16 pp.
- Satter, I.H.G., J.M.G. Hol, J.W.H. Huis in 't Veld en C.M. Groenestein, 1997. Praktijkonderzoek naar de ammoniakemissie van stallen XXXIV: Vleesvarkensstal met mestverwijdering door spoelen met dunne mestfractie via spoelgoten. Wageningen, DLO, rapport 97-1004, 17 pp.
- Scholtens, R., 1993. NH₃-converter + NO_x-analyzer. In: E.N.J. van Ouwerkerk (Ed.): Meetmethoden NH₃-emissie uit stallen. Onderzoek inzake de mest- en ammoniakproblematiek in de veehouderij 16, DLO, Wageningen, p. 19-22.
- Scholtens, R. en C.E. van 't Klooster, 1993. Meetventilator. In: E.N.J. van Ouwerkerk (Ed.): Meetmethoden NH₃-emissie uit stallen. Onderzoek inzake de mest- en ammoniakproblematiek in de veehouderij 16, DLO, Wageningen, p. 59-62.
- Wijziging Uitvoeringsregeling Ammoniak en Veehouderij, 1996. Interimwet Ammoniak en Veehouderij. Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer en het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, Staatscourant nr. 177, Den Haag.



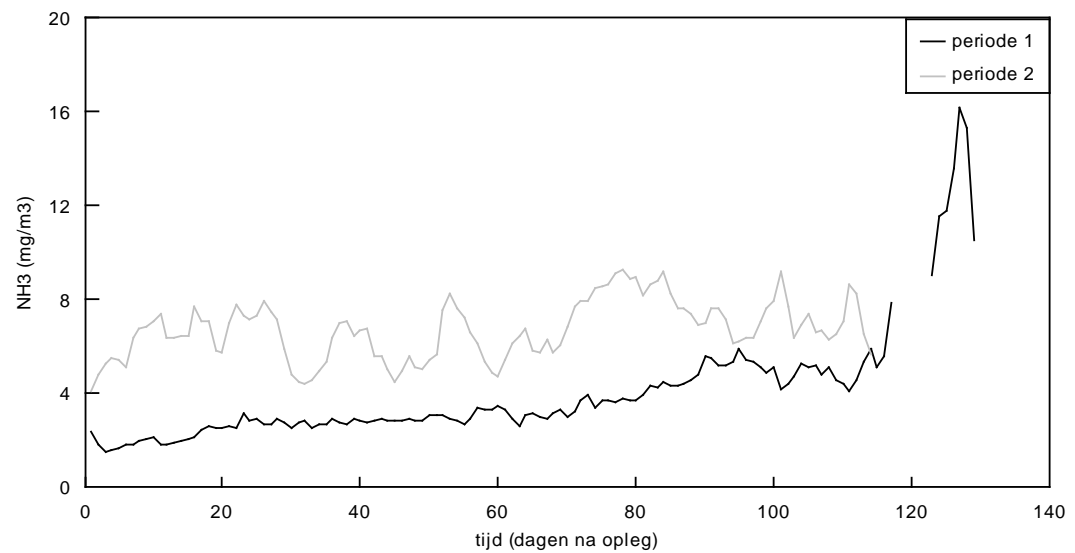
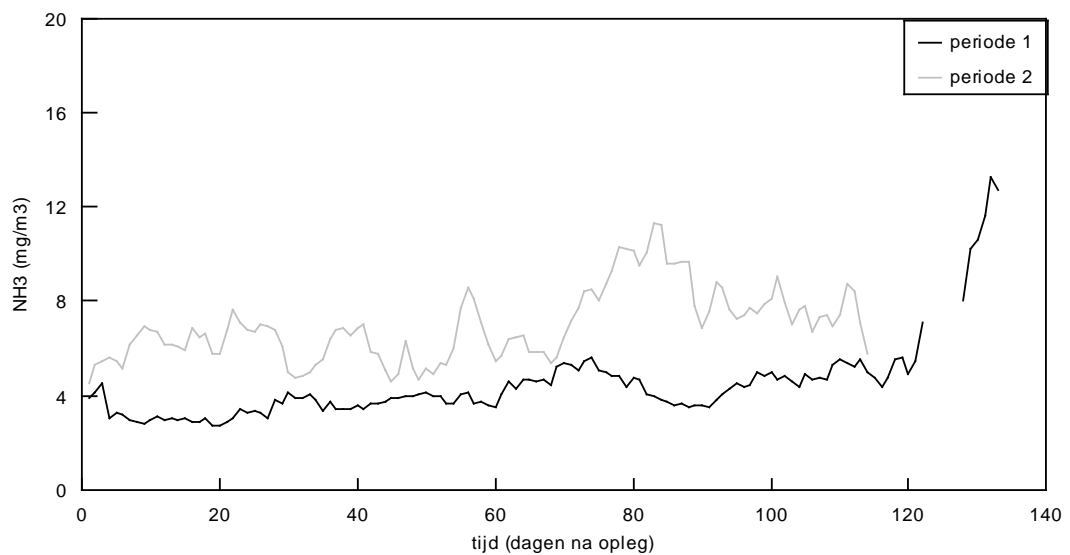
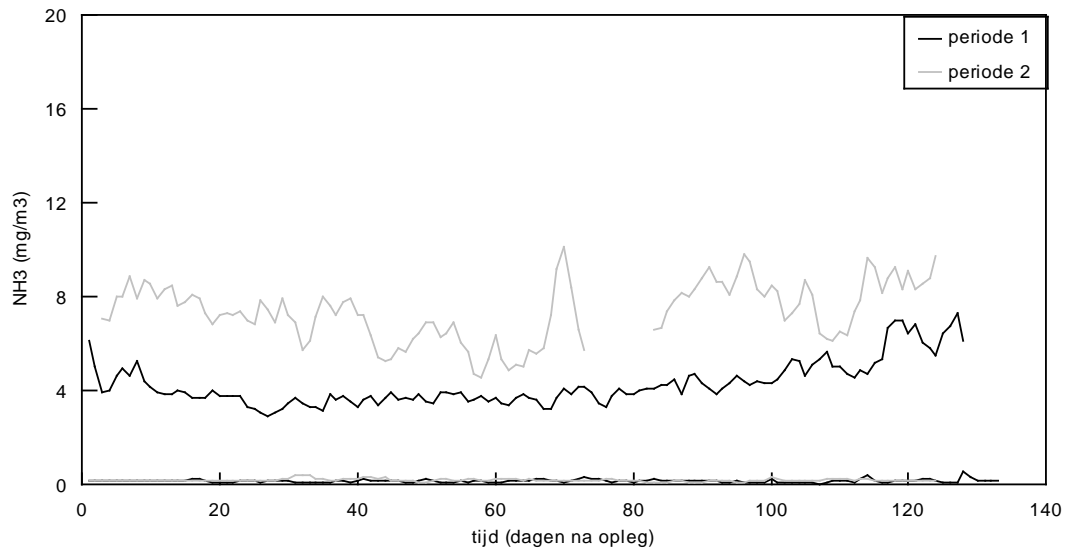
d = diameter
 e = spoelvloeistof-niveau in de goot
 a = straal
 b = a - e
 2c = breedte spoelvloeistof-oppervlak

Voor de berekening van de hoeveelheid spoelvloeistof en het emitterend oppervlak bij een bepaald vloeistofniveau kan gebruik worden gemaakt van de volgende rekenregels:

1. $a^2 = b^2 + c^2$
2. $\tan \alpha = c/b$
3. oppervlak segment van de halve cirkel met $\angle 2\alpha = 2\alpha / 180 \cdot (\frac{1}{2}\pi a^2)$
4. oppervlak van driehoek met $2\alpha = \frac{1}{2} \cdot b \cdot 2c$

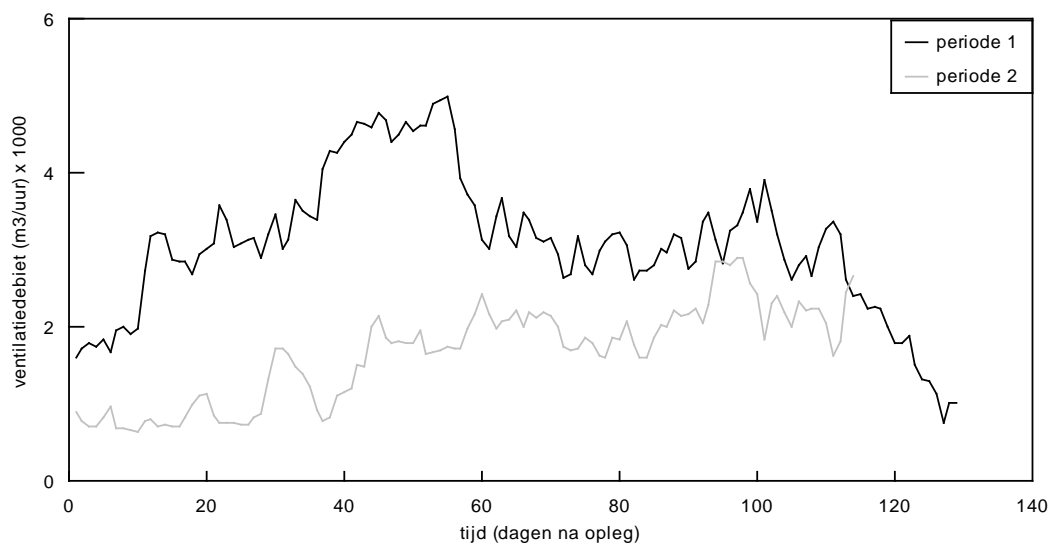
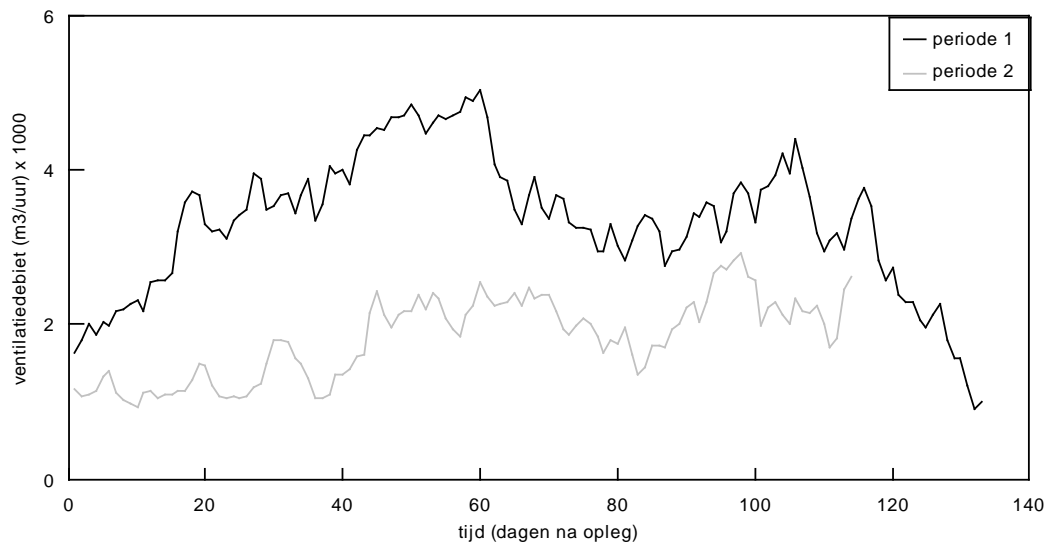
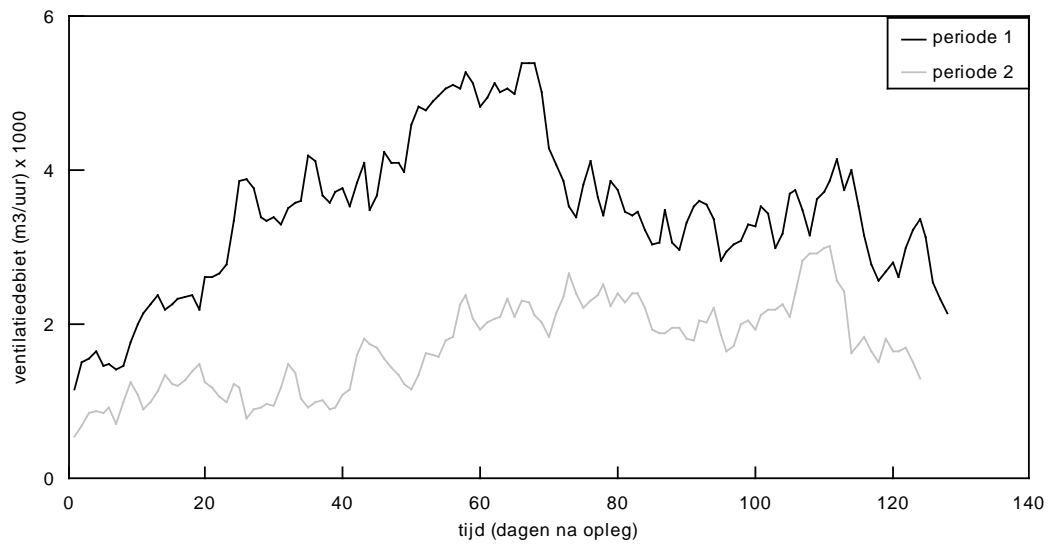
Bijlage B

Ammoniakconcentratie gedurende twee meetperioden in afdeling 1 en ingaand (boven), afdeling 2 (midden) en afdeling 3 (onder).



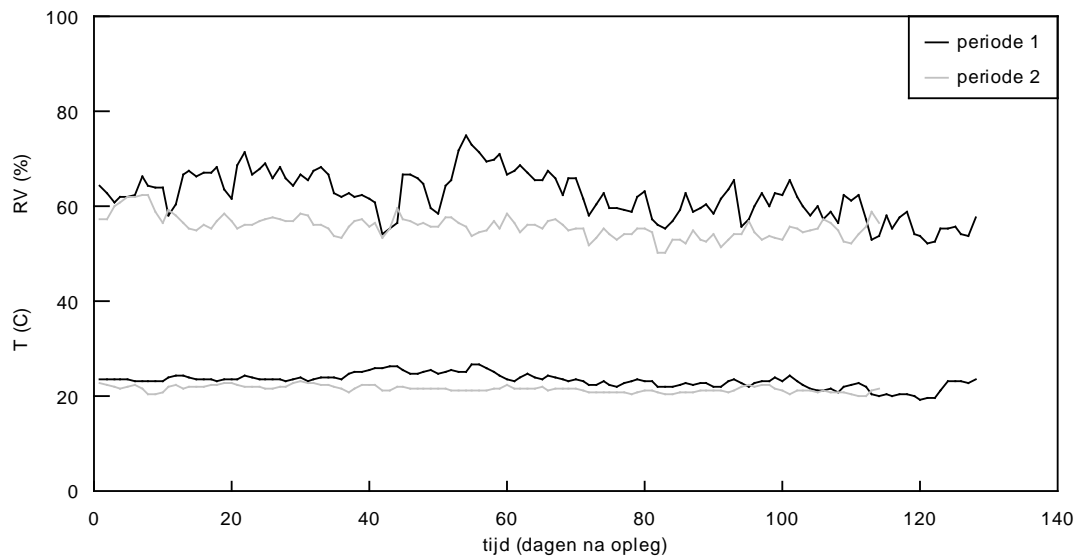
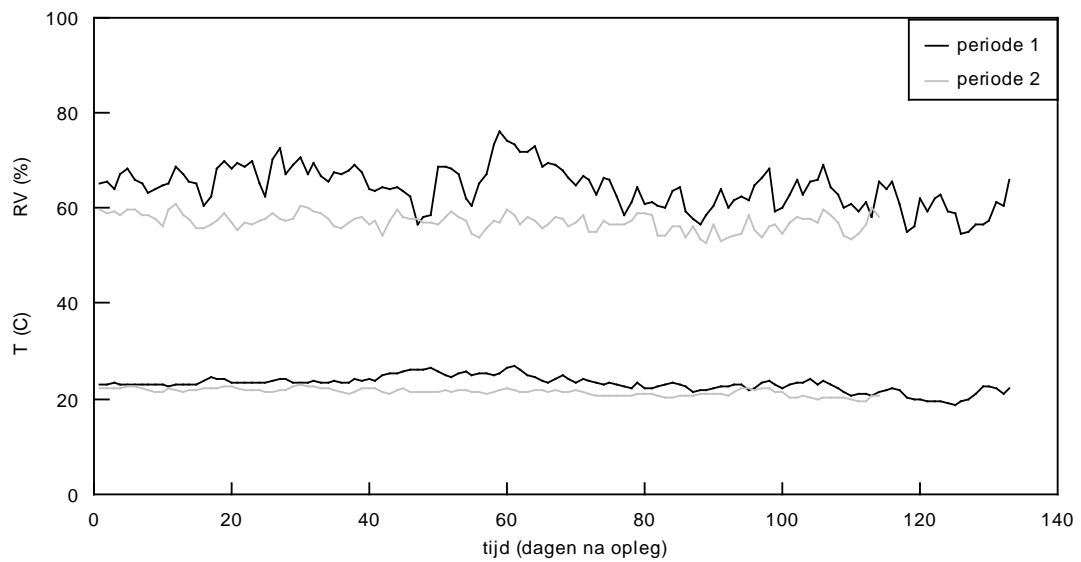
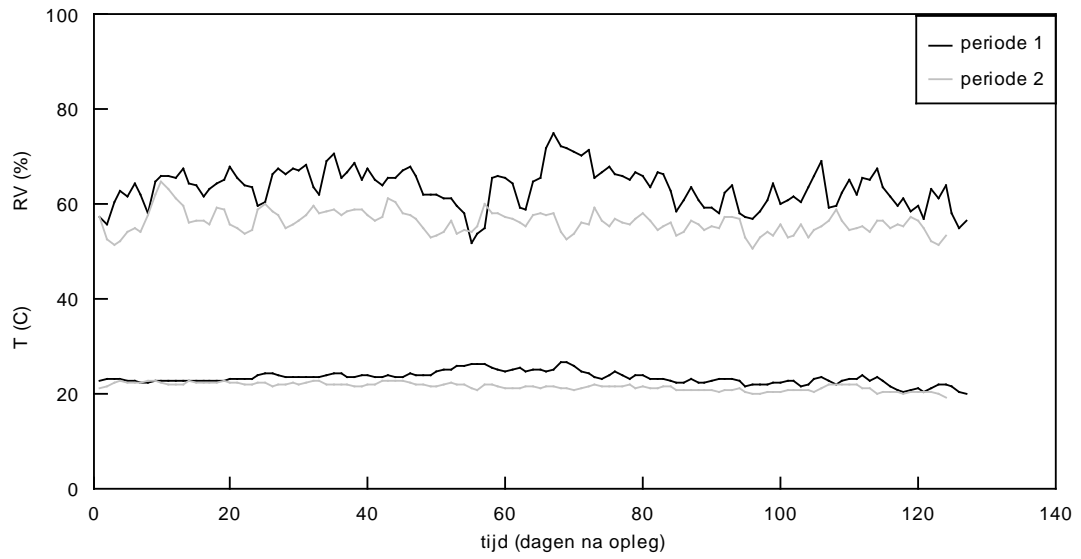
Bijlage C

Ventilatiedebit gedurende twee meetperioden in afdeling 1 (boven), afdeling 2 (midden) en afdeling 3 (onder).



Bijlage D

Relatieve luchtvochtigheid en temperatuur gedurende twee meetperioden in afdeling 1 (boven), afdeling 2 (midden) en afdeling 3 (onder).



Bijlage E

Temperatuur gedurende twee meetperioden van de ingaande lucht (boven) en de relatieve luchtvochtigheid en temperatuur gedurende twee meetperioden van de buitenlucht (onder).

