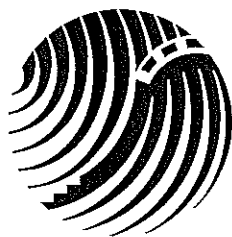


Praktijkonderzoek naar de ammoniakemissie van stallen XVIII

Compactbatterij voor leghennen
met tweemaal daags verwijderen
van natte mest

J.M.G. Hol
C.M. Groenestein

dlo



Praktijkonderzoek naar de ammoniakemissie van stallen XVIII

Compactbatterij voor leghennen met tweemaal daags verwijderen van natte mest

J.M.G. Hol
C.M. Groenestein

Rapport 95-1001

© 1995

Dienst Landbouwkundig Onderzoek
Postbus 59, 6700 AB Wageningen

**Alle informatie beschikbaar bij
IMAG-DLO
Postbus 43, 6700 AA Wageningen
Telefoon: 08370-76300
Telefax: 08370-25670**

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar 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.

Inhoud

Samenvatting	2
1 Inleiding	3
2 Materiaal en methode	4
2.1 Stal en bedrijfsvoering	4
2.2 Metingen	5
3 Resultaten en discussie	8
4 Conclusies	10
Literatuur	11
Bijlagen	

Samenvatting

Ammoniak is naast NO_x en SO_x een van de meest belangrijke verzurende componenten in ons milieu. De overheid heeft tot doel gesteld dat de emissie van ammoniak ten opzichte van het nivo 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 van een compactbatterij voor leghennen.

De dieren waren gehuisvest in een compactbatterij met vier dubbele rijen van ieder vier etages. Het emissiereducerende principe berust op het twee maal per dag verwijderen van de natte mest uit de stal. Dit gebeurde met één mestband (polypropyleen) onder elke dubbele rij. De mest van de bovenste drie etages viel niet direct op de band maar kwam op eterniet platen die per rij onder iedere etage waren bevestigd. Met een schuif werd de mest van de platen op de mestband geschoven. Daarna werd de mest op een band gedraaid die loodrecht op de band onder de kooien lag, die de mest vervolgens naar een mestput buiten de stal transporteerde. De open verbinding van de stal en de mestput werd daarna handmatig met een klep gesloten.

In totaal werden 15.964 hennen op de leeftijd van 22 weken opgehokt. Per kooi waren vijf hennen gehuisvest, met een leefoppervlak van 450 cm^2 per hen. Van 4 november 1993 tot 2 februari 1994 en van 28 juni tot 5 september 1994 werd de ammoniakemissie gemeten. De leeftijd van de dieren in de eerste periode was 28 tot 41 weken, en in de tweede periode 61 tot 72 weken.

Tijdens de eerste periode (winter) was de NH_3 -emissie op jaarbasis 14 g per dierplaats en in de tweede meetperiode (zomer) 25 g per dierplaats. Bij de berekening van de jaarlijkse emissie is uitgegaan van een gemiddelde leegstand van 14 dagen per jaar. De drempelwaarde voor leghennen op mestbandbatterij voor natte mest met afvoer naar een gesloten put (minimaal tweemaal per week ontmesten) is 35 g per dierplaats per jaar (Beoordelingsrichtlijn, 1993). Gedurende beide meetperiodes was de emissie op jaarbasis lager.

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 reaktieproducten, in het kort SO_x , NO_y , en NH_x genoemd. In 1989 was 81% van de verzuring door NH_x uit eigen land afkomstig en 94% daarvan kwam uit de landbouw. De bijdrage van NH_x aan de totale verzuring in Nederland bedroeg in 1989 46% (Heij en Schneider, 1991). De overheid heeft tot doel gesteld dat de emissie van ammoniak in 2000 met 50% en in 2005 met 70% afgenomen moet zijn (Notitie Mest- en Ammoniakbeleid, 1993). Om dit te kunnen realiseren wordt momenteel veel onderzoek verricht naar emissie-arme huisvestings-systemen voor landbouwhuisdieren.

Behalve via onderzoek komen er ook vanuit de praktijk ideeën en initiatieven om de ammoniakemissie terug te dringen. Om deze op waarde te schatten dient aan, in potentie emissie-arme huisvestingsystemen, onder normale bedrijfsomstandigheden, te worden gemeten. De aanvragen hiervoor komen binnen bij de Begeleidingscommissie Ammoniak-emissiemetingen, die hieruit de aanvragen selekteert die wat betreft de NH_3 -emissievermindering perspectief bieden. Deze begeleidingscommissie bestaat uit vertegenwoordigers van de overheid en het landbouwbedrijfsleven. Het onderzoek wordt vervolgens uitgevoerd door de DLO-stalmeetploeg.

In bovenstaand kader werd onderzoek verricht naar de ammoniakemissie van een batterij voor leghennen waarbij de natte mest tweemaal per dag uit de stal werd verwijderd. De gemeten ammoniakemissies werden vergeleken met de drempelwaarde, de hoeveelheid NH_3 die maximaal mag emitteren uit een Groen Label stal, zoals die is opgenomen in de Beoordelingsrichtlijn in het kader van Groen Label stallen (1993).

2 Materiaal en methode

2.1 Stal en bedrijfsvoering

Van 4 november 1993 tot 2 februari 1994 en van 28 juni tot 5 september 1994 werd op een bedrijf met leghennen (bruine LSL) de ammoniakemissie gemeten. De leeftijd van de dieren in de eerste periode was 28 tot 41 weken, en in de tweede periode 61 tot 72 weken.

De dieren waren gehuisvest in een legbatterij met vier dubbele rijen van ieder vier etages (compactbatterij). Bijlage A geeft de plattegrond van de stal en een tekening van de inrichting weer. Het emissiereducerend principe berust op het tweemaal per dag verwijderen van de natte mest uit de stal. Dit gebeurde met één mestband (polypropyleen) onder elke dubbele rij. De hokken van de batterij waren boven elkaar geplaatst. De mest van de bovenste drie etages kwam niet direct op de band terecht, maar op een eterniet plaat die per rij onder de bovenste drie etages waren bevestigd. De mest werd tweemaal daags, tijdens het vullen van de voergoot, van deze platen geschoven met behulp van schuiven die aan de voermachine waren bevestigd. De roestvrijstalen schuiven, die aan de onderkant waren voorzien van een rubberen rand, werden met behulp van een veer op de plaat gedrukt. De schuiven waren zodanig gepositioneerd dat alle mest naar het midden werd geschoven en op de mestband terecht kwam. Daarna werd de mest uit de stal getransporteerd met behulp van de mestbanden en een verzamelband voorin de stal. De open verbinding tussen de stal en de mestput werd handmatig bediend.

De dieren werden op 23 april 1993 geboren en op de leeftijd van 22 weken in de stal geplaatst (23 september 1993). Per kooi waren vijf hennen gehuisvest. De hokken voldeden aan de minimumnormen van het Besluit Legbatterijen (1988). Het leefoppervlak per hen was 450 cm². In totaal werden 15.964 hennen opgehokt, dit was tevens het aantal dierplaatsen.

De stal werd geventileerd door 11 nokventilatoren met een doorsnede van 50 cm. Dit betekende dat de maximale capaciteit 88 000 m³/uur was (5,5 m³/uur per dier). Zeven ventilatoren werden continu geregeld (streef temperatuur 23°C). De overige vier ventilatoren werden ingeschakeld wanneer de staltemperatuur boven 26°C steeg. De luchtinlaat bevond zich aan beide lengtezijden van de stal en werd op staltemperatuur geregeld met automatisch instelbare kleppen. Daarvoor werd de temperatuur in de vier hoeken van de stal gemeten en werd de klepstand ter plekke aan de daar heersende temperatuur aangepast.

Tweemaal per dag werd gevoerd; 's morgens tussen zeven en acht uur en 's middags tussen half vier en vijf uur. In Tabel 1 staan de gemiddelde hoeveelheden opgenomen voer, energie, eiwit en water per dier per dag gedurende de twee meetperiodes.

Tabel 1. Gemiddelde hoeveelheid voer (g/dag per dier), de hoeveelheid omzetbare energie (OE in MJ/dag per dier), ruw eiwit (re in g/dag per dier) en de water/voerverhouding per meetperiode.

	Hoeveelheid	OE	re	Water/voer
Meetperiode 1	117	1,4	21,0	1,7
Meetperiode 2	110	1,3	18,7	1,8

Het verschil tussen de voerhoeveelheden uit Tabel 1 kan worden verklaard door het feit dat tijdens meetperiode 1 het hoogste legpercentage voorkwam (91%) terwijl in meetperiode 2 het einde van de produktieperiode bijna was bereikt dit komt tot uitdrukking in de voerbehoefte. Bovendien was het weer gedurende de tweede periode warm (Tabel 3) wat de voeropname zou kunnen hebben verlaagd. Tussen 4 januari en 13 januari werd driemaal per dag gevoerd met als doel de voeropname te

verhogen. Hierdoor werd de mest ook driemaal per dag van de platen geschoven (de mest van de mestband werd nog wel tweemaal per dag verwijderd). Om de situatie gedurende de meetperiode gelijk te houden werd besloten om terug te gaan naar tweemaal daags voeren (en dus schuiven), waarbij de hoeveelheid voer 's ochtends werd verdubbeld.

Vanaf het ophokken werd in drie maanden een intermitterend lichtregime opgebouwd van 16 uur aaneengesloten licht en 8 uur donker naar 15 minuten licht per uur en tussen 22:00 en 5:00 uur donker.

Per kooi was één drinknippel met morsgoot aanwezig. De waterkraan stond 35 minuten per uur open. Tussen 22:00 en 5:00 was geen water beschikbaar. De water/voerverhouding berekend over de twee meetperioden (Tabel 1) kwam overeen met de gemiddelde verhouding die door het Handboek voor de pluimveehouderij (1994) wordt gegeven.

Twee maal per dag werden de eieren rond 9:00 en 14:00 uur verzameld. De inpakmachine stond in een ruimte naast de stal. Tijdens het voeren werden de dieren gecontroleerd. Tijdens de produktieperiode zijn geen medicijnen verstrekt.

Tabel 2. Gemiddelde produktiegegevens van de produktieronde (leeftijd van 22 weken tot en met 76 weken).

Legperiode (dagen)	385
Uitval% (cumulatief)	5
Eierproduktie per opgehokte hen (kg)	20,0
Voerverbruik per dier per dag (g)	113
Voederconversie	2,17

2.2 Metingen

De volgende variabelen werden kontinu gemeten:

- NH₃-concentratie van de uit- en ingaande lucht (mg/m³);
- ventilatiedebiet (m³/uur);
- temperatuur (T) van de uitgaande lucht, en buiten (°C);
- relatieve luchtvochtigheid (RH) van de uitgaande lucht, en buiten (%).

De NH₃-concentratie werd gemeten met behulp van een NO_x-monitor (Monitor labs nitrogen oxides analyzer model 8840). De meting is gebaseerd op de chemiluminescentie-reactie 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.

De maximaal meetbare concentratie was 50 ppm. Om NO te kunnen meten moet NH₃ eerst worden omgezet met een convertor. In de convertor passeert de luchtstroom een filter waarna het verhit wordt tot 775°C. Bij deze temperatuur wordt NH₃ aan een roestvrij stalen katalysator geoxideerd tot NO. De convertor is zo dicht mogelijk bij het monsternamepunt gemonteerd om de transportafstand van NH₃ tot een minimum te beperken. NH₃ adsorbeert makkelijk aan allerlei materialen en lost makkelijk op in water, waardoor bij een grote afstand tussen monsternamepunt en convertor metingen kunnen worden verstoord. De stallucht werd continu aangezogen via teflonslangen. Om condens in de slangen te voorkomen werden alle slangen met een verwarmingslint en isolatie omwikkeld. De monsternamepunten voor de bepaling van

de NH_3 -concentratie in de stal bevonden zich in de ventilatiekokers tussen de meet- en stalventilator. Bij vier van de elf ventilatoren werd gemeten. Deze meetpunten waren evenredig over de lengte van de stal verdeeld. Het in de convertors gevormde stabiele NO werd door verwarmde en geïsoleerde teflonslangen naar de monitor geleid.

Het monsternamepunt van de ingaande lucht bevond zich aan de noord-westzijde van de stal, ongeveer op de helft van de lengte. In de laatste maand van de tweede meetperiode werd de ingaande lucht ook aan de zuid-oostzijde van de stal bemonsterd.

Het ventilatiedebiet werd gemeten met behulp van meetventilatoren in de ventilatiekokers. Per omwenteling werden vier pulsen afgegeven. De pulsen werden geregistreerd. De relatie tussen het aantal pulsen en het debiet is bepaald met behulp van een windtunnel (Berckmans et al., 1991; Scholtens & van 't Klooster, 1993). De relatie tussen het ventilatiedebiet (m^3/uur) en het geregistreerde aantal pulsen was:

$$V = 12,0 * (\text{aantal pulsen}/10 \text{ sec}) + 199$$

De temperatuur en de relatieve luchtvochtigheid werden continu gemeten met temperatuur- en luchtvochtigheidsensoren (Hygromer Rotronic®). De temperatuur en relatieve luchtvochtigheid van de uitgaande lucht werden gemeten bij twee ventilatoren (voor en achter in de stal; Bijlage A). De staltemperatuur en de relatieve luchtvochtigheid in de stal werden gedefinieerd als het gemiddelde van beide meetpunten. De relatieve luchtvochtigheid en de temperatuur van de buitenlucht werden aan de noordwestzijde van de stal gemeten.

De meetapparatuur werd bestuurd door een programmeerbare datalogger. Alle verzamelde gegevens werden hierin opgeslagen. Eén keer per 2,5 minuut werden alle variabelen gemeten. Na een uur werden de waarden gemiddeld en weggeschreven. Elke week werd de apparatuur gecontroleerd, de monitor geijkt en zonodig de filters voor de convertors vervangen. Tevens werd de algemene situatie in de stal genoteerd. De convertors werden voor en na de meetperiode geijkt.

De monitor werd in de eerste meetperiode geijkt met 39,0 ppm NO gas en 37,8 ppm NO in de tweede meetperiode. De absolute afwijking tijdens de ijking was gemiddeld 3%. Wanneer de absolute afwijking boven de 5% lag werd hiervoor gecorrigeerd. Uit de ijking van de convertors bleek dat voor de metingen gemiddeld 96% van de aangeboden NH_3 als NO_x werd gemeten; na de metingen was dit 94%.

De NH_3 -emissie is het produkt van de NH_3 -concentratie en het ventilatiedebiet. Dit wordt per koker berekend. De emissie uit de stal is de sommatie van alle emissies per koker. De concentraties in de ventilatiekokers zonder monsternamepunt werden berekend met behulp van de concentraties in de dichtstbijzijnde bemonsterde kokers. De gemeten NH_3 -concentratie in de stal werd gecorrigeerd voor de NH_3 -concentratie van de ingaande lucht. De totale emissie werd berekend door cumulatie van de uurgemiddelden. Bij het ontbreken van de meetgegevens door kalibraties en storingen werd, ten behoeve van de cumulatie en het berekenen van de gemiddelden, geïnterpoleerd.

De gemiddelde waarden tijdens beide perioden voor temperatuur, relatieve luchtvochtigheid en ventilatie staan in Tabel 3.

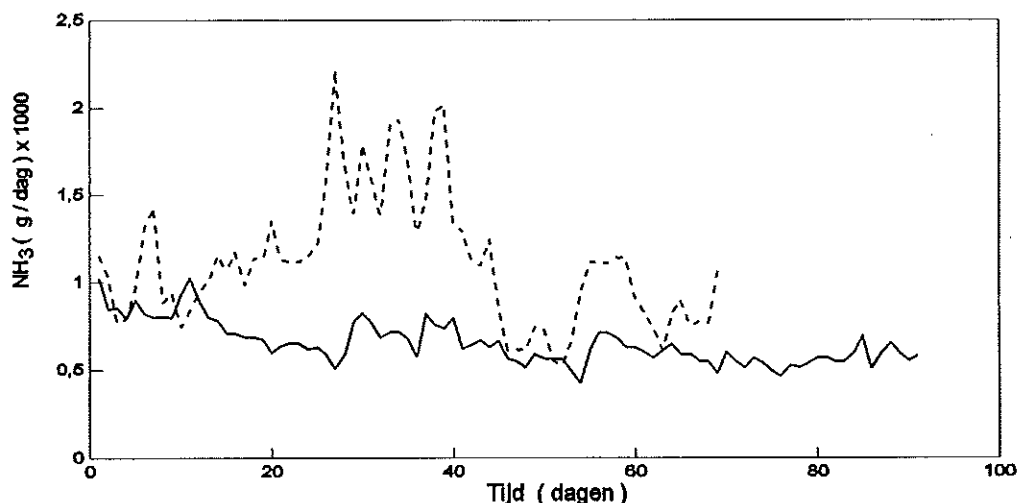
Tabel 3. Gemiddelde temperatuur (°C) en gemiddeld ventilatiedebiet per dier (m³/uur)

	Meetperiode 1	Meetperiode 2
Staltemperatuur	23,1	26,0
Buitemperatuur	3,5	20,7
Ventilatiedebiet	1,1	3,5

Uit Tabel 3 blijkt dat gemiddelde buitemperatuur in de zomerperiode ruim 17°C hoger was dan in de winterperiode. Volgens de K.N.M.I.(1994) maandoverzichten werd de maand juli van 1994 getypeerd als extreem warm (gemiddeld 21,4 tegen normaal 16,8°C), en de maand augustus als warm (gemiddeld 17,8 tegen normaal 16,7°C). Daardoor werd gedurende de tweede meetperiode gemiddeld ruim drie maal zoveel geventileerd dan gedurende de eerste meetperiode. Omdat de buitemperaturen overdag hoger dan 23°C waren kon de staltemperatuur niet op dit gewenste nivo worden gehandhaafd.

3 Resultaten en discussie

Figuur 1 geeft het verloop van de gemiddelde ammoniakemissie per dag weer. Het verloop van het ventilatiedebiet en de gemeten concentratie in één van de ventilatiekokers staan in Bijlage B en C. Gemiddeld was de ammoniakconcentratie in de stal laag, ca. 2 en 1 mg/m³ voor respectievelijk meetperiode 1 en 2. Het verloop van de concentratie was voor alle meetpunten ongeveer gelijk, maar het nivo was voor in de stal (zie Bijlage A) lager dan achter. Het verschil ten opzichte van de gemiddelde concentratie was in de eerste meetperiode gemiddeld 9%; in de tweede periode was dat gemiddeld 22%.



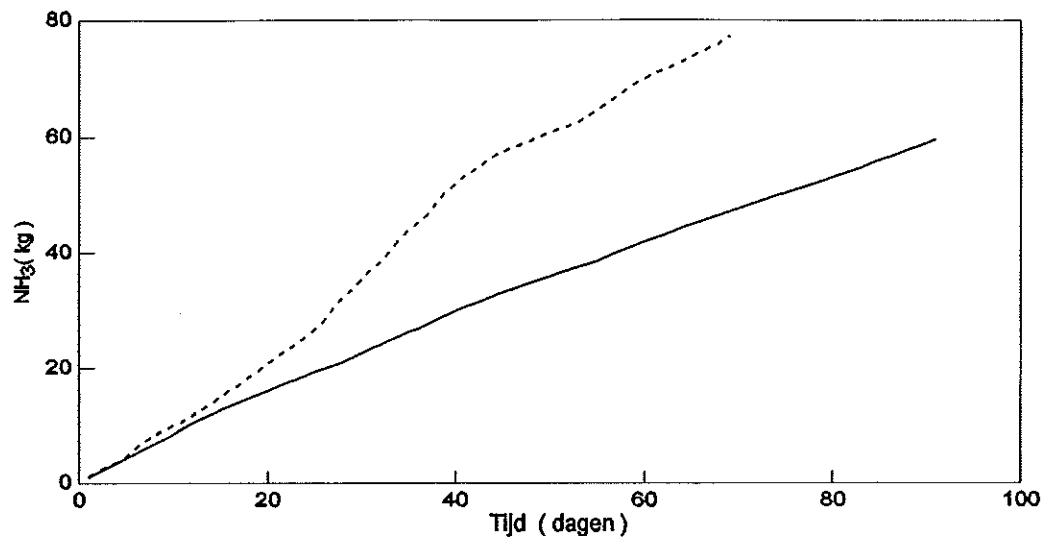
Figuur 1. Gemiddelde ammoniakemissie per dag op stalniveau gedurende de eerste (—) en de tweede meetperiode (-----).

Uit de figuur blijkt dat in de eerste meetperiode (de winter) van de eerste dag tot dag 28 de emissie een licht dalend verloop had. Dit komt overeen met het dalend verloop van de buitentemperatuur en de ventilatie (Bijlage B). Daarna verliep de emissie gelijkmatig. Van dag 65 tot en met dag 74 werd driemaal daags geschoven. De figuur geeft niet aan dat dit een verlagend effect had op de emissie.

De emissie in de tweede meetperiode (zomer) verliep niet gelijkmatig. Opvallend is de hoge emissie met een piekend verloop tussen dag 25 en 45. Dit viel in de in Hoofdstuk 2 beschreven zeer warme periode; overdag werd maximaal geventileerd terwijl de staltemperatuur op kon lopen tot 34°C. De pieken traden vooral op wanneer de staltemperatuur 's nachts door de hoge buitentemperatuur nauwelijks daalde, ondanks een maximaal ventilatiedebiet.

Groot Koerkamp et al. (1995) vond bij tweemaal daags verwijderen van natte mest een stijging van de emissie van 17% per °C temperatuurstijging van de lucht boven de mestband. Onderhavig onderzoek geeft, uitgaande van een lineair verband, per °C staltemperatuurstijging een stijging van de emissie van 21%. Dat dit percentage hoger is zal waarschijnlijk worden veroorzaakt door het feit dat de temperatuur boven de mestband hoger is geweest dan de staltemperatuur die werd gemeten. Het gevonden effect van de temperatuur op de emissie in beide onderzoeken kwam dus redelijk overeen.

In Figuur 2 is de cumulatieve emissie voor beide meetperiodes gegeven. De emissie in de winterperiode was lager dan de emissie in de zomerperiode. Tabel 4 geeft de emissies per meetperiode en de daaruit berekende emissie op jaarbasis. Bij de berekening van de jaarlijkse emissie is uitgegaan van een gemiddelde leegstand van 14 dagen per jaar.



Figuur 2. Cumulatieve ammoniakemissie gedurende de eerste (—) en de tweede meetperiode (---).

Tabel 4. Ammoniakemissie uit de stal gedurende twee meetperioden (kg), per uur (g) en berekend per dierplaats in g/jaar (met 14 dagen leegstand).

	Meetperiode 1	Meetperiode 2
Lengte meetperiode (dagen)	91	69
Totale NH ₃ -emissie (kg)	60	77
NH ₃ -emissie per uur (g)	27	47
NH ₃ -emissie per dierplaats per jaar	14	25

De NH₃-emissie uit deze stal voor leghennen was in de eerste meetperiode op jaar-basis, 14 g per dierplaats en in de tweede meetperiode 25 g per dierplaats. De drempelwaarde voor leghennen op een mestbandbatterij voor natte mest met afvoer naar een gesloten put (minimaal tweemaal per week ontmesten) is 35 g per dierplaats per jaar (Beoordelingsrichtlijn, 1993). Gedurende beide meetperiode was de emissie op jaarbasis lager.

Resultaten uit eerder onderzoek naar frequent bandontmesten van natte mest lieten ook zien dat hiermee de ammoniakemissie kon worden verminderd. Kroodsmā et al. (1988) onderzochten gedurende een jaar de emissie bij tweemaal per week verwijderen van de mest en kwamen op 34 g NH₃ per dier per jaar. Uit het emissiepatroon kon worden afgeleid dat vaker verwijderen van de bandmest tot een lagere emissie zou leiden. Demmers et al. (1992) maten bij tweemaal daags verwijderen 5-10 g NH₃ per dier per jaar, Groot Koerkamp et al. (1995) kwamen op 20-25 g per dierplaats per jaar. De emissie tijdens onderhavige studie viel binnen de range van deze onderzoeken. Dat de emissie per dier per jaar hoger was dan 10 g kan voor een deel liggen aan het feit dat hier niet alle etages waren voorzien van mestbanden, maar dat de mest op platen terecht kwam waar de mest vervolgens werd afgeschoven. Na het schuiven waren deze platen vuiler dan de mestbanden na het afdraaien. Het achtergebleven urinezuur breekt af tot ammoniak, wat vervolgens kan vervluchtigen. De cijfers van Groot Koerkamp et al. (1995) geven aan dat echter ook met mestbanden een ammoniakemissie van 20-25 g per dierplaats per jaar kan optreden. Zij vonden dat na een halve dag zo'n 20% van de stikstof in de mest als NH₃ en NH₄⁺ aanwezig was. Urinezuur uit pluimveemest breekt weliswaar minder snel af dan ureum uit rundvee- en varkensmest, maar dit betekent niet dat mest die maximaal een halve dag in de stal ligt als emissiebron verwaarloosd kan worden.

4 Conclusies

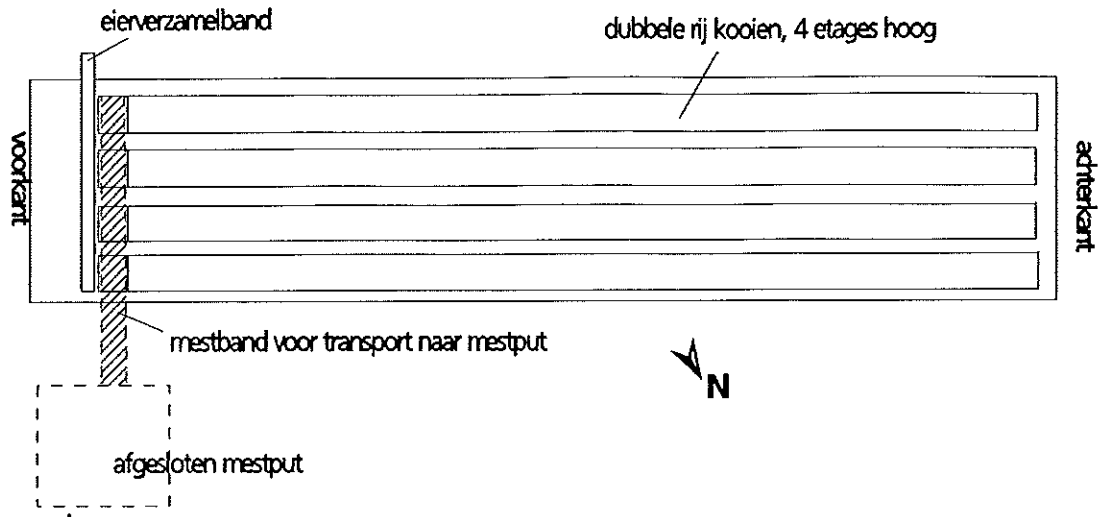
De legbatterij waarbij twee maal per dag alle mest door middel van schuiven en afdraaien van een mestband uit de stal werd verwijderd emitteerde op jaarbasis in de winterperiode 14 g per dierplaats en in de zomerperiode 25 g, uitgaande van 14 dagen leegstand. Beide resultaten liggen beneden de drempelwaarde, die op 35 g per dierplaats is gesteld.

Literatuur

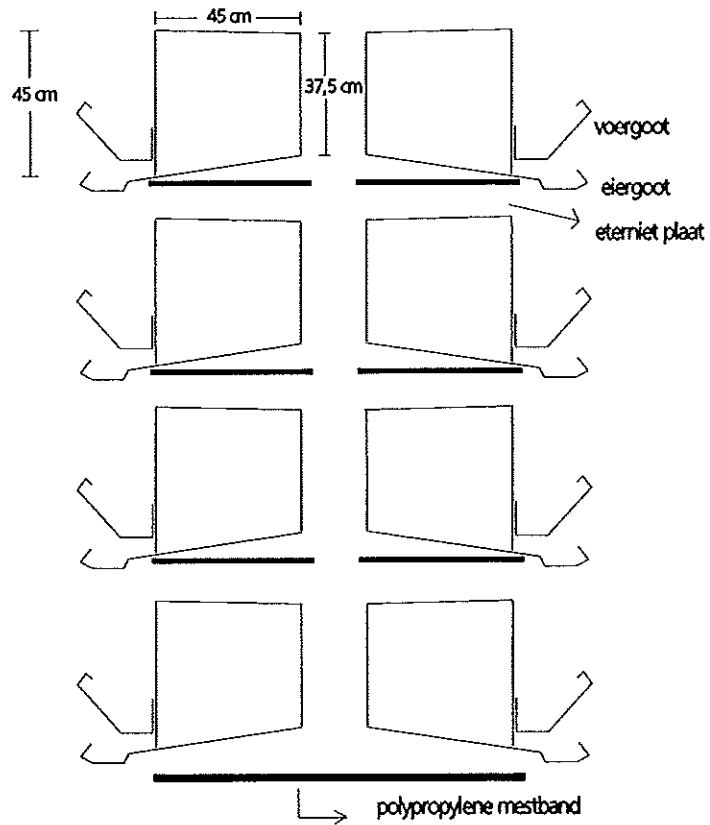
- Beoordelingsrichtlijn in het kader van Groen Label stallen, 1993. Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, Den Haag, 32 pp.
- Berckmans, D., Ph. Vandenbroeck & V. Goedseels, 1991. Sensor for continuous measurement of the ventilation rate in livestock buildings. *Indoor Air* 3:323-336.
- Demmers, T.G.M., M.G. Hissink & G.H. Uenk, 1992. Het drogen van pluimveemest in een droogtunnel en het effect hiervan op de de ammoniakemissie. Report 92-6, IMAG-DLO, Wageningen, 22 pp.
- Groot Koerkamp, P.W.G., A. Keen, T. van Niekerk & S. Smit, 1995. The effect of manure and litter handling in climatic conditions on ammonia emission from a battery cage and aviary housing system for laying hens. Aangeboden voor publikatie.
- Handboek voor de pluimveehouderij, 1994. Informatie en Kennis Centrum Veehouderij, Afdeling Pluimveehouderij, Publikatie nr. 42, Beekbergen.
- Heij, G.J. & T. Schneider, 1991. Dutch priority programme on acidification. Final report second phase Dutch priority programme on acidification no. 200-09.
- K.N.M.I., 1994. Maandoverzicht van het weer in Nederland. Jaargang 91 nrs. 7 en 8, De Bilt.
- Kroodsma, W., R. Scholtens & J.W.H. Huis in 't Veld, 1988. Ammonia emissions from poultry housing systems. In: Report 96, Proceedings of CIGR seminar Storing, Handling and Spreading of manure and municipal waste 20-22 September, Uppsala (S), 2, 7.1-7.13.
- Notitie Mest- en Ammoniakbeleid derde fase. Tweede kamer, vergaderjaar 1992-1993, 19882, nr 34, SDU-Uitgeverij, 's-Gravenhage, 55 pp.
- Schoitens, R., 1993. NH₃-converter + NO_x-analyzer. In: E.N.J. van Ouwkerk (Ed.): Meetmethoden NH₃-emissie uit stallen. Onderzoek inzake de mest- en ammoniakproblematiek in de veehouderij 16, DLO, Wageningen, p. 19-22.
- Schoitens, R. & C.E. van 't Klooster, 1993. Meetventilator. In: E.N.J. van Ouwkerk (Ed.): Meetmethoden NH₃-emissie uit stallen. Onderzoek inzake de mest- en ammoniakproblematiek in de veehouderij 16, DLO, Wageningen, p. 59-62.

Bijlage A Plattegrond van de stal en stalrichting

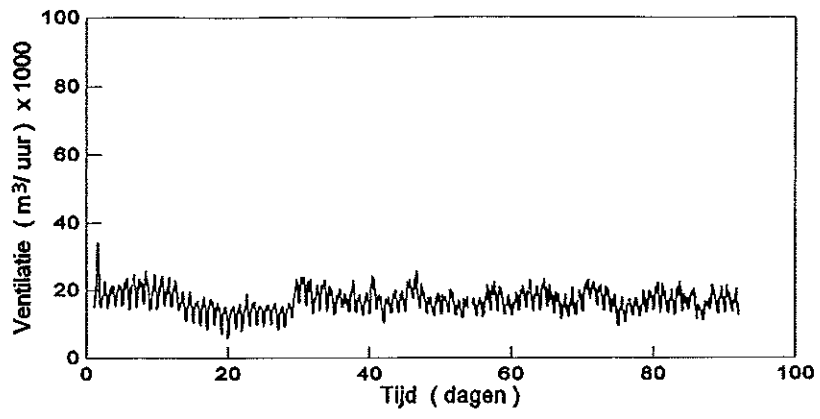
Plattegrond van de stal



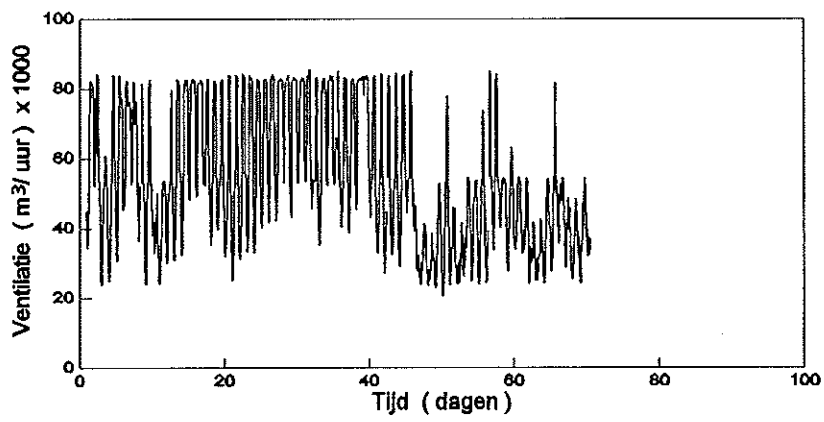
Een dubbele rij kooien, 4 etages hoog.



Bijlage B Totaal ventilatiedebiet

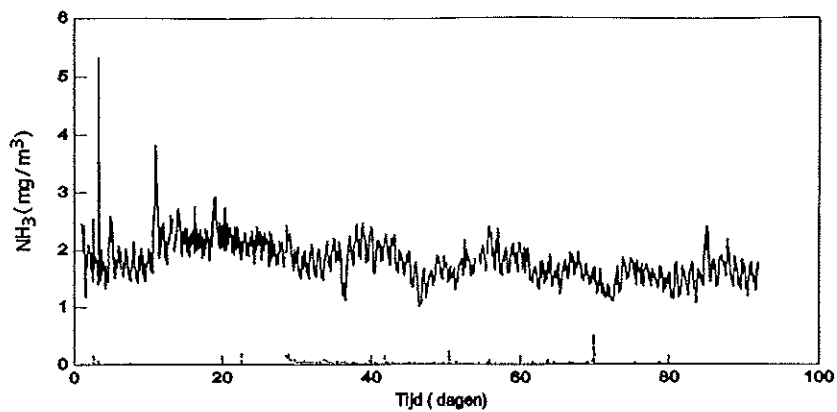


Eerste meetperiode

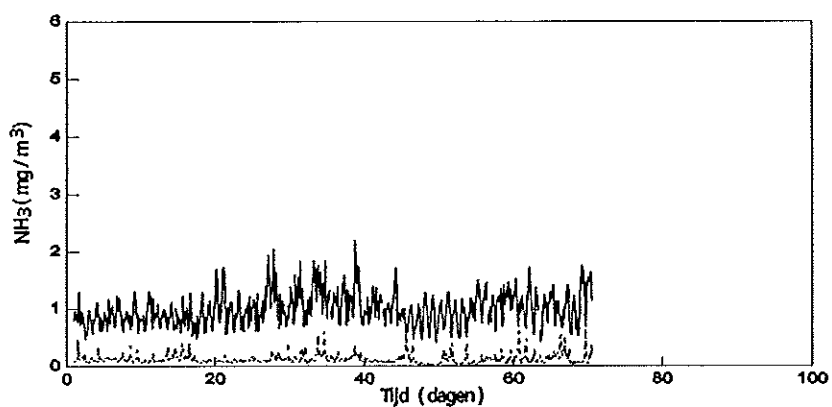


Tweede meetperiode

Bijlage C NH₃-concentratie voor in de stal en de buitenlucht

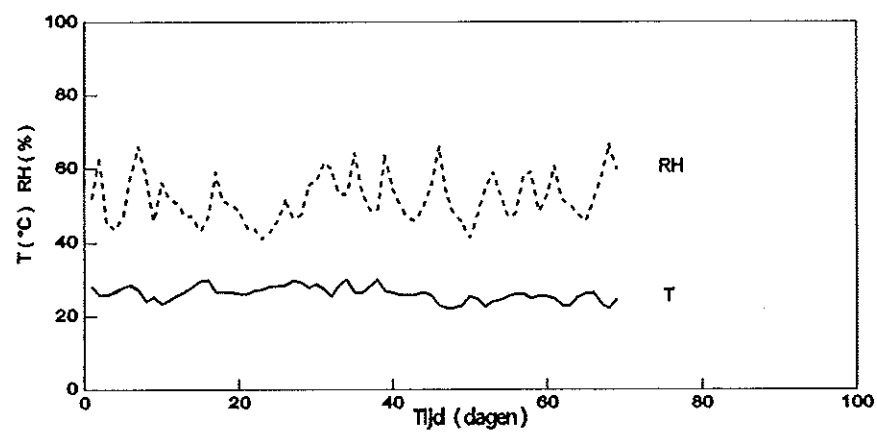
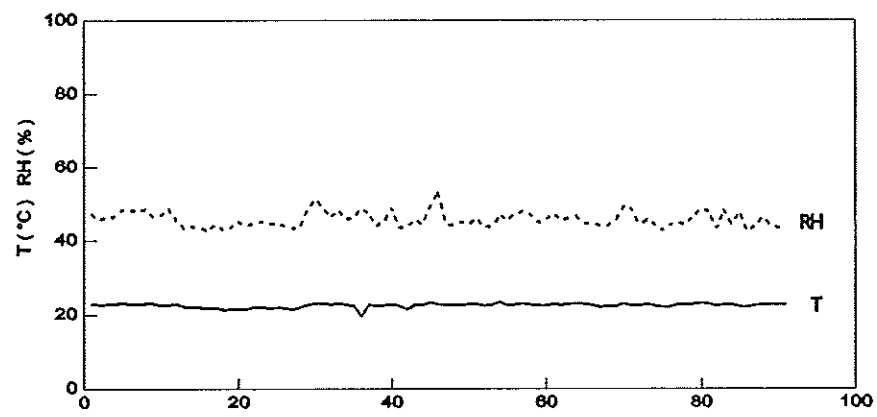
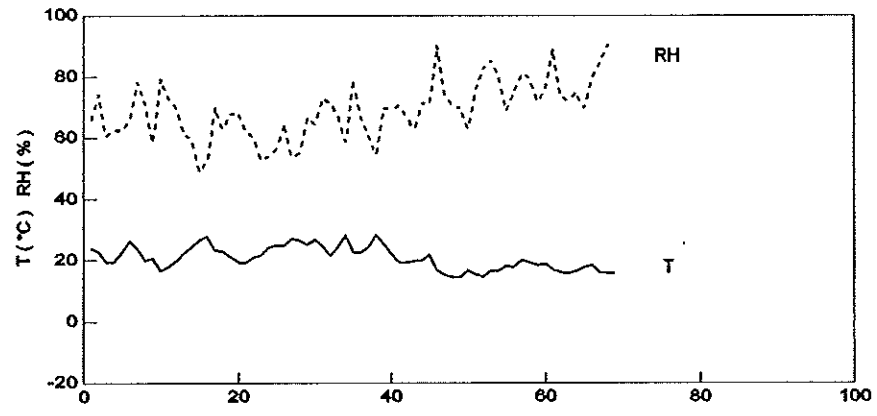
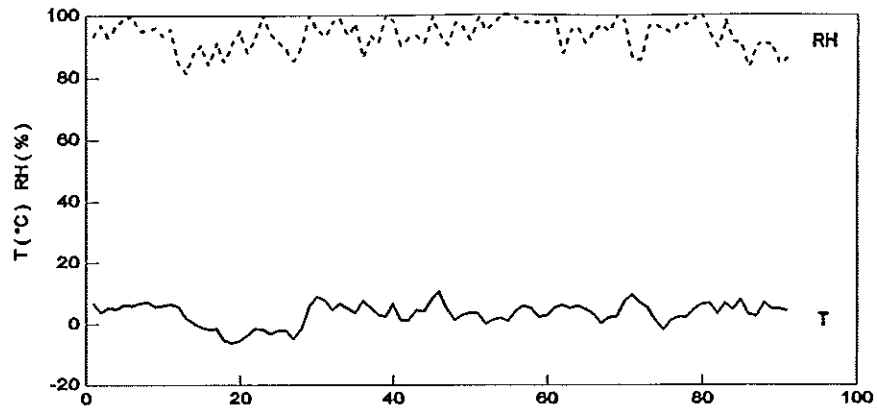


Voor in de stal (—), buitenlucht (---) gedurende de eerste meetperiode



Voor in de stal (—), buitenlucht (---) gedurende de tweede meetperiode

Bijlage D Daggemiddelde van temperatuur (T) en relatieve luchtvochtigheid (RH) van boven naar beneden: eerste en tweede periode buiten, en eerste en tweede periode in de stal



Praktijkonderzoek naar de ammoniakemissie van stallen

publikatieoverzicht

Groenestein, C.M. en H. Montsma, 1991 - Praktijkonderzoek naar de ammoniakemissie van stallen I: slachtkuikenstal met vloerventilatie. Wageningen, DLO, Rapport 91-1001, 14 pp. excl. bijlage.

Groenestein, C.M. en H. Montsma, 1991 - Praktijkonderzoek naar de ammoniakemissie van stallen II: grupstal voor melkvee. Wageningen, DLO, Rapport 91-1002, 14 pp. excl. bijlage.

Montsma, H. en C.M. Groenestein, 1992 - Praktijkonderzoek naar de ammoniakemissie van stallen III: biggenopfokstal met frekwente en restloze mestverwijdering. Wageningen, DLO, Rapport 92-1001, 12 pp. excl. bijlage.

Groenestein, C.M. en H. Montsma, 1993 - Praktijkonderzoek naar de ammoniakemissie van stallen IIIa: aanvullend onderzoek aan een biggenopfokstal met frekwente en restloze mestverwijdering. Wageningen, DLO Rapport 93-1001, 9 pp excl. bijlage.

Groenestein, C.M. en B. Reitsma, 1992 - Praktijkonderzoek naar de ammoniakemissie van stallen IV: kraamopfokstal met gladde hellende vloer, giergoot en mestschuiven. Wageningen, DLO, Rapport 92-1002, 14 pp. excl. bijlage.

Reitsma, B. en C.M. Groenestein, 1994 - Praktijkonderzoek naar de ammoniakemissie van stallen IVa: aanvullend onderzoek aan een kraamopfokstal met gladde hellende vloer, giergoot en mestschuiven. Wageningen, DLO, Rapport 94-1003, 13 pp. excl. bijlage.

Groenestein, C.M. en B. Reitsma, 1992 - Praktijkonderzoek naar de ammoniakemissie van stallen V: vleesvarkensstal met dikstrooiselsysteem. Wageningen, DLO, Rapport 92-1003, 18 pp. excl. bijlage.

Groenestein, C.M. en H. Montsma, 1992 - Praktijkonderzoek naar de ammoniak uit stallen VI: vleesvarkensstal met diepstrooiselsysteem. Wageningen, DLO, Rapport 92-1004, 20 pp. excl. bijlage.

Montsma, H. en C.M. Groenestein, 1993 - Praktijkonderzoek naar de ammoniakemissie van stallen VII: konijnenstal met mestscheiding, frekwente mestverwijdering en luchtafzuiging boven de giergoot. Wageningen, DLO Rapport 93-1002, 14 pp. excl. bijlage.

Reitsma, B. en C.M. Groenestein, 1993 - Praktijkonderzoek naar de ammoniakemissie van stallen VIII: vleesvarkensstal met overdrukventilatie en luchtverdeling via slangen. Wageningen, DLO Rapport 93-1003, 14 pp. excl. bijlage.

Groenestein, C.M. en H. Montsma, 1993 - Praktijkonderzoek naar de ammoniakemissie van stallen IX: kraamzeugenstal met mestverwijdering door spoelen met dunne mestfractie via spoelgoten. Wageningen, DLO Rapport 93-1004, 13 pp.

Groenestein, C.M. en B. Reitsma, 1993 - Praktijkonderzoek naar de ammoniakemissie van stallen X: potstal voor melkvee.
Wageningen, DLO, Rapport 93-1005, 15 pp. excl. bijlage.

Groenestein, C.M. en J.M.G. Hol, 1994 - Praktijkonderzoek naar de ammoniakemissie van stallen XI: zeugenstal met gereduceerd roosteroppervlak.
Wageningen, DLO, Rapport 94-1001, 12 pp. excl. bijlage.

Reitsma, B., J.M.G. Hol en C.M. Groenestein, 1994 - Praktijkonderzoek naar de ammoniakemissie van stallen XII: kraamzeugenstal met mestverwijdering door schuiven over een gecoate putvloer.
Wageningen, DLO, Rapport 94-1002, 11 pp. excl. bijlage.

Groenestein, C.M., 1994 - Praktijkonderzoek naar de ammoniakemissie van stallen XIII: zeugenstal met mestverwijdering door schuiven over een gecoate putvloer.
Wageningen, DLO, Rapport 94-1004, 11 pp. excl. bijlage.

Hol, J.M.G. en C.M. Groenestein, 1994 - Praktijkonderzoek naar de ammoniakemissie van stallen XIV: biggenopfokstal met mestverwijdering door spoelen met dunne mestfractie via spoelgoten.
Wageningen, DLO Rapport 94-1005, 12 pp. excl. bijlage.

Groenestein, C.M. en J.W.H. Huis in 't Veld, 1994 - Praktijkonderzoek naar de ammoniakemissie van stallen XV: potstal voor zoogkoeien.
Wageningen, DLO, Rapport 94-1006, 14 pp. excl. bijlage.

Reitsma, B., J.M.G. Hol en C.M. Groenestein, 1994 - Praktijkonderzoek naar de ammoniakemissie van stallen XVI: vleesvarkensstal met mestverwijdering door schuifsystemen.
Wageningen, DLO, Rapport 94-1007, 19 pp. excl. bijlage.

Hol, J.M.G., R. Bleijenberg en C.M. Groenestein, 1994 - Praktijkonderzoek naar de ammoniakemissie van stallen XVII: vleeskuikenouderdierenstal met halfroostervloer.
Wageningen, DLO Rapport 94-1008, 11 pp. excl. bijlage.

Hol, J.M.G. en C.M. Groenestein, 1995 - Praktijkonderzoek naar de ammoniakemissie van stallen XVIII: compactbatterij voor leghennen met tweemaal daags verwijderen van natte mest.
Wageningen, DLO Rapport 95-1001, 11 pp. excl. bijlage.

Reitsma, B. en C.M. Groenestein, 1995 - Praktijkonderzoek naar de ammoniakemissie van stallen XIX: hellingstal voor vleesvarkens.
Wageningen, DLO, Rapport 95-1002, 13 pp. excl. bijlage.

Hol, J.M.G. en C.M. Groenestein, 1995 - Praktijkonderzoek naar de ammoniakemissie van stallen XX: stal voor guste en dragende zeugen met mestopslag onder betonroosters.
Wageningen, DLO Rapport 95-1003, 10 pp. excl. bijlage.

Groenestein, C.M. en B. Reitsma, 1995 - Praktijkonderzoek naar de ammoniakemissie van stallen XXI: zeugenstal met mestverwijdering door spoelen met dunne mestfractie via spoelgoten.
Wageningen, DLO, Rapport 95-1004, 14 pp. excl. bijlage.

Reitsma, B., C.M. Groenestein en J.W.H. Huis in 't Veld, 1995 - Praktijkonderzoek naar de ammoniakemissie van stallen XXII: zeugenstal, kraamzeugenstal en biggenopfokstal met reductie van mestoppervlak en verdunning van mest.
Wageningen, DLO, Rapport 95-1005, 23 pp. excl. bijlage.

Hol, J.M.G., J.W.H. Huis in 't Veld en C.M. Groenestein, 1995 - Praktijkonderzoek naar de ammoniakemissie van stallen XXIII: bandbatterij voor leghennen met geoptimaliseerde mestdroging.
Wageningen, DLO Rapport 95-1006, 12 pp. excl. bijlage.