(104)
NN 23114

INSTITUUT VOOR MECHANISATIE, ARBEID EN GEBOUWEN

Praktijkonderzoek naar de oorzaken van de variatie in volume en drogestofgehalte van mest op verschillende mestvarkensbedrijven

IMAG

Ir. A.J.A. Aarnink
Instituut voor Mechanisatie, Arbeid en Gebouwen – Wageningen

en

Ing. J. Huijben
Consulentschap voor de Varkens- en Pluimveehouderij voor Noord-Brabant en Zeeland – Tilburg

rapport 104

IMAG

november 1988 - prijs *f* 6,50

Praktijkonderzoek naar de oorzaken van de variatie in volume en drogestofgehalte van mest op verschillende mestvarkensbedrijven

Ir. A.J.A. Aarnink

INSTITUUT VOOR MECHANISATIE, ARBEID EN GEBOUWEN,
Wageningen

en

Ing. J. Huijben

CONSULENTSCHAP VOOR DE VARKENS- EN PLUIMVEEHOUDERIJ
VOOR NOORD-BRABANT EN ZEELAND,
Tilburg

Rapport 104
november 1988

lm = 282974

PRAKTIJKONDERZOEK NAAR DE OORZAKEN VAN DE VARIATIE IN VOLUME EN DROGESTOFGEHALTE VAN MEST OP VERSCHILLENDE MESTVARKENSBEDRIJVEN

door
Ir. A.J.A. Aarnink *
en
Ing. J. Huijben **

INHOUD pag.

SAMENVATTING 3

1 INLEIDING 5

2 FACTOREN VAN INVLOED OP HET VOLUME EN HET DROGESTOFGEHALTE VAN MEST VAN MESTVARKENS 7

3 MATERIAAL EN METHODE 11
3.1 Proefmateriaal 11
3.2 Proefmethode 12
3.3 Verwerking van de resultaten 15

4 RESULTATEN 16
4.1 Factoren van invloed op het mestvolume 16
4.2 Relatie waterverbruik - mestvolume 16
4.3 Invloed van grond- en regenwater op het mestvolume 20
4.4 Drogestofgehalte van de mest op verschillende plaatsen in de mestkelder 21

5 DISCUSSIE 26

LITERATUUR 32

BIJLAGEN 34

* Instituut voor Mechanisatie, Arbeid en Gebouwen, Wageningen.

** Consulentschap voor de Varkens- en Pluimveehouderij voor Noord-Brabant en Zeeland, Tilburg.

SAMENVATTING

Voor veel intensieve veebedrijven is mest een niet te verwaarlozen kostenpost geworden. Bedrijven moeten investeren voor voldoende opslagcapaciteit van de mest en moeten tevens kosten maken voor een verantwoorde afzet van de mest. De kosten voor opslag en afzet kunnen worden beperkt indien het mestvolume teruggedrongen kan worden. De afzetkosten kunnen tevens worden beperkt indien de mestkwaliteit verbeterd wordt, met name door verhoging van het drogestofgehalte van de mest.

Uit onderzoek van CVP-Tilburg (1987) en Hoeksma (1988) blijkt dat er een grote variatie is in volume en drogestofgehalte van de mest afkomstig van verschillende mestvarkensbedrijven. Het IMAG heeft daarom in samenwerking met CVP-Tilburg een onderzoek gedaan naar de oorzaken van deze (grote) variatie in mestvolume en drogestofgehalte. Aan dit onderzoek hebben 48 mestvarkensbedrijven meegewerkt. Van deze bedrijven hebben er 38 tevens meegewerkt aan het onderzoek van CVP-Tilburg. Door het consulentschap is op deze bedrijven gedurende één jaar het mestvolume en het waterverbruik gemeten. Tevens werden er gegevens verzameld uit de Technische Economische Administratie van het LEI. De gegevens uit het onderzoek van CVP-Tilburg zijn gebruikt in dit onderzoek. De andere tien bedrijven zijn "aangeleverd" door de mestbank Brabant. Twintig van deze 48 bedrijven zijn bezocht door het IMAG. Op deze bedrijven werden verschillende monsters genomen uit de mestkelders. Er werden mestmonsters genomen op verschillende niveaus in de kelder en op verschillende afstanden tot de pompput. Op alle bedrijven is door het IMAG een enquête gehouden. Met behulp van deze enquête werd geprobeerd inzicht te krijgen in de bedrijfssituatie met name met betrekking tot het mestvolume en het drogestofgehalte van de mest. De gegevens werden geanalyseerd met het statistisch programma SPSS.

Er is een stapsgewijze regressie-analyse uitgevoerd op het mestvolume met de factoren die hierop van invloed zouden kunnen zijn. Er blijken drie factoren van significante ($p<0,05$) invloed te zijn op het volume.
Dat is ten eerste het waterverbruik, ten tweede de factor "kelders wel of niet in het grondwater" en ten derde de factor "wel of geen afvoer van regenwater".

De variatie in mestvolume wordt voor 40% verklaard door de variatie in waterverbruik (totaal van drink-, mors- en schoonmaakwater). Door CVP-Tilburg werd over alle onderzochte bedrijven een gemiddeld waterverbruik gevonden van 1,99 m^3 en een gemiddeld mestvolume van 1,35 m^3 per gemiddeld aanwezig mestvarken per jaar. Op 17 bedrijven werd een gemiddeld waterverbruik voor het reinigen van de stallen gevonden van 140 liter per gemiddeld aanwezig mestvarken per jaar. De hoeveelheid drink- en morswater wordt voor een belangrijk deel bepaald door het drinkwatersysteem.
Bedrijven met drinknippels boven de roosters, brijvoerinstallaties of onnauwkeurige waterdoseerders hebben gemiddeld een hoger waterverbruik dan bedrijven met brijbakken, trognippels of nauwkeurige waterdoseerders. Als gevolg hiervan is ook het mestvolume op de eerst genoemde bedrijven groter en het drogestofgehalte van de mest lager dan op de andere bedrijven.

Er blijkt een effect aanwezig te zijn van grond- en regenwater op het mestvolume. Hoe groot dit effect onder verschillende omstandigheden is, is op basis van dit onderzoek niet aan te geven. Vervolgonderzoek zal moeten aantonen in welke mate er lekkages optreden in mestkelders van verschillende materialen en constructies.

Er blijkt een behoorlijke ontmenging plaats te vinden van mestvarkensmest in de mengmestkelder. Voor het bovenste 1/3 deel, het middelste 1/3 deel en het onderste 1/3 deel van de mest in de mengmestkelder werden respectievelijk de volgende gemiddelde drogestofgehaltes gevonden: 7,7 $\pm$ 3,3%, 10,5 $\pm$ 3,3% en 15,5 $\pm$ 2,4%. Naarmate het drogestofgehalte van de mest hoger is, blijkt er minder ontmenging plaats te vinden. Er blijkt geen invloed te zijn van de afstand tot de pompput op het drogestofgehalte van de mest.

Hoofdstuk 1

INLEIDING

Mest, vroeger nog een gewaardeerd produkt, wordt tegenwoordig een niet te verwaarlozen kostenpost voor veel intensieve veebedrijven. Varkens- en pluimveehouders in concentratiegebieden moeten flinke kosten maken om de mest op een verantwoorde manier af te zetten. De hoogte van de afzetkosten wordt voor een belangrijk deel bepaald door de hoeveelheid en de kwaliteit van de mest die wordt afgezet. Een belangrijk kwaliteitskenmerk van mest is het drogestofgehalte (ds-gehalte). Mest met een hoog ds-gehalte is gemakkelijker en tegen lagere kosten af te zetten dan mest met een laag ds-gehalte.

Uit een onderzoek van het Consulentschap voor de Varkens- en Pluimveehouderij te Tilburg (CVP-Tilburg) (1987) blijkt dat er een grote variatie bestaat in mestvolume per gemiddeld aanwezig mestvarken per jaar tussen verschillende mestvarkensbedrijven. In dit onderzoek werd gedurende één jaar de drijfmesthoeveelheid gemeten op 38 verschillende mestvarkensbedrijven. De hoeveelheid mest varieerde tussen de bedrijven van 0,89 tot 2,36 m^3 per gemiddeld aanwezig mestvarken per jaar.

Uit een onderzoek van Hoeksma (1988) blijkt dat er een grote variatie bestaat in het ds-gehalte van mest afkomstig van verschillende mestvarkensbedrijven. In dit onderzoek werden monsters genomen uit drijfmesttanks van mest die via de mestbank werd afgevoerd. Het ds-gehalte varieerde van 1,5% tot 15,7% met een gemiddelde van 7,4%.

Het doel van dit onderzoek was te inventariseren wat de oorzaken zijn van deze grote variatie in volume en ds-gehalte van de mest op verschillende mestvarkensbedrijven.

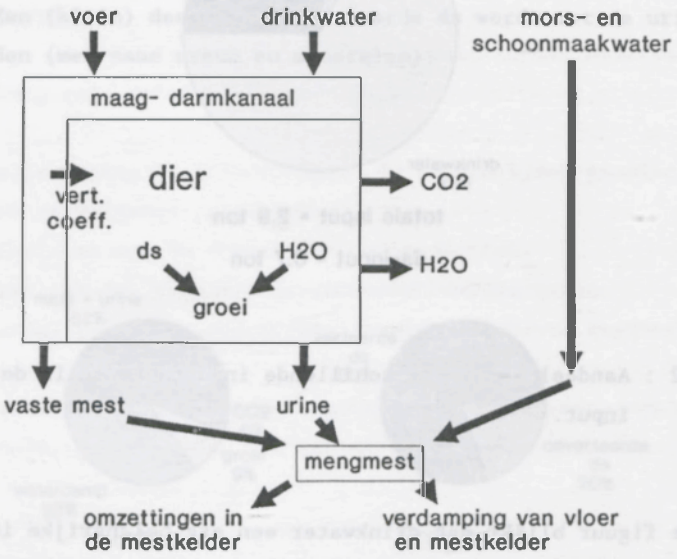
Het onderzoek is uitgevoerd door het IMAG in nauwe samenwerking met CVP-Tilburg, hierbij werden op 48 bedrijven relevante gegevens betreffende de bedrijfssituatie met betrekking tot het mestvolume en het ds-gehalte van de mest verzameld.

In hoofdstuk 2 worden de factoren geanalyseerd die van invloed zijn op het volume en het ds-gehalte van mestvarkensmest. Het volgend hoofdstuk omschrijft het proefmateriaal en de gevolgde proef-methode.
Hoofdstuk 4 geeft de resultaten weer van het onderzoek met name de relatie waterverbruik-mestvolume, het d.s.-gehalte op verschillende plaatsen in de mestkelder en de invloed van grond- en regenwater.
In hoofdstuk 5 tenslotte worden de resultaten bediscussieerd en becommentariseerd.

Hoofdstuk 2

FACTOREN VAN INVLOED OP HET VOLUME EN HET DROGESTOFGEHALTE VAN MEST VAN MESTVARKENS

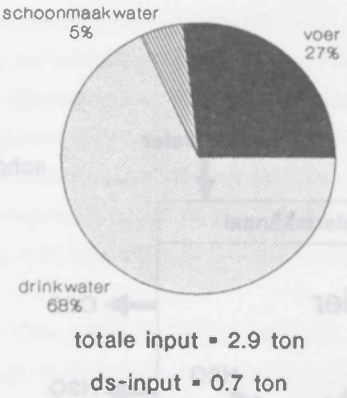
In dit hoofdstuk komen de factoren aan de orde, die van invloed zijn of van invloed kunnen zijn op het volume en het ds-gehalte van mestvarkensmest. Om te kunnen bepalen welke factoren van belang zijn, is het belangrijk om te weten hoe mest wordt gevormd. In figuur 1 is schematisch weergegeven welke factoren van invloed zijn op het volume en het ds-gehalte van mest afkomstig van mestvarkens.



Figuur 1 : Factoren van invloed op het volume en het ds-gehalte van mest afkomstig van mestvarkens

Het mestvolume is in de eerste plaats afhankelijk van de inputfactoren. Inputfactoren zijn: voer, drink-, mors- en schoonmaakwater. Bij een gemiddelde voeropname (Handboek voor de Varkenshouderij, voerschema bij een groei van 700 g/d) en drinkwateropname (2,5 liter water per kg voer) en bij gebruik van een gemiddelde hoeveelheid schoonmaakwater (onderzoek CVP-Tilburg, 1987) is de totale input op jaarbasis 2,9 ton per gemiddeld aanwezig mestvarken.

In figuur 2 is aangegeven welk aandeel de verschillende inputfactoren gemiddeld hebben in de totale input.

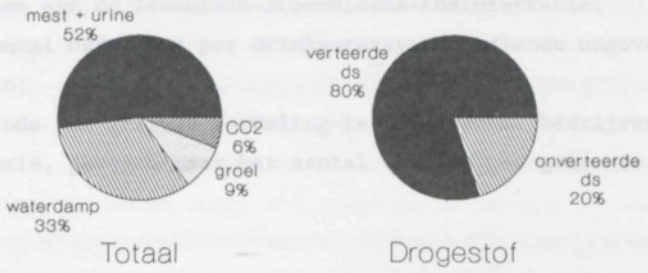


Figuur 2 : Aandeel van de verschillende inputfactoren in de totale input.

Uit deze figuur blijkt dat drinkwater een erg belangrijke inputfactor is. Schoonmaakwater heeft gemiddeld slechts een klein aandeel in de totale input, maar omdat de variatie hierin tussen de verschillende bedrijven vrij groot is, is deze factor voor de verklaring van de variatie in mestvolume niet te verwaarlozen.

Voeropname heeft een vrij groot aandeel in de input. De variatie in voeropname tussen de verschillende bedrijven is echter niet zo groot; daardoor zal de voeropname niet zo'n belangrijke factor zijn voor de verklaring van de variatie in mestvolume tussen bedrijven. Voeropname zou wel effect kunnen hebben op het ds-gehalte van de mest. Met het rekenmodel MESPRO (Aarnink en van Ouwerkerk, 1988) is berekend hoe groot het aandeel van de verschillende outputfactoren is in de totale output, waarbij de waterdampproduktie zowel van het dier als van natte vloer- en kelderoppervlaktes afkomstig kan zijn (zie figuur 3). Tevens is in figuur 3 de ds-output weergegeven (Jongbloed, 1988).

Uit figuur 3 blijkt dat waterdampproduktie een belangrijke outputfactor is. Groei en CO_2-produktie zijn van ondergeschikt belang. Gemiddeld komt ca. 50% van de totale input in de mest terecht. De absolute hoeveelheid ds in de mest is met name afhankelijk van de totale ds-opname en de verteringscoëfficiënt van het voer. De onverteerde ds komt in de vaste mest terecht. De verteerde ds wordt verbrand in het lichaam tot CO_2 en water of wordt aangezet in de groei. Een (klein) deel van de verteerde ds wordt met de urine uitgescheiden (met name ureum en mineralen).



Figuur 3 : Aandeel van de verschillende outputfactoren in de totale output (model MESPRO, Aarnink en van Ouwerkerk, 1988; Jongbloed, 1988).

Het uiteindelijke ds-gehalte van de mengmest, na een bepaalde opslagperiode, wordt tevens beïnvloed door omzettingen van ds in de mestkelder tot vluchtige verbindingen en water als gevolg van koude vergisting. Afhankelijk van de temperatuur, de opslagperiode en de hoeveelheid mest die in de kelder achterblijft bij het leegpompen, varieert de ds-omzetting tussen de 10%-20% (Hoeksma e.a., 1987).

Naast bovenstaande factoren die het volume en het ds-gehalte van de mest beïnvloeden, zouden lekkages in de mestkelder ook van invloed kunnen zijn op het volume en het ds-gehalte van de mest. Grond- en regenwater zouden via lekken in de kelder naar binnen kunnen dringen.

Hoofdstuk 3

MATERIAAL EN METHODE

3.1 Proefmateriaal

In de zomer en het najaar van 1987 zijn 20 mestvarkensbedrijven door het IMAG bezocht. Tien van deze bedrijven zetten regelmatig mest af via mestbank Brabant. Vijf van deze tien bedrijven leverden mest af met gemiddeld een laag ds-gehalte (<6%) van de mest en vijf bedrijven leverden mest af met gemiddeld een hoog ds-gehalte (>11%) van de mest. De andere tien bedrijven zijn geselecteerd uit de 38 bedrijven die mee hebben gedaan aan het onderzoek van CVP-Tilburg (uitgevoerd in 1986). Deze 10 bedrijven zijn geselecteerd uit deze 38 op basis van een afwijkend mestvolume t.o.v. het totale waterverbruik op jaarbasis. Hierbij is gebruik gemaakt van figuur 5. Bedrijven die duidelijk onder of boven de lijn liggen zijn uitgeselecteerd.
De overige 28 bedrijven die meegedaan hebben in het onderzoek van CVP-Tilburg zijn telefonisch geënqueteerd.

Het Consulentschap in Tilburg heeft de 38 bedrijven geselecteerd op basis van de volgende criteria:
- bereidheid om mee te werken aan het onderzoek;
- deelname aan de Technisch-Economische-Administratie;
- het aantal bedrijven per drinkwatersysteem diende ongeveer gelijk te zijn;
- er diende een gelijke verdeling te zijn van de bedrijven over de provincie, gewogen naar het aantal varkens per gemeente.

3.2 Proefmethode

Op alle 48 mestvarkensbedrijven, die aan dit onderzoek hebben meegedaan, is door het IMAG een enquête gehouden. In deze enquête werden de volgende gegevens verzameld:

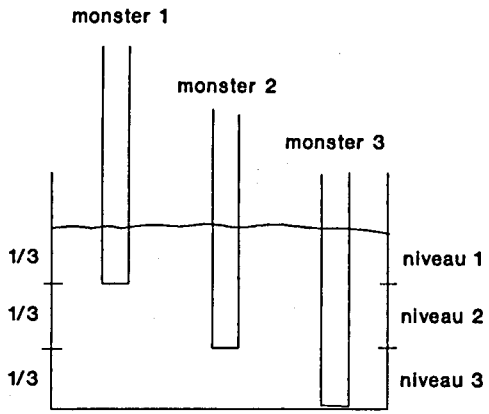
- drinkwaterverbruik;
- drinkwatersysteem;
- schoonmaakwater;
- voeropname;
- groei;
- voederconversie;
- hokoppervlak per dier;
- kelderoppervlak per dier;
- soort verwarming;
- staltemperatuur in de winter;
- onder of boven de roosters de ventilatielucht afzuigen;
- half of volledig roostervloer;
- wel of geen afvoer van regenwater naast de stal;
- kelders wel of niet in het grondwater.

Opmerkingen:

- in de enquête is gevraagd naar de gemiddelde staltemperatuur in de winter, omdat de gemiddelde staltemperatuur in de zomer vaak niet nauwkeurig bekend is;
- onder afvoer van regenwater wordt verstaan: het aanwezig zijn van een regengoot of verharding naast de stal. Is er aan de ene kant van de stal wel regenafvoer en aan de andere kant niet, dan wordt dit genoteerd als geen regenafvoer;
- onder kelders wel in het grondwater wordt verstaan: kelders die gedurende een bepaalde periode van het jaar tenminste 20 cm in het grondwater staan.

Van de 48 bedrijven, die aan het onderzoek hebben meegedaan, zijn er 20 bezocht (zie hoofdstuk 3). Op deze bedrijven zijn in twee verschillende stallen of afdelingen mestmonsters genomen. In elke stal of afdeling zijn op twee plaatsen monsters genomen.

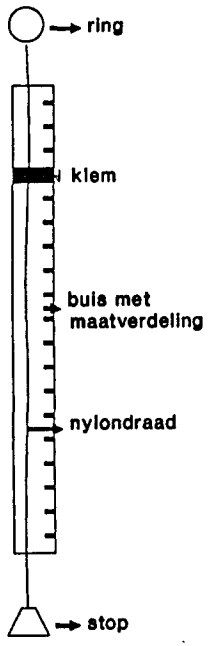
Het ene monster werd zo dicht mogelijk bij de pompput genomen, het andere monster werd genomen zo ver mogelijk van de pompput verwijderd. Op elke monsterplaats werden drie mestmonsters genomen. Er werd een monster genomen van het bovenste 1/3 deel, van het bovenste 2/3 deel en van een totale doorsnede door de kelder (zie figuur 4).



Figuur 4 : Mest-monstername op verschillende dieptes in de mestkelder.

Alle mestmonsters zijn door dezelfde persoon genomen. De monsters werden genomen m.b.v. een buis van plexiglas met een buitendiameter van 20 mm en een binnen diameter van 16 mm (zie figuur 5). De buis is aan de onderkant voorzien van een rubberen stopje. Aan dit stopje zit een draad die door de buis naar boven wordt geleid. Aan het uiteinde van het draad wordt een ringetje bevestigd. De buis is tevens voorzien van een maatverdeling en een verschuifbare klem, zodat de diepte van de buis in de kelder bepaald kan worden. Bij de monstername wordt de buis langzaam door een spleet in de roosters geleid, zodat de mest de gelegenheid krijgt om in de buis te stromen.

Zodra de buis de gewenste diepte in de mest heeft bereikt wordt het stopje op de onderkant van de buis getrokken, zodat er, bij het uit de mest halen van de buis, geen mest uit de buis kan ontsnappen.



Figuur 5 : Schematische tekening van de mestmonsterbuis.

Per monster werd tenminste 200 ml mest verzameld. De monsters werden bewaard in afgesloten plastic flessen. Binnen enkele dagen werd het ds-gehalte van deze monsters bepaald. Hierbij werd ca. 200 ml van het gehomogeniseerde monster in een open bak gedaan en deze bakken werden gedurende 48 uur in een droogstoof geplaatst bij 105°C.

Zoals in paragraaf 3.1. is aangegeven heeft het Consulentschap voor de Varkens- en de Pluimveehouderij in Tilburg gedurende het jaar 1986 onderzoek gedaan op 38 mestvarkensbedrijven.

Gedurende dat jaar werden de volgende gegevens verzameld:
- het waterverbruik (drinkwater, morswater en schoonmaakwater)
- de mesthoeveelheid
- het aantal afgeleverde varkens
- de totale voeropname
- de groei

Het waterverbruik werd gemeten m.b.v. tevoren geijkte watermeters van het type TSL-W. Deze watermeters voldoen aan de KIWA-richtlijnen, dat betekent dat ze bij een minimale capaciteit maximaal 5% en bij een normale capaciteit maximaal 2% mogen afwijken. De stand van de watermeter werd maandelijks genoteerd. De mesthoeveelheid werd gemeten aan de hand van niveaupeilingen in de mestkelder. De mestvarkenshouders peilden maandelijks het mestniveau in de kelders m.b.v. een peilstok. Tevens werd het mestniveau gemeten voor en na het uitrijden van de mest. De peilstok met maatverdeling werd door het consulentschap aan de deelnemende bedrijven verstrekt. Bij het begin van het onderzoek zijn de afmetingen van de kelders door de voorlichters bepaald.
De overige gegevens werden verkregen uit de Technisch Economische Administratie van het LEI.
De gegevens, verzameld door CVP-Tilburg, werden gebruikt in dit onderzoek.

3.3 Verwerking van de resultaten

De gegevens werden geanalyseerd met het statistisch programma SPSS. De gemeten ds-gehaltes van de mest op de verschillende bedrijven zijn gecorrigeerd voor het feit dat de mestkelders bij het leegpompen nooit geheel leeggezogen kunnen worden. Bij de correctie is er van uit gegaan dat de onderste 15 cm van de mest bij het leegpompen van de kelders in de kelder achterblijft. Tevens is er bij de correctie van uitgegaan dat deze 15 cm mest hetzelfde ds-gehalte heeft als het onderste 1/3 deel van de mest in de kelders.

Hoofdstuk 4

RESULTATEN

4.1 Factoren van invloed op het mestvolume

Met behulp van het statistisch programma SPSS is een stapsgewijze regressie-analyse op het mestvolume uitgevoerd met de factoren die van invloed zouden kunnen zijn op dit volume. Uit de inleiding blijkt dat naast het waterverbruik de waterverdamping een belangrijke rol zou kunnen spelen in de uiteindelijke hoeveelheid mest in de kelder. De volgende factoren die meegenomen zijn in de enquête zouden van invloed kunnen zijn op de waterverdamping:

- hokoppervlakte per dier
- kelderoppervlakte per dier
- soort verwarming
- staltemperatuur in de winter
- onder of boven de roosters de ventilatielucht afzuigen
- half of volledig roostervloer

Verder zou er een effect kunnen zijn van grond- en regenwater op het mestvolume. Factoren die meegenomen zijn in de enquête en die iets zeggen over een eventueel effect van grond- en regenwater zijn:

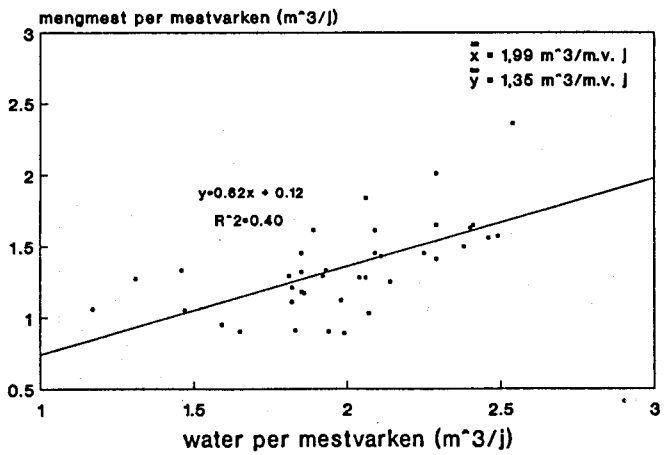
- kelders wel of niet in het grondwater
- wel of geen afvoer van regenwater

Er blijken drie factoren van significante ($p<0.05$) invloed te zijn op het mestvolume. Dat is ten eerste het waterverbruik, ten tweede de factor kelders wel of niet in het grondwater en ten derde de factor wel of geen afvoer van regenwater.

4.2 Relatie waterverbruik - mestvolume

Op de 38 bedrijven die mee hebben gedaan met het onderzoek van CVP-Tilburg werd een gemiddeld waterverbruik gevonden van 1,99 m^3 en

een gemiddelde mesthoeveelheid van 1,35 m^3 per gemiddeld aanwezig mestvarken per jaar. In figuur 6 wordt de relatie weergegeven tussen het waterverbruik en de mengmesthoeveelheid per gemiddeld aanwezig mestvarken per jaar. Onder waterverbruik wordt verstaan het totaal van drink-, mors- en schoonmaakwater.
Uit deze figuur blijkt dat 40% van de variatie in mestvolume wordt verklaard door het waterverbruik (R^2=0,40).

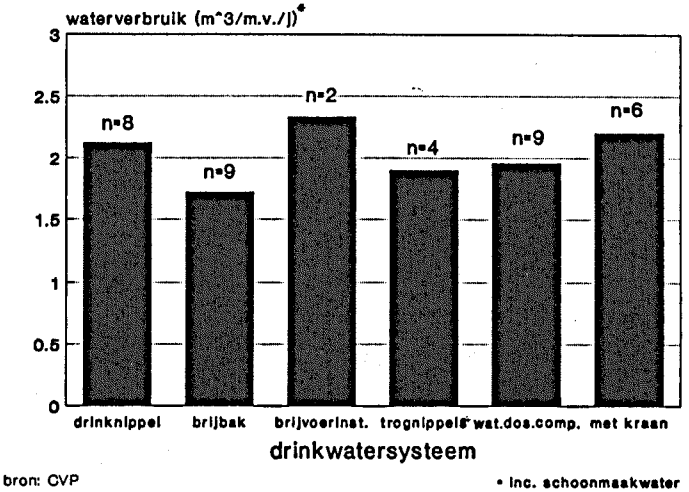


Figuur 6 : Relatie tussen het waterverbruik en het mestvolume per gemiddeld aanwezig mestvarken per jaar.

CVP-Tilburg heeft op 17 van de 38 bedrijven het waterverbruik voor het reinigen van de stallen gemeten. Deze 17 bedrijven hadden gemiddeld 140 liter water per mestvarken per jaar nodig voor het reinigen van de stallen. De hoeveelheid reinigingswater varieerde tussen de bedrijven van 70 tot 330 liter per mestvarken per jaar.

De hoeveelheid drink- en morswater wordt voor een belangrijk deel bepaald door het drinkwatersysteem.
In de figuren 6 a, b en c wordt de invloed van het drinkwatersysteem op achtereenvolgens het waterverbruik, de mesthoeveelheid en het ds-gehalte van de mest weergegeven, waarbij bedacht moet worden dat de variatie per drinkwatersysteem vrij groot is (zie bijlage 1). Uit figuur 7 blijkt dat drinknippels boven de roosters, brijvoerinstallaties en de onnauwkeurige waterdoseerders een hoger waterverbruik geven dan de brijbak, de trognippels en de nauwkeurige waterdoseerders. Als gevolg hiervan is ook de mesthoeveelheid bij de eerst genoemde systemen groter en het ds-gehalte van de mest lager dan bij de andere systemen. De trognippels kwamen niet voor bij de 20 bedrijven waar mestmonsters zijn genomen.
(Voor de getallen behorend bij de grafieken zie bijlage 1).

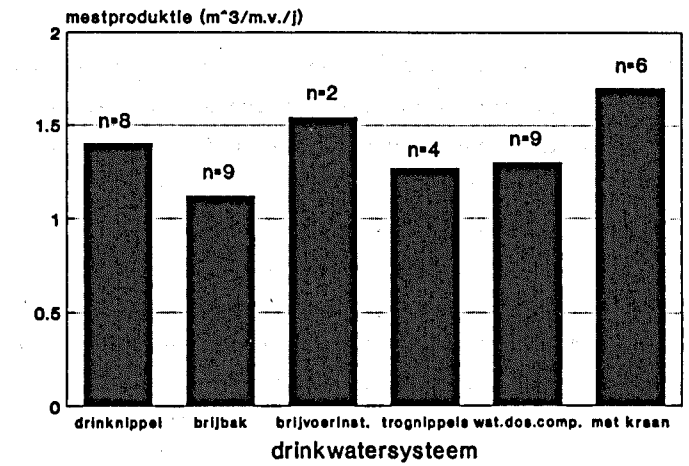
figuur 7a:



bron: CVP

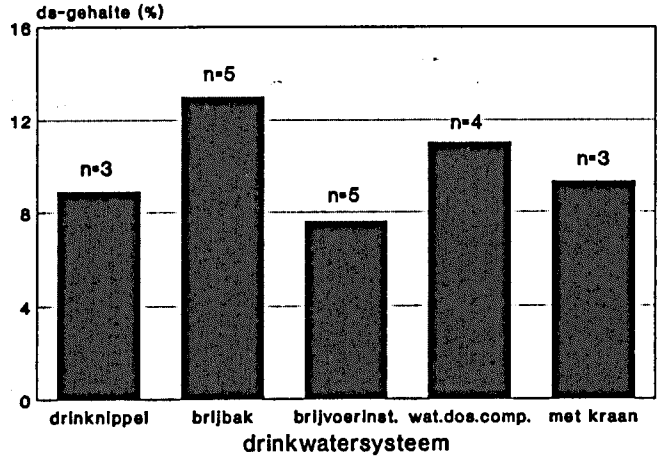
* inc. schoonmaakwater

figuur 7b:



bron: CVP

figuur 7c:



bron: IMAG

brijbak - inc. turbomatsysteem en droogvoerbak + antimors-drinkbakje (beide systemen kwamen één maal voor).

wat. dos. co - waterdoseercomputer + andere vormen van nauwkeurig gedoseerde waterverstrekking.

met kraan - alle vormen van onnauwkeurig gedoseerde waterverstrekking

n - aantal bedrijven.

Figuur 7 : Invloed van het drinkwatersysteem op het waterverbruik (7a), de mesthoeveelheid (7b) en het drogestofgehalte van de mest (7c) op mestvarkensbedrijven.

4.3 Invloed van grond- en regenwater op de mestproduktie

In 4.1 werd aangegeven dat er een effect is van grond- en regenwater op het mestvolume. Na correctie voor het waterverbruik, blijken de 24 bedrijven die geen afvoer van regenwater hebben naast

de stallen gemiddeld 1,42 ± 0,22 m^3 mest en de 14 bedrijven die wel afvoer van regenwater hebben naast de stallen gemiddeld 1,22 ± 0,23 m^3 mest per gemiddeld aanwezig mestvarken te produceren. Het effect van wel of geen afvoer van regenwater blijkt significant te zijn ($p<0,05$). Na correctie voor het waterverbruik blijkt tevens dat de 18 bedrijven die hun mestkelders in het grondwater hebben staan gemiddeld 1,44 ± 0,23 m^3 mest en de 20 bedrijven die hun kelders niet in het grondwater hebben staan gemiddeld 1,27 ± 0,24 m^3 mest per gemiddeld aanwezig mestvarken produceren. Ook dit effect blijkt significant te zijn ($p<0,05$).

4.4. Drogestofgehalte van de mest op verschillende plaatsen in de mestkelder

In hoofdstuk materiaal en methode is beschreven dat er op drie niveaus in de mestkelder monsters zijn genomen. Als we het monster van het bovenste 1/3 deel van de mest "monster 1", het monster van het bovenste 2/3 deel van de mest "monster 2" en het monster van de gehele kelderdoorsnede "monster 3" noemen (zie figuur 4) dan kan het ds-gehalte op de verschillende niveaus in de mestkelder als volgt worden berekend:

ds-niv. 1 = ds-gehalte monster 1.
ds-niv. 2 = (ds-gehalte monster 2) * 2 - (ds-monster 1).
ds-niv. 3 = (ds-gehalte monster 3) * 3 - (ds-gehalte monster 2) * 2.

waarbij:

ds-niv. 1 = drogestof-percentage van het bovenste 1/3 deel van de mest in de mestkelder.
ds-niv. 2 = drogestof-percentage van het middelste 1/3 deel van mest in de mestkelder.
ds-niv. 3 = drogestof-percentage van het onderste 1/3 deel van de mest in de mestkelder.

In tabel 1 worden de ds-gehaltes op de verschillende niveaus en het gemiddeld ds-gehalte in de mestkelder weergegeven.
Tevens wordt het gemiddeld gecorrigeerde ds-gehalte weergegeven, waarbij het ds-gehalte is gecorrigeerd voor de hoeveelheid mest die continu in de kelder achterblijft (zie paragraaf 3.3). In totaal zijn in 40 stallen of afdelingen monsters genomen (per bedrijf 2 stallen of afdelingen). Op drie bedrijven (6 afdelingen/stallen) ging de monstername vrij moeizaam vanwege de dikte van de mest. Op deze bedrijven zijn daarom geen niveau-monsters genomen. Op deze bedrijven werd alleen een monster van de gehele doorsnede genomen. Eén bedrijf had sterk afwijkende ds-gehaltes op de verschillende niveaus, ook vanwege zeer dikke mest in de mestkelder, dit bedrijf is daarom buiten beschouwing gelaten. In één stal/afdeling is door omstandigheden op één niveau geen monster genomen.
Uit tabel 1 blijkt dat er een behoorlijke ontmenging van mestvarkensmest plaatsvindt in de mengmestkelder. De spreiding van het ds-gehalte op de verschillende niveaus is echter groot.

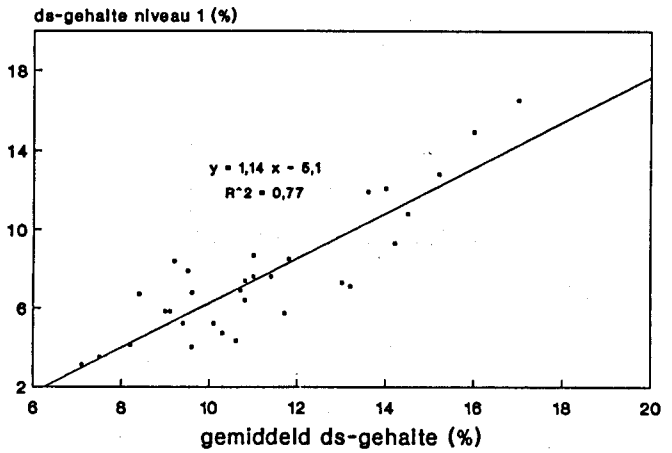
Tabel 1 : Het ds-gehalte van mestvarkensmest op verschillende niveaus in de mestkelder.

niveau *	aantal waarn.	ds-gehalte (%)	minimum (%)	maximum (%)
1	31	7,7 ± 3,3	3	16
2	31	10,5 ± 3,3	6	16
3	31	15,5 ± 2,4	10	20
gem.	38	11,7 ± 3,2	7	17
gec. gem. *	31	9,7 ± 2,9	6	16

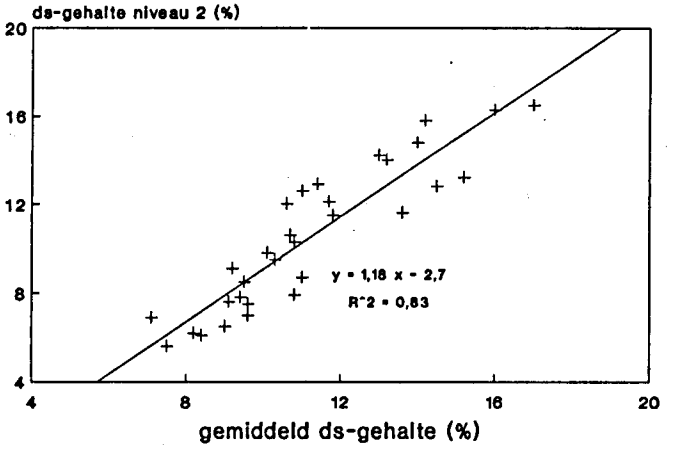
* niveau 1 - bovenste 1/3 deel van de mest in de mestkelder.
niveau 2 - middelste 1/3 deel van de mest in de mestkelder.
niveau 3 - onderste 1/3 deel van de mest in de mestkelder.
* gec. gem. - het gemiddeld ds-gehalte gecorrigeerd voor de mest die continu in de kelder achterblijft (geschat op 15 cm).

In figuur 8 a, b en c is de relatie weergegeven tussen het gemiddelde ds-gehalte van de mest in de kelder (ongecorrigeerd) en het ds-gehalte van de mest op respectievelijk niveau 1, 2 en 3.

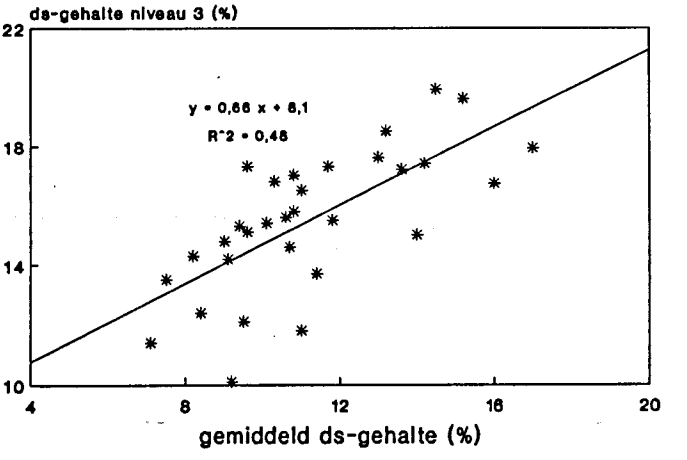
Figuur 8a:



Figuur 8b:



Figuur 8c:



Figuur 8 : Relatie tussen het gemiddelde ds-gehalte in de mestkelder en het ds-gehalte op niveau 1 (a), 2 (b) en 3 (c).

Op elk bedrijf zijn in twee stallen of afdelingen op twee plaatsen mestmonsters genomen. De ene plaats was zo dicht mogelijk bij de pompput gesitueerd, de andere plaats zo ver mogelijk hiervan verwijderd. De afstand tot de pompput zou invloed kunnen hebben op het ds-gehalte van de mest, omdat op grotere afstand van de pompput, bij het leegpompen van de mestkelder, meer (dikke) mest achter zou kunnen blijven dan op kortere afstand van de pompput. In tabel 2 zijn de resultaten weergegeven. Alleen die stallen of afdelingen zijn in de berekening meegenomen, waarbij de afstand van de eerste monsterplaats tot de pompput tenminste twee maal zo groot is als de afstand van de tweede monsterplaats tot de pompput. De ds-gehaltes zijn ongecorrigeerd.

Tabel 2 : Invloed van de afstand tussen monsterplaats en pompput op het ds-gehalte van de mest op verschillende niveaus in de mestkelder

monsterplaats *	niveau *	aantal waarnemingen	ds-gehalte (%)
1	1	21	7,6 ± 3,8
1	2	20	10,4 ± 3,4
1	3	20	16,5 ± 3,1
1	gem.	21	11,8 ± 3,4
2	1	21	8,1 ± 4,0
2	2	20	11,1 ± 3,8
2	3	20	16,4 ± 3,2
2	gem.	22	11,9 ± 3,3

* De afstand van de pompput tot monsterplaats 2 is tenminste 2 maal zo groot als de afstand van de pompput tot monsterplaats 1.

* niveau 1, 2 en 3 zie tabel 1.

Uit tabel 2 komt naar voren dat de afstand tot de pompput vrijwel geen invloed heeft op het ds-gehalte van de mest.

Hoofdstuk 5

DISCUSSIE

Uit het onderzoek van CVP-Tilburg (1987) blijkt dat de gemiddelde mesthoeveelheid op 38 mestvarkensbedrijven 1,35 m^3 per gemiddeld aanwezig mestvarken per jaar bedroeg. Het mestvolume varieerde tussen de bedrijven van 0,89 tot 2,36 m^3 per gemiddeld aanwezig mestvarken per jaar.
Uit de resultaten van dit onderzoek blijkt dat er drie factoren van wezenlijke invloed zijn op het mestvolume.
Dat zijn:
- het waterverbruik
- mestkelders wel of niet in het grondwater
- wel of geen afvoer van regenwater naast de stallen

Het waterverbruik is een belangrijke verklarende variabele voor de variatie in de hoeveelheid mest. In dit onderzoek wordt 40% van de variatie in mestvolume verklaard door het waterverbruik. Het waterverbruik wordt voor een belangrijk deel bepaald door het drinkwatersysteem. Uit figuur 7 en bijlage 1 blijkt dat op de bedrijven in dit onderzoek de brijbak, trognippels en de waterdoseercomputer een duidelijk lager waterverbruik en mesthoeveelheid geven dan de drinknippel boven de roosters, de brijvoerinstallatie en de onnauwkeurige waterdoseerders.

In tabel 3 wordt de water/voer verhouding bij de verschillende drinkwatersystemen weergegeven.

Tabel 3 : Water/voer verhoudingen bij de verschillende drinkwatersystemen

drinkwatersysteem	water/voer (kg/kg)	aantal bedrijven
drinknippel	2,80 ± 0,4	8
brijbak	2,25 ± 0,4	9
brijvoerinstallatie	2,92 ± 0,1	2
trognippels	2,63 ± 0,6	4
waterdoseercomputer	2,62 ± 0,3	9
met kraan	2,87 ± 0,3	6

Opmerking: de drinkwatersystemen "brijbak", "waterdoseercomputer" en "met kraan" zijn benamingen die een aantal vergelijkbare drinkwatersystemen aanduiden, zie paragraaf 4.2 figuur 7.

De water/voer verhouding in tabel 3 is berekend op basis van het totale waterverbruik, dus inclusief schoonmaakwater. Uit het onderzoek van CVP-Tilburg op 17 mestvarkensbedrijven (1987) blijkt het gemiddeld waterverbruik voor het reinigen van de stallen 140 liter per gemiddeld aanwezig mestvarken per jaar te bedragen. Het waterverbruik varieerde tussen de bedrijven van 70 tot 330 liter. 140 liter schoonmaakwater komt gemiddeld overeen met ca. 0,19 liter schoonmaakwater per kg voer. Willen we de getallen in tabel 3 vergelijken met resultaten uit de literatuur dan moeten ze gecorrigeerd worden voor het schoonmaakwater.

In een vergelijkend onderzoek op het varkensproefbedrijf in Sterksel (1986) werd voor de brijbak een waterverbruik gevonden van gemiddeld 2,15 liter per kg voer en voor de drinknippel boven de roosters een gemiddeld waterverbruik van 2,40 liter per kg voer. In dit onderzoek is dit respectievelijk 2,06 en 2,61 liter per kg voer. De resultaten van de brijbak zijn vergelijkbaar, het waterverbruik bij de drinknippel ligt in dit onderzoek duidelijk hoger dan bij het onderzoek in Sterksel.

Dit wordt waarschijnlijk veroorzaakt door het feit dat de bedrijven in dit praktijkonderzoek gemiddeld een hogere wateropbrengst van de drinknippels hadden. In het onderzoek van Sterksel was de gemiddelde wateropbrengst 300 ml per minuut. In dit praktijkonderzoek werd op 5 bedrijven met drinknippelsystemen een gemiddelde wateropbrengst gevonden van 570 ml per minuut.

Het waterverbruik bij brijvoerinstallaties is vrij groot in dit onderzoek. Het waterverbruik is echter slechts op twee bedrijven met een brijvoerinstallatie gemeten. Om een goede verpompbaarheid en een goede uitloop in de trog te verkrijgen is echter een minimale water/voer verhouding bij brijvoermachines nodig van 2,5. Inclusief schoonmaakwater hebben deze bedrijven dus minimaal een waterverbruik van 2,67 liter per kg voer. Opgemerkt dient te worden dat deze twee bedrijven geen bijprodukten bijvoerden. Bedrijven die bijprodukten bijvoeren komen wat mestproduktie en ds-gehalte van de mest betreft over het algemeen nog wat ongunstiger uit.

Uit twee onderzoeken op het varkensproefbedrijf in Sterksel (1977 en 1984) blijkt het waterverbruik bij druknippels boven de trog ca. 2,15 liter per kg voer te bedragen. In dit onderzoek wordt een water/voer verhouding van 2,44 gevonden (gecorrigeerd voor het schoonmaakwater). Dit verschil kan veroorzaakt worden door het feit dat op deze praktijkbedrijven de troggen iets langer open blijven staan dan tijdens het onderzoek in Sterksel (ca. 0,5 uur per dag langer). Ook andere oorzaken kunnen echter ten grondslag liggen aan dit verschil (b.v. staltemperatuur, voerniveau, voersoort, hokbezetting).

Uit de water/voer verhoudingen van de waterdoseercomputer (+ andere vormen van nauwkeurige waterverstrekking) en de onnauwkeurige waterdoseerders ("met kraan") blijkt dat bedrijven met een onnauwkeurig waterdoseersysteem duidelijk meer water verstrekken dan de bedrijven met een nauwkeurig waterdoseersysteem. Bedrijven met een onnauwkeurig doseersysteem houden waarschijnlijk een veiligheidsmarge in acht, zodat ze in ieder geval niet te weinig water verstrekken.

Op 20 mestvarkensbedrijven is het ds-gehalte van de mest bepaald. Tien van deze bedrijven hebben tevens deelgenomen aan het onderzoek van CVP-Tilburg. Er werd een gemiddeld ds-gehalte gevonden van 9,7% met een variatie tussen de bedrijven van 6% tot 16%. Het gemiddeld ds-gehalte is hoger dan gemiddeld voor varkensmest wordt aangehouden: namelijk 8% (handboek voor de varkenshouderij, 1985). Tevens is dit percentage duidelijk hoger dan gevonden werd door Hoeksma (1988). Een deel van dit verschil is zeker te verklaren door het feit dat de mestproduktie in dit onderzoek (op 10 van deze 20 bedrijven gemeten) ook duidelijk lager is dan gemiddeld wordt aangenomen: namelijk 1,5 m^3 per gemiddeld aanwezig mestvarken per jaar. Tevens kunnen wijze van monstername, tijdstip van monstername en correctiemethode een verschil veroorzaken.
Uit figuur 7 blijkt dat het ds-gehalte duidelijk negatief gecorreleerd is met het waterverbruik en het mestvolume. Brijbakken en in mindere mate de nauwkeurige waterdoseerders blijken in dit onderzoek een duidelijk hoger ds-gehalte van de mest te geven dan drinknippels, brijvoerinstallaties en de onnauwkeurige waterdoseerders. Hierbij dient opgemerkt te worden dat drie van de vijf bedrijven met een brijvoerinstallatie bijprodukten bijvoerden.

Er blijkt een significant ($p<0,05$) effect te zijn van de factoren "kelders wel of niet in het grondwater" en "wel of geen afvoer van regenwater" op het mestvolume. Bedrijven die hun kelders tenminste een deel van het jaar in het grondwater hebben liggen produceren, indien de mesthoeveelheid wordt gecorrigeerd voor het waterverbruik, gemiddeld 0,17 m^3 mest per gemiddeld aanwezig mestvarken per jaar meer dan de bedrijven die hun kelders niet in het grondwater hebben liggen. Tevens blijkt dat bedrijven die geen afvoer van regenwater hebben naast de stallen, na correctie voor het waterverbruik, gemiddeld 0,20 m^3 mest per gemiddeld aanwezig mestvarken per jaar meer produceren dan bedrijven die wel afvoer hebben van regenwater naast de stallen. Aangezien het hier gaat om een inventariserend onderzoek moeten deze getallen met enige voorzichtigheid gehanteerd worden. Vervolgonderzoek zal moeten aantonen hoeveel grond- en regenwater er onder bepaalde omstandigheden naar binnen lekt en hoeveel mest er eventueel naar buiten lekt, waarbij met name ook gekeken zal moeten worden naar materiaal en constructie van de kelder.

Uit tabel 1 en figuur 8 uit paragraaf 4.4 blijkt dat er een duidelijke ontmenging van de mestvarkensmest plaatsvindt in de mestkelder. Indien het gemiddeld ds-gehalte van de gehele doorsnede door de kelder bekend is, kan met behulp van de regressielijnen weergegeven in figuur 8 van paragraaf 4.4, globaal worden berekend hoe hoog het ds-gehalte is op de verschillende niveaus in de mestkelder. In tabel 4 zijn een aantal berekeningen weergegeven.
Uit tabel 4 blijkt duidelijk dat de mate van ontmenging van mestvarkensdrijfmest afneemt naarmate het gemiddeld ds-gehalte van de mest toeneemt. Mestvarkensbedrijven, met niet al te dikke mengmest, zouden waarschijnlijk met succes een globale scheiding van de mest kunnen krijgen door de mest in lagen uit de kelder te zuigen. Als de kelder groot genoeg is, is het waarschijnlijk niet nodig om de slang op een bepaald niveau in de kelder te leggen. De dunne mest zal immers sneller toestromen dan de dikke mest.

Tabel 4 : Ds-gehaltes van mestvarkensmest op verschillende niveaus in de mestkelder berekend met behulp van regressielijnen.

gem. ds-gehalte (%)	ds-gehalte niveau 1 (%)	ds-gehalte niveau 2 (%)	ds-gehalte niveau 3 (%)	verschil niv. 3-niv. 1 (%)
7,0	2,9	5,6	12,7	9,8
10,0	6,3	9,1	14,7	8,4
13,0	9,7	12,6	16,7	7,0
16,0	13,1	16,2	18,7	5,6

Steffens en Vetter (1983) en van der Hoek (1977) vinden de volgende ds-gehaltes van achtereenvolgende tankladingen uit een mengmestkelder:

Tabel 5 : Samenstelling van niet gemengde varkensmest in een aantal achtereenvolgende tankladingen (G. Steffens en H. Vetter, 1983 en K. van der Hoek, 1977).

Steffens en Vetter		van der Hoek	
tanklading	ds-gehalte (%)	tanklading	ds-gehalte (%)
1	3,0	1	3,1
2	3,4	2	6,2
3	4,6	3	9,4
4	9,7	4	11,6
5	12,5		
6	13,1		

Bedrijven met een aantal hectares grond zouden de eerste tanks met dunne mest over hun eigen land uit kunnen rijden en de latere tanks met dikke mest over grotere afstand af kunnen zetten.
Uit tabel 2 in paragraaf 4.4 blijkt dat de afstand van pompput tot monsterplaats geen invloed heeft op het ds-gehalte van de mest op die plaats. Hieruit blijkt dat er op grotere afstand van de pompput, bij het leegzuigen van de mestkelder, geen grotere hoeveelheden dikke mest in de mestkelder achterblijven dan elders in de mestkelder. Dit wordt bevestigd door de ervaringen tijdens het monsternemen. Op geen enkel bedrijf werden dikke, vrijwel ondoordringbare, mestlagen aangetroffen.
Op een paar bedrijven was er sprake van een lichte koekvorming boven op de mest.

LITERATUUR

Aarnink, A.J.A. en E.N.J. van Ouwerkerk, 1988. Model voor de berekening van de mestproduktie van mestvarkens (MESPRO), IMAG-nota 336 (HAB/PT), nog in concept.

Consulentschap in Algemene Dienst voor Varkenshouderij, 1985. Handboek voor de varkenshouderij, 4e druk Utrecht.

Consulentschap voor de varkens- en de pluimveehouderij Tilburg, 1987. Niet gepubliceerde resultaten.

Hoek van der K.W., 1977. Sampling techniques for liquid swine manure. In: Voorburg J.H. (Ed.), Utilization of manure by landspreading. Commission of the European Communities.

Hoeksma, P., 1988. De samenstelling van drijfmest die naar akkerbouwbedrijven wordt afgezet, IMAG Wageningen.

Hoeksma, P., H.R. Poelma, A. van Zadelhoff, 1987. Koude vergisting van mengmest, mogelijkheden voor praktijk-toepassing, IMAG Wageningen.

Jongbloed, A.W., 1988. Mondelinge mededeling, IVVO-Lelystad.

Proefverslag no. 7, Varkensproefbedrijf Zuid- en West Nederland, 1977. vergelijking van enkele systemen van drink-waterverstrekking voor mestvarkens, Sterksel.

Proefverslag no. 39, Varkensproefbedrijf Zuid- en West Nederland, 1984. Methode van waterverstrekking aan vleesvarkens bij trogvoedering, Sterksel.

Proefverslag no. 42, Varkensproefbedrijf Zuid- en West Nederland, 1985. Drinkwaterverstrekking aan mestvarkens 3. Het gebruik van een antimorsbak bij onbeperkte drinkwaterverstrekking, Sterksel.

Proefverslag no. 49, varkensproefbedrijf Zuid- en West Nederland, 1986. Mogelijkheden van brijbak voor onbeperkte voer- en waterverstrekking aan mestvarkens, Sterksel.

Jaarverslag 1986, Varkensproefbedrijf "Noord- en Oost-Nederland", Raalte.

Steffens, G. and H. Vetter, 1983. An economical use of slurry, the best way to prevent a pollution of the environment. Animal waste utilization, Budapest, pp. 115-143.

BIJLAGE 1: Waterverbruik, mesthoeveelheid en drogestofgehalte van de mest bij verschillende drinkwatersystemen.

drinkwatersysteem	waterverbruik (m^3/m.v.*jaar)	mesthoeveelheid (m^3/m.v.*jaar)	ds-gehalte (%)
drinknippel	2,12 ± 0,3	1,40 ± 0,3	8,9 ± 0,7
brijbak	1,72 ± 0,3	1,12 ± 0,2	13,0 ± 2,6
brijvoerinstall.	2,33 ± 0,1	1,54 ± 0,1	7,6 ± 1,6
trognippels	1,90 ± 0,4	1,27 ± 0,3	-
waterdoseercomp.	1,96 ± 0,2	1,30 ± 0,2	11,0 ± 2,2
met kraan	2,20 ± 0,2	1,70 ± 0,5	9,3 ± 2,9