

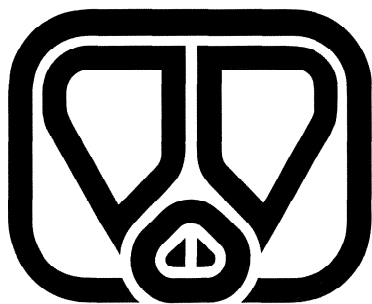
ing. P.F.M.M. Roelofs¹
ing. A.I.J. Hoofs²
ing. G.P. Binnendijk¹

1) Proefstation voor
de Varkenshouderij

2) Varkensproefbedrijf
"Zuid- en West-Nederland"

De invloed van inweekmethode,
waterdruk, debiet en nozzle op
waterverbruik en werktijd voor het
reinigen van varkensstallen met een
hogedrukreiniger

*The i'nfluence of soaking procedure,
water pressure, wa ter-flow and nozzle
on water usage and working titne to
clean pig houses with a high pressure
cleaner*



Varkensproefbedrijf "Zuid- en West-Nederland"

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

Proefverslag nummer P 1.103
december 1993

INHOUDSOPGAVE

	SAMENVATTING	4
	SUMMARY	6
1	INLEIDING <i>INTRODUCTION</i>	7 7
2	LITERATUUROVERZICHT <i>LITERATURE REVIEW</i>	8 8
3	MATERIAAL EN METHODEN <i>MATERIAL AND METHODS</i>	13 13
3.1	Proeflocaties en werkmethoden	13
3.1.1	Varkensproefbedrijf "Zuid- en West-Nederland"	13
3.1.2	Proefbedrijf Rosmalen	13
3.2	Proefbehandelingen	13
3.2.1	Vergelijking van inweekmethoden	14
3.2.2	Vergelijking van waterdrukken en debieten	14
3.2.3	Vergelijking van soorten nozzles	14
3.3	Waarnemingen	15
3.4	Verwerking van de gegevens	15
4	RESULTATEN <i>RESULTS</i>	17 17
4.1	Bedrijfservaringen	17
4.2	Werktijden en waterverbruik	18
4.2.1	Vergelijking van inweekmethoden	18
4.2.2	Vergelijking van waterdrukken en debieten	20
4.2.2.1	Vergelijking van waterdrukken (PV-Rosmalen)	20
4.2.2.2	Vergelijking van waterdruk en debiet (VPB-Sterksel)	22
4.2.3	Vergelijking van soorten nozzles	24
5	DISCUSSIE <i>DISCUSSION</i>	25 25
5.1	Bedrijfservaringen	25
5.2	Invloeden op waterverbruik en werktijd	26
5.3	Economische evaluatie van verschillen in waterverbruik en werktijd	28
6	CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN <i>CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS</i>	32 32
7	REFERENTIES <i>REFERENCES</i>	35 35
	BIJLAGEN <i>APPENDICES</i>	36 36
	REEDS EERDER VERSCHENEN PROEFVERSLAGEN <i>PUBLISHED RESEARCH REPORTS</i>	48 48

SAMENVATTING

Van 1986 tot in 1990 is er op het Varkensproefbedrijf "Zuid- en West-Nederland" in Sterksel, onderzoek uitgevoerd naar de invloed van drie aspecten van het reinigen van varkensstallen met een hogedrukreiniger op het waterverbruik en op de werktijd. De aspecten waren: 1) inweekmethode, 2) waterdruk en debiet (wateropbrengst) van de hogedrukreiniger en 3) type nozzle (spuitkop). Het onderzoek is uitgevoerd in kraamafdelingen, biggenopfokafdelingen en vleesvarkensafdelingen. Op het Proefstation in Rosmalen is in 1988 en 1989 onderzoek verricht naar de invloed van de waterdruk van de hogedrukreiniger op de werktijd en op het waterverbruik.

De inweekmethoden waren: natmaken met een inweekmiddel en direct daarna reinigen (NA), 4 uur inweken met een inweekinstallatie met zuiver water (ZW), 2,5 uur inweken met een inweekinstallatie met inweekmiddel (IM) en 0,5 uur inweken met een schuimmiddel (SM).

Voor vermeerderingsbedrijven is er geen verschil in waterverbruik en/of werktijd vastgesteld. Inweekmethode NA is dan een goede werkmethode, die waarschijnlijk ook de goedkoopste is.

Op vleesvarkensbedrijven lijkt de werktijd voor het reinigen na de inweekmethoden IM of SM korter te zijn dan na NA, maar er is geen significant verschil. Het waterverbruik voor het inweken en reinigen van vleesvarkensstallen is het kleinst na inweken met schuim (172 l/hok, $p < 0,05$). Het waterverbruik na de andere inweekmethoden is 252 l/hok (NA), 308 l/hok (ZW) en 297 l/hok (IM). Het inpassen van het inweken in de werkplanning kan een belemmering zijn. De inpasbaarheid kan wellicht worden verbeterd door 's nachts in te weken (direct na het afleveren inweken met een inweekinstallatie) of door de inweekperiode te beperken met een schuimmiddel.

De waterdrukken waren 60 atm en 120 atm (debiet in beide gevallen 16 l/min). Er is geen verschil aangetoond in werktijd of waterverbruik. Reinigen met 60 atmosfeer is

dan minder vermoeiend en geeft minder lawaai. Ook is de kans op beschadiging van (rooster-) vloeren en stalinrichting dan kleiner. Er blijkt wel behoefte te bestaan om de waterdruk tijdelijk te kunnen verhogen om bepaalde plaatsen (bijvoorbeeld voertroggen) te kunnen reinigen en om het water uit de troggen te kunnen spuiten.

De debieten waren 16 l/min, 23 l/min, 32 l/min en 46 l/min (waterdruk 60 atm). Wanneer bij een waterdruk van 60 atmosfeer het debiet toeneemt van 16 naar 46 l/min neemt het waterverbruik evenredig toe (116 l/hok, 145 l/hok en 127 l/hok extra voor kraamhokken, hokken voor gespeende biggen, respectievelijk vleesvarkenshokken) en de werktijd evenredig af (met respectievelijk 2,5 min/hok, 0,5 min/hok en 10,5 min/hok). Deze verschillen zijn significant. Het verschil tussen extra kosten en besparingen is zodanig, dat het op vermeerderingsbedrijven vrijwel nooit aantrekkelijk is om te reinigen met een hoog debiet. Op een aantal vleesvarkensbedrijven zal de besparing op arbeidskosten bij een hoger debiet echter opwegen tegen de kosten van het hogere waterverbruik. Dit is met name afhankelijk van de hoogte van de arbeidskosten per uur en de mestafzetkosten per m³.

De onderzochte nozzles waren vlakstraal-nozzles, roterende nozzles en turbo-nozzles. De turbo-nozzle is niet gebruikt in de vleesvarkensstallen. Er zijn niet genoeg herhalingen gerealiseerd om conclusies per afdelingstype te kunnen trekken. Op vermeerderingsbedrijven is echter een lager waterverbruik aangetoond wanneer er gebruik wordt gemaakt van de turbo-nozzle ($p < 0,05$). Het waterverbruik met de verschillende typen nozzles was respectievelijk 122 l/hok, 127 l/hok en 78 l/hok. Ook de werktijd lijkt het kortst voor het reinigen met de turbo-nozzle, maar dit verschil is niet significant.

Doordat het Varkensproefbedrijf ingrijpend werd verbouwd moest een deel van het onderzoek voortijdig worden afgebroken. Hierdoor kunnen er niet bij alle deelonder-

zoeken duidelijke conclusies worden getrokken en is vervolgonderzoek gewenst. Met name met betrekking tot het inweken met schuim en tot het reinigen met de turbo-nozzle (ook in vleesvarkensafdelingen) is verder onderzoek zinvol. Ook een vergelijking van verschillende debieten bij een hogere waterdruk is interessant.

Daarnaast moet de invloed van de uitvoering van de afdeling op de reinigbaarheid verder worden onderzocht. Het reinigen van afdelingen met volledige roostervloeren gaat bijvoorbeeld sneller en kost minder water dan het reinigen van afdelingen met halfroostervloeren, maar de eerstgenoemde vloeren zijn doorgaans ook kleiner van oppervlak. Behalve vloeruitvoeringen hebben ook de constructies en de gebruikte materialen voor de hokinrichting invloed op de reinigbaarheid.

Er is behoefte aan objectieve criteria voor het vaststellen van de kwaliteit van het reinigen. De beoordeling "visueel-schoon" geeft onvoldoende inzicht in de hygiënestatus van de afdeling na het reinigen. Tenslotte verdienen ook de arbeidsomstandigheden tijdens het reinigen verdere aandacht. Kenmerkend voor de huidige werkmethoden zijn de stationaire fysieke belasting vanwege het tegenhouden van de spuitlans, het hoge geluidsniveau (92 tot 95 dB(A)) en de fijne nevel, vaak met mestdeeltjes en met chemicaliën vervuild, die wordt ingeademd.

SUMMARY

From 1986 to 1990, three aspects of pressure cleaning in pig houses were examined for their effectiveness in reducing water usage and working time. The aspects were: 1) four soaking procedures, 2) two water pressures and four flow rates and, 3) three nozzle types. The experiment was performed, using farrowing, nursery and fattening rooms of the experiment farm "Zuid- en West-Nederland" at Sterksel. Moreover, the influence of water pressure on water usage and working time was studied at the Research Institute in Rosmalen.

The soaking procedures were: start cleaning immediately after application of a detergent (CI), 4 hours soaking with clean water (SW), 2.5 hours soaking with detergent (SD) and 0.5 hour soaking with a foamy detergent (SF).

In multiplying facilities, no difference in water usage or working time was found, which implies that CI, the cheapest and easiest soaking procedure, is the best. In fattening pigs facilities, less working time was needed to clean the rooms after SD or SF than after CI or SW (not significant). The water usage for soaking and pressure cleaning in rooms for fattening pigs was lowest for SF (172 L/pen, $P < 0.05$). Water usage for CI, SW and SD was, respectively, 252 L/pen, 308 L/pen and 297 L/pen.

Water pressure levels used were 880 Psi and 1765 Psi (flow rate 16 L/min). Cleaning with 880 Psi instead of 1765 Psi decreased work load and noise level. However, it appeared to be useful to have the ability to use higher pressure for cleaning very dirty parts of the pen, such as the feed troughs. No difference is found in water usage or working time.

The flow rates used were 16 L/min, 23 L/min, 36 L/min and 46 L/min (water pressure 880 Psi). In all facilities, a linear increase in water usage and a linear decrease in working time were observed with increasing flow rates. When the flow rate increased from 16 to 46 L/min, water usage and working time changed with +116 L/pen and

-2.5 min/pen, +145 L/pen and -0.5 min/pen, and +127 L/pen and -10.5 min/pen, in farrowing, nursery and fattening rooms, respectively. Which flow rate is cheapest depends on the wages and the costs for manure disposal. At present, for some farmers with fattening pigs, it is cheaper to clean with a 46 L/min flow rate.

The nozzles used were flat-nozzles (FL), rotating nozzles (RO) and turbo-nozzles (TU). Water pressure was 1765 Psi. TU was not used in rooms for fattening pigs. In multiplying farms, water usage was clearly lowest ($P < 0.05$) and working time appeared to be lowest for TU. Water usage and working time were 122 L/pen and 8.8 min/pen, 127 L/pen and 8.5 min/pen, and 78 L/pen and 7.9 min/pen, respectively, for FL, RO and TU.

In general, the only method found for multiplying farmers to reduce costs for cleaning is by using turbo-nozzles. For farmers with fattening pigs there are several methods to reduce costs for cleaning. The best soaking procedures are SD and SF. For some of these farmers it is cheaper to clean the rooms with a 46 L/min flow rate, for others a 16 L/min flow rate is cheaper. However, due to a reconstruction of the experiment farm, it was for some experiments not possible to realise as many repetitions as desired. More research is needed with the nozzles, specially with TU and with the soaking procedures, especially with SF. It might be interesting to compare several flow rates with a higher water pressure. More attention is needed for aspects concerning working conditions, like noise level, air quality and physical work load.

1 INLEIDING

INTRODUCTION

Het reinigen en ontsmetten van afdelingen is werk dat, sinds het ingeburgerd raken van het all-in-all out systeem op varkensbedrijven, regelmatig terugkomt. Uit oogpunt van ziektepreventie en produktkwaliteit wordt het belangrijk gevonden dat varkens bij verplaatsing in een schone afdeling terecht komen. Toch leven er bij de varkenshouders nog vele vragen, onder andere met betrekking tot de noodzaak van inweken, de inweekmethode, de waterdruk, het debiet (de hoeveelheid water per minuut) en de reinigingsmethode.

Bij de aanschaf van een nieuwe reiniger wordt vaak alleen gekeken naar de investeringskosten en de maximale waterdruk. Er spelen echter veel meer zaken een rol:

- Reductie van het mestvolume.

Het waterverbruik moet zo laag mogelijk zijn om de kosten van opslag, transport en eventuele verwerking van de mest te beperken.

- Beperken van de werktijd.

Veel varkenshouders vinden het schoonmaken belastend en onaangenaam werk. Hierdoor, en doordat tijdens het schoonmaken leegstand van de afdeling onvermijdelijk is moet de totale tijdsduur (inclusief inweektijden) zo kort mogelijk zijn.

- Gezondheid van de varkenshouder.

Spuiten met een hoge waterdruk veroorzaakt een fijne nevel die schadelijk kan zijn voor de longen. Tevens worden soms chemicaliën gebruikt. Verder maakt het reinigen met een hogedrukreiniger veel lawaai. Dit alles maakt dat aandacht voor de gezondheid van de varkenshouder noodzakelijk is.

- Voorkomen van schade aan de stalinrichting.

Naarmate er met een hogere waterdruk wordt gespoten wordt de kans dat vloeren roosters en stalinrichting beschadigd worden groter. Daarom mag de waterdruk niet te ver opgevoerd worden.

- Beperken van het gebruik van chemicaliën.

Om belasting van het milieu te beperken moeten zo weinig mogelijk chemicaliën worden gebruikt en hebben afbreekbare chemicaliën de voorkeur.

Om op een aantal van deze vragen een antwoord te kunnen geven is er op het Varkensproefbedrijf "Zuid- en West-Nederland" te Sterksel in mei 1986 een proef gestart waarin waterverbruik en werktijd centraal stonden. De variabelen waren:

- inweekmethode
- waterdruk (60 en 120 atm)
- debiet (16, 23, 32 en 46 l/min).

Later is hier een vergelijking van soorten nozzles aan toegevoegd. Tot in 1990 zijn er gegevens verzameld.

In 1988 en 1989 zijn er gedurende een jaar waarnemingen verricht op het Proefstation voor de Varkenshouderij in Rosmalen. In Rosmalen is alleen gekeken naar de invloed van de waterdruk (60 en 120 atmosfeer) bij een constant debiet. Ook deze gegevens zijn in dit rapport verwerkt.

2 LITERATUUROVERZICHT LITERATURE REVIEW

Er wordt al lang nagedacht over de vraag hoe stallen het beste gereinigd kunnen worden. De aanbevelingen van de Werkgroep Stalhygiëne uit 1974 zijn nog steeds van toepassing, al zijn de capaciteit van de reinigingsapparatuur en de effectiviteit van de reinigingsmiddelen sindsdien verbeterd. Hierdoor zijn nieuwe onderzoeksvragen ontstaan. De geadviseerde werkvolgorde bij het schoonmaken blijft echter nog hetzelfde:

- 1 bezemschoon maken van de hokken en zonodig mestkorsten lossteken;
- 2 inweken met water, eventueel met een inweekmiddel;
- 3 reinigen.

Later is hier als vierde punt het ontsmetten aan toegevoegd.

Uit de structuurenquête van 1989 (Bens et al., 1991) blijkt dat in 1989 op 90% van de TEA-bedrijven de kraamafdeling na elke ronde werd gereinigd. Op 57% van de bedrijven werd de kraamafdeling ook altijd ontsmet. Voor de afdelingen voor gespeende biggen bedragen deze percentages 67% respectievelijk 45%, en voor vleesvarkensafdelingen 85% (reinen) en 53% (ontsmetten). Vergeleken met 1985 is het percentage bedrijven waar de afdelingen na elke ronde wordt gereinigd toegenomen en het aantal bedrijven waar na elke ronde wordt ontsmet afgenomen. Een verklaring voor dit laatste is niet bekend.

Het inweken met zuiver water moet volgens de Werkgroep Stalhygiëne (1974) ongeveer 3,5 uur duren, waarbij de afdeling niet mag

opdrogen. Tabel 1 laat de resultaten zien van een onderzoek waarin er werd gereinigd met een waterdruk van 50 atmosfeer en een debiet van 12 liter per minuut.

Uit tabel 1 blijkt dat, bij een waterdruk van 50 atm en een debiet van 12 l/min, de werktijd voor het reinigen van een vleesvarkensafdeling met 40% kan worden verkort door 3,5 uur in te weken in plaats van 1 uur. Langer inweken heeft nauwelijks zin: zelfs wanneer er langer dan 24 uur wordt ingeweekt is er geen duidelijk effect meer op de werktijd. Het is niet bekend wat de invloed is van de inweektijd op de werktijd wanneer er wordt gereinigd met een hogere druk en een groter debiet, zoals tegenwoordig in de praktijk gebeurt,

Behalve met zuiver water kan er ook worden ingeweekt met oplossingen van inweekmiddelen. De meeste van deze middelen verlagen de oppervlaktespanning van het inweekwater, waardoor het water beter in kleine poriën kan doordringen, daarnaast hebben veel inweekmiddelen een ontvetten-de werking.

Na het inweken volgt het reinigen. Bij het reinigen zijn de waterdruk, de hoeveelheid water die per minuut verbruikt wordt (debiet) en de afstand van de nozzle tot het te reinigen oppervlak van belang.

De Werkgroep Stalhygiëne (1974) heeft de invloed van de waterdruk op de reinigingstijd van vleesvarkenshokken onderzocht. De relatie tussen de waterdruk en de reinigingstijd wordt weergegeven in figuur 1.

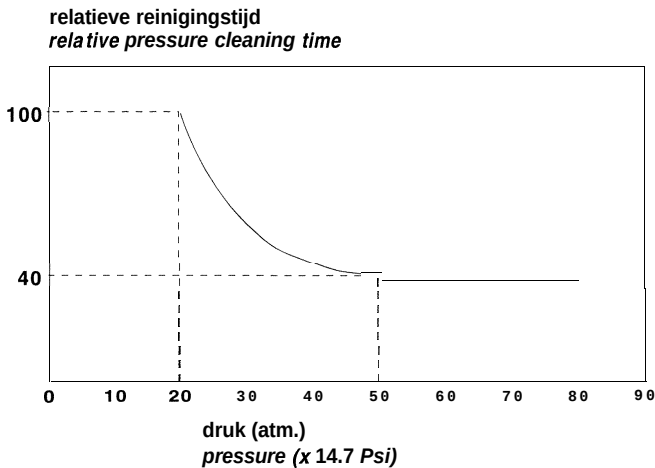
Tabel 1: Relatieve reinigingstijd na verschillende inweekperioden met zuiver water (reinen met 12 l/min en 50 atm)

Table 1: Relative time of pressure cleaning (12 l/min and 735 Psi) as affected by duration of soaking procedure

inweektijd (uren)	1	2,5	3,5	>24
relatieve reinigingstijd ^a	100	70	60	60

^a De reinigingstijden zijn uitgedrukt in percentage van de reinigingstijd, benodigd na 1 uur inweken.

Figuur 1: De invloed van de waterdruk op de reinigingstijd (12 l/min)
Figure 1: The effect of water pressure on the duration of pressure cleaning (12 l/min)



Bron: Werkgroep Stalhygiëne, 1974

Volgens figuur 1 neemt de reinigingstijd, bij een debiet van 12 l/min, boven een waterdruk van 50 atm niet veel meer af. Het is echter mogelijk dat de resultaten tegenwoordig wat anders zijn dan in 1974, omdat er andere apparatuur wordt gebruikt (met name andere nozzles) en omdat er andere materialen worden gebruikt bij de inrichting van de afdelingen. Bovendien is het debiet tegenwoordig meestal hoger; 16 l/min is gangbaar. Bij het beoordelen van de waterdruk moet rekening gehouden worden met drukverliezen in de leidingen of slangen. Door drukverliezen is de waterdruk aan de nozzle niet gelijk aan de waterdruk in de pomp. Het

drukverlies is afhankelijk van het waterdebiet, de lengte van de leiding, de aanwezigheid van koppelstukken en bochten, van het materiaal waaruit de leiding bestaat en van de diameter. Tabel 2 geeft een overzicht van het drukverlies in verschillende (rechte) leidingen.

Ook het te reinigen materiaal heeft veel invloed op de reinigingstijd. Tabel 3 geeft voor een aantal materialen de relatieve reinigingstijden in stallen voor vleesvarkens weer.

De kracht waarmee het water het te reinigen oppervlak raakt wordt wel reinigingskracht

Tabel 2: Drukverlies (atm per 100 m) in slangen en leidingen met verschillende diameters
Table 2: Loss of pressure (*14.7 Psi/100 m) in hoses and waterducts of various diameters

waterdebiet (l/min)	inw. diameter slang		inw. diameter buis		
	3/8"	1/2"	1/2"	3/4"	, "
10	5.8	1.4	0.8	0.2	0.1
20	22.4	5.3	2.6	0.6	0.2
40	88.0	20.0	9.0	2.0	0.8

Bron: Werkgroep Stalhygiëne, 1974

Tabel 3: Relatieve reinigingstijd van diverse materialen voor vloeren en wanden bij reinigen met 12 l/min en bij 50 atm
 Table 3: Effect of floor and wall materials on relative cleaning time (12 l/min and 735 Psi)

materiaal	relatieve reinigingstijd
asbestcementplaat	100
spijlen (1,2 cm doorsnee, 8 cm uit elkaar)	167
muren (schuurwerk)	45
ligruimte (betonnen vloer)	17
betonnen roostervloer	52

Bron: Werkgroep Stalhygiëne, 1974

genoemd. Er mag niet van worden uitgegaan dat altijd de hoogste reinigingskracht nodig is voor een snelle en goede reiniging. Bij het bepalen van de juiste reinigingskracht spelen, naast werktijd en waterververbruik, ook de volgende aspecten een rol:

- vuil moet losgemaakt worden zonder het verder te verspreiden;
- de hokinrichting mag niet beschadigd worden;
- losgeweekt vuil moet getransporteerd worden naar de mestput;
- apparatuur moet gemakkelijk hanteerbaar zijn.

Zoals is aangegeven wordt de reinigingskracht niet alleen door de waterdruk, maar ook door het debiet van de nozzle bepaald. Verder heeft ook het type nozzle invloed. Voor een bepaald type vlakstraalnozzle kan de reinigingskracht worden berekend met de volgende formule:

$$F = D \cdot SG \cdot \sqrt{200} \cdot P$$

waarin: F = reinigingskracht (Newton)
 D = waterdebiet (m³/sec)
 SG = soortelijk gewicht (kg/m³)
 P = waterdruk (bar; 1 bar ≈ 1 atm)

De gewenste reinigingskracht kan dus worden bereikt door verschillende combinaties van waterdruk en debiet. In tabel 4 wordt dit geïllustreerd .

Overigens kan er in de praktijk niet te ver worden doorgegaan met het opvoeren van de waterdruk om het debiet te kunnen verlagen. De reinigingskracht blijft dan weliswaar gelijk, maar er is ook een bepaalde hoeveelheid water nodig om het losgespoten vuil weg te spoelen. Volgens Legters (1988) moet het debiet (in l/min) daarom minimaal 10% zijn van de waterdruk (in atm).

De afstand tussen de spuitlans en het te reinigen oppervlak is van belang omdat hier een aanzienlijk drukverlies optreedt. Dit wordt vooral veroorzaakt door de weerstand van de waterdruppels met de lucht tussen de spuitlans en het te reinigen oppervlak. Figuur 2 geeft voor drie verschillende debieten de relatie weer tussen de afstand van de nozzle tot het te reinigen oppervlak en de opspuitdruk (druk die het water op het oppervlak uitoefent). De waterdruk bij de nozzle is in dit voorbeeld 50 atmosfeer. Uit de figuur blijkt dat de opspuitdruk erg snel afneemt wanneer de afstand tot het te

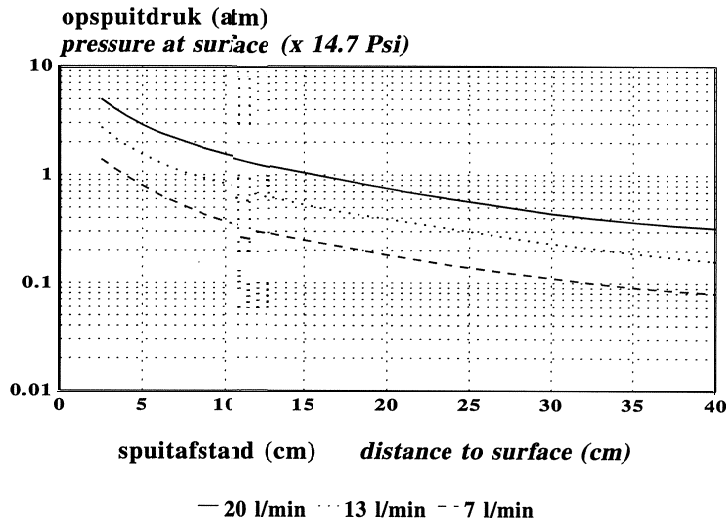
Tabel 4: Combinaties van debiet en waterdruk met een gelijke reinigingskracht
 Table 4: Flow rates and pressures, equal in pressure cleaning powers

debiet (l/min)	druk (atm)
10	220
15	100
20	55

Bron: Legters, 1988

Figuur 2: De invloed van de afstand tussen de nozzle en het oppervlak op de opspuitdruk (pompdruk 50 atm)

Figure 2: The influence of the distance between nozzle and surface on pressure at the surface (pressure at pump 735 Psi)



Bron: Henkel, 1982

reinigen oppervlak wordt vergroot. Bij een hoger debiet blijft de opspuitdruk hoger dan bij een lager debiet. Momenteel hebben de meeste hogedrukreinigers een debiet van ongeveer 16 l/min. Daarbij wordt een spuitafstand van 10 tot 20 cm aanbevolen.

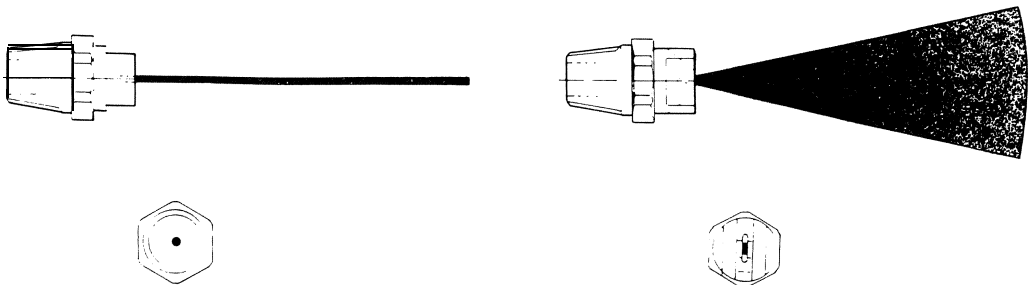
De opspuitdruk wordt tevens beïnvloed door de grootte van het oppervlak waarop het water terecht komt. Hoe kleiner dit

oppervlak, hoe groter de opspuitdruk. Een nozzle die een ronde straal geeft verdeelt het water over een kleiner oppervlak dan een vlakstraalnozzle. In figuur 3 wordt dit weergegeven.

Naarmate de spuithoek van vlakstraalnozzles groter wordt, wordt de reinigingskracht kleiner. Deze invloed is erg groot: 3° hoekverkleining is vergelijkbaar met een verho-

Figuur 3: Spuitbeeld van een rondstraalnozzle (links) en een vlakstraalnozzle (rechts)

Figure 3: Jet of water from a 0-nozzle (left) and a flat-nozzle (right)



Tabel 5: Waterverbruik (l/hok) en werktijd (min/hok) voor het reinigen van vleesvarkenshokken met rondstraalnozzles of vlakstraalnozzles met 50 atm en verschillende debieten (Werkgroep Stalhygiëne, 1974)

Table 5: Water usage (L/pen) and working time (min/pen) to clean pens for fatteners with 0-nozzles or flat-nozzles, with 735 Psi and several flow rates (Werkgroep Stalhygiëne, 1984)

	rondstraalnozzles			vlakstraalnozzles				
debiet	4,0	83 ,	13,1	47 ,	96 ,	11,3	13,1	19,6
waterverbruik	151	229	295	129	178	163	164	255
werktijd	38	28	23	28	19	15	13	13

ging van de waterdruk aan de spuitlans van 80 naar 120 atmosfeer (Henkel, 1982). De reinigingskracht wordt dan groter, maar het oppervlak dat met de straal wordt geraakt is kleiner. Door het grotere oppervlak dat met een vlakstraalnozzle wordt geraakt zijn de werktijd en het waterverbruik bij het gebruik van een vlakstraalnozzle over het algemeen gunstiger dan bij een rondstraalnozzle (zie tabel 5).

Uit tabel 5 blijkt dat het waterverbruik voor het reinigen van varkenshokken bij het gebruik van vlakstraalnozzles aanzienlijk lager is dan bij het gebruik van rondstraalnozzles en dat de werktijd veel korter is. Verder veroorzaakt een toenemend debiet een hoger waterverbruik en een kortere werktijd. De debieten zijn echter aanzienlijk lager dan momenteel gangbaar is (ongeveer 16 l/min). Technisch zijn veel hogere debieten dan 16 l/min mogelijk. Voor het reinigen van bepaalde sterk bevuilde delen van de inrichting, zoals randen van voerbakken en de vloer rondom de trog, kan beter een rondstraalnozzle gebruikt worden. Ook voor het reinigen van oppervlakken op een grotere afstand, zoals plafonds, kan vaak beter een rondstraler worden gebruikt omdat dan het drukverlies kleiner is dan bij een vlakstraalnozzle. Een combinatie van beide nozzles op één spuit is daarom optimaal.

3 MATERIAAL EN METHODE *MATERIAL AND METHODS*

Het onderzoek is grotendeels uitgevoerd op Varkensproefbedrijf “Zuid- en West-Nederland” in Sterksel, met daarnaast een aantal waarnemingen op het Proefstation in Rosmalen. Op beide bedrijven zijn waarnemingen verricht in de kraam-, biggenopfok- en vleesvarkensafdelingen. In paragraaf 3.1 wordt ingegaan op de proefbedrijven en op de daar gangbare werkmethoden. Paragraaf 3.2 geeft een overzicht van de verschillende behandelingen die binnen deze proef met elkaar zijn vergeleken.

3.1 Proeflocaties en werkmethoden

3.1.1 Varkensproefbedrijf “Zuid- en West-Nederland”

Op het Varkensproefbedrijf zijn veel verschillende hokuitvoeringen aanwezig. Er zijn kraam-, biggenopfok- en vleesvarkensafdelingen, die per afdeling uitgevoerd zijn met een gedeeltelijke roostervloer of met volledige roostervloer. Bovendien worden de kraamafdelingen soms gebruikt om de biggen na het spenen op te fokken. Met deze verschillen is tijdens de uitvoering van het onderzoek en tijdens de verwerking van de gegevens rekening gehouden.

De gangbare werkmethode bij het reinigen van afdelingen op het Varkensproefbedrijf is als volgt:

- Eerst wordt de afdeling “bezemschoon” gemaakt. Dit houdt in dat mest op de roosters en de dichte vloer zonnodig wordt losgestoken en zoveel mogelijk wordt verwijderd.
- Daarna wordt de afdeling met water en een alkalisch inweekmiddel natgespoten, waarna onmiddellijk wordt begonnen met reinigen. De eerste hokken zijn dan nauwelijks ingeweekt, terwijl de laatste wel zijn ingeweekt.
- Het reinigen met een hogedrukreiniger gebeurt met een waterdruk van 120 atmosfeer en er wordt een vlakstraalnozzle met een debiet van 16 l/min gebruikt.

3.1.2 Proefbedrijf Rosmalen

Op het proefbedrijf in Rosmalen zijn er veel minder verschillen tussen afdelingen. De

kraamafdelingen verschillen niet wezenlijk van elkaar. Er zijn biggenopfokafdelingen met natuurlijke en met mechanische ventilatie. Alleen in de afdelingen met natuurlijke ventilatie zitten er “deksels” op de hokken. Ook bij de vleesvarkens zijn er natuurlijk en mechanisch geventileerde afdelingen, maar geen kistenstallen. Binnen het afdelingstype is het ventilatiesysteem het enige verschil tussen de afdelingen waarin het onderzoek is uitgevoerd.

De gangbare werkmethode bij het reinigen van afdelingen op dit bedrijf is als volgt:

- Eerst wordt de afdeling “bezemschoon” gemaakt.
- Vervolgens wordt er met zuiver water ingeweekt. Hierbij wordt in de vermeerderingsstal gedurende 3,5 uur ingeweekt. In de vleesvarkensstal, waar handmatig wordt ingeweekt, is de inweekperiode gemiddeld ruim 2,5 uur.
- Er wordt gereinigd met een hogedrukreiniger met vlakstraalnozzle. In de vermeerdering is de waterdruk aan de pomp 120 atm en het debiet 15 l/min. In de vleesvarkensafdelingen is de waterdruk aan de pomp 110 atm en het debiet 14 l/min.

3.2 Proefbehandelingen

Het onderzoek naar reinigingsmethoden met een hogedrukreiniger valt uiteen in drie deelonderzoeken: een vergelijking van inweekmethoden, een vergelijking van waterdrukken en debieten en een vergelijking van verschillende soorten nozzles. In de volgende paragrafen is per deelonderzoek aangegeven welke behandelingen met elkaar zijn vergeleken.

Bij alle behandelingen zijn afdelingen schoongespoten totdat ze “visueel schoon” waren. Ook varkenshouders gebruiken dit criterium om te beoordelen of een hok wel of niet schoon genoeg is.

Op het Varkensproefbedrijf is het debiet van de gebruikte nozzles maandelijks getest

door het water gedurende een minuut op te vangen. Wanneer de wateropbrengst afweek werden de nozzles vervangen. Op het proefbedrijf in Rosmalen werden de nozzles vervangen wanneer de gebruiker vond dat ze niet goed meer werkten.

De resultaten van het onderzoek kunnen worden beïnvloed door persoons- en afdelingseffecten en door leegstand van de afdeling tussen afleveren en reinigen. Om deze beïnvloeding te beperken zijn de volgende maatregelen getroffen:

- Om het effect van verschillen in de reinigingstijd per persoon op te vangen zijn de personen zo gelijkmatig mogelijk over alle proefbehandelingen verdeeld.
- Om afdelingseffecten zoveel mogelijk uit te sluiten is er onderscheid gemaakt tussen kraam-, biggenopfok- en vleesvarkensafdelingen. Binnen de onderscheiden afdelingstypen is er nog variatie in hoktypen, qua vloeruitvoering, boxvorm of constructiemateriaal. Vooral op het Varkensproefbedrijf "Zuid- en West-Nederland" komen deze verschillen voor. De invloed van deze factor is beperkt door de verschillende proefbehandelingen zo gelijk mogelijk over de afdelingen te verdelen. Bovendien is in een aantal gevallen de ene helft van de afdeling schoongemaakt volgens de ene proefbehandeling en de andere helft volgens een andere. Hierbij is het reinigen wisselend met één van de verschillende proefbehandelingen begonnen.
- Afdelingen die voor het reinigen leeg hebben gestaan zijn buiten de proef gehouden.

3.2.1 Vergelijking van inweekmethoden

De vergelijking van verschillende inweekmethoden is volledig uitgevoerd op het Varkensproefbedrijf "Zuid- en West-Nederland" in Sterksel. Er is, met uitzondering van het inweken, gereinigd volgens de in 3.1.1 genoemde werkmethode. De inweekmethoden (proefbehandelingen) zijn vastgesteld in overleg met de fabrikanten of de leveranciers van de inweekapparatuur. De volgende vier proefbehandelingen zijn onderscheiden:

- 1 Afdeling natspuiten met een 2% oplossing van een alkalisch inweekmiddel,

direct daarna beginnen met reinigen.

- 2 Afdeling 4 uur inweken met zuiver water met inweekinstallatie 1 (zie bijlage 1), die elke 30 minuten gedurende 2 minuten water vernevelt. Na 4 uur beginnen met reinigen.
- 3 Afdeling 2,5 uur inweken met water en een alkalisch inweekmiddel (hetzelfde middel als bij proefbehandeling 1) met inweekinstallatie 2 (zie bijlage 2). Dit inweekprogramma begint met 3 minuten sproeien, 4 minuten pauze en vervolgens telkens 1 minuut sproeien, 4 minuten pauze. Na 2,5 uur beginnen met reinigen.
- 4 Afdeling 0,5 uur inweken met schuim. De afdeling inschuimen en na een half uur beginnen met reinigen.

3.2.2 Vergelijking van waterdrukken en debieten

De vergelijking van reinigingstijden en waterverbruik bij het reinigen met verschillende waterdrukken en debieten is uitgevoerd op het Varkensproefbedrijf in Sterksel. Bij de vergelijking is er volgens de gangbare methode (zie paragraaf 3.1.1) ingeweekt en gereinigd met vlakstraalnozzles. Qua waterdruk en debieten zijn bij het reinigen de volgende proefbehandelingen onderscheiden:

- 1 120 atm waterdruk en 16 l/min;
- 2 60 atm waterdruk en 16 l/min;
- 3 60 atm waterdruk en 23 l/min;
- 4 60 atm waterdruk en 32 l/min;
- 5 60 atm waterdruk en 46 l/min.

In Rosmalen is een vergelijking gemaakt van reinigingstijd en waterverbruik bij twee verschillende waterdrukken, maar bij een constant debiet. De enige onderzoeksvariabele is de waterdruk: de afdelingen van het vermeerderingsbedrijf zijn gereinigd met 60 of 120 atmosfeer en 15 l/min, de vleesvarkensafdelingen zijn gereinigd met 60 of 110 atmosfeer en 14 l/min.

3.2.3 Vergelijking van soorten nozzles

Op het Varkensproefbedrijf in Sterksel zijn verschillende soorten nozzles met elkaar vergeleken. Het bezemschoon maken en inweken van de afdelingen gebeurde volgens de in 3.1.1 omschreven methode. De volgende behandelingen zijn onderscheiden:

- 1 reinigen met 120 atm en 16 l/min, "vlakstraalnozzle";
- 2 reinigen met 120 atm en 16 l/min, "roterende nozzle";
- 3 reinigen met 120 atm en 10 l/min, "turbo-nozzle".

Het principe van een roterende nozzle is te vergelijken met een rondstraalnozzle, die zeer snel ronddraait. Hierbij wordt getracht om de kracht van een rondstraalnozzle te combineren met de breedte-werking van een vlakstraalnozzle.

Het effect van de turbo-nozzle is meer te vergelijken met een rondstraalnozzle die snel heen en weer beweegt. Bij spuiten met de turbo-nozzle worden dikkere waterdruppels gevormd dan normaal. Deze dikkere druppels hebben meer massa, en verliezen daardoor relatief minder energie door wrijving dan kleine druppels. In bijlage 3 en 4 wordt verder ingegaan op de roterende nozzle en de turbo-nozzle.

3.3 Waarnemingen

In de drie genoemde deelproeven is het effect van de behandelingen op de werktijd en op het waterverbruik bepaald. Daarom is tijdens en na het reinigen van elke (halve) afdeling op invullijsten geregistreerd wie er heeft gereinigd, welke proefbehandeling(-en) is (zijn) uitgevoerd, hoe lang er is ingeweekt, hoeveel water daarvoor is gebruikt (gemeten met een conventionele watermeter) en hoeveel tijd en water er nodig waren voor het reinigen.

Op het proefbedrijf in Rosmalen zijn deze gegevens vastgelegd voor het reinigen van de hele afdeling, inclusief plafonds, gangen, voerbakken en dergelijke. De gegevens die op het Varkensproefbedrijf in Sterksel zijn vastgelegd, zijn inclusief de tijd die nodig is voor het reinigen van voerbakken en dergelijke, maar exclusief het reinigen van plafonds en voergangen.

Verder is vastgelegd uit hoeveel hokken de afdelingen bestaan, of er biggen in de kraamafdelingen zijn opgefokt, wat de vloeruitvoering is, of de hokken leeg hebben gestaan, hoe lang er is ingeweekt en hoeveel water hiervoor is gebruikt.

Tenslotte zijn op het proefbedrijf in Rosmalen enkele keren met behulp van een Brüel & Kjær geluidsdosimeter (type 4436) metingen verricht van het equivalente geluidsniveau tijdens het reinigen.

3.4 Verwerking van de gegevens

Het waterverbruik en de werktijd op het Varkensproefbedrijf en op het Proefstation zijn op verschillende manieren gemeten (zie paragraaf 3.3). Bovendien zijn de afdelingen, de werkmethode en de omstandigheden op de twee bedrijven duidelijk verschillend. Daarom zijn de resultaten van de waarnemingen van deze bedrijven apart verwerkt.

De verzamelde gegevens zijn statistisch verwerkt met behulp van de variantie-analyse met het pakket SAS (SAS, 1989). Tenzij anders aangegeven worden verschillen in dit rapport als significant beschouwd wanneer $p < 0,05$. Bij de statistische verwerking is de (halve) afdeling als experimentele eenheid genomen. Om verschillende afdelingen met elkaar te kunnen vergelijken zijn de werktijden en het waterverbruik omgerekend naar hoeveelheden per hok. De resultaten van de kraam-, biggenopfok- en vleesvarkensafdelingen zijn afzonderlijk geanalyseerd.

In het onderzoek naar de invloed van de verschillende inweekmethoden op het totale waterverbruik (reinen en inweken) en de werktijd voor het reinigen is er bij de statistische analyse gecorrigeerd voor persoonsafhankelijke invloeden, het aantal hokken per afdeling en de vloeruitvoering (halfrooster of volledig rooster). In de vleesvarkensafdelingen, waar waarnemingen zijn verricht voor en na de reconstructie van het Varkensproefbedrijf, is tevens rekening gehouden met de verbouwing.

Bij de vergelijking van verschillende waterdrukken en debieten is gekeken naar de invloed van de proefbehandelingen op het waterverbruik en op de werktijd voor het reinigen. Het waterverbruik ten behoeve van het inweken is hier niet meegenomen, omdat dit buiten de proefbehandeling valt en zoveel mogelijk gelijk is gehouden. Bij de statistische analyse is gecorrigeerd voor inweektijd, het aantal hokken per afdeling en de vloeruitvoering (halfrooster of volledig

rooster). In de kraamafdelingen is rekening gehouden met het wel of niet opfokken van de biggen. Daar waar de debieten een significante invloed hebben op het waterverbruik en de werktijd, is getoetst of er een lineair of een kwadratisch verband is tussen het debiet enerzijds en de werktijd of het waterverbruik anderzijds (SAS, 1989). Waar dergelijke lineaire verbanden zijn aangetoond is met behulp van het spreadsheet pakket Lotus 1-2-3 (Lotus Development Corporation, 1989) een regressie-analyse uitgevoerd.

Ook bij de vergelijking van verschillende typen nozzles is de invloed van de proefbehandelingen op het waterverbruik en de werktijd voor het reinigen bepaald en is het waterverbruik voor het inweken niet meegenomen. Bij de statistische analyse is gecorrigeerd voor het aantal hokken per afdeling. In de kraamafdelingen zijn de afdelingen waarin biggen zijn opgefokt buiten beschouwing gelaten.

De economische consequenties van verschillen in waterverbruik en in arbeidsbehoefte zijn berekend op basis van de gegevens in KWIN (IKC-Veehouderij, 1993), aangevuld met in de berekening gedefinieerde uitgangspunten. De economische consequenties van verschillen in debiet zijn berekend op basis van de resultaten van de hiervoor genoemde regressie-analyse.

4 RESULTATEN RESULTS

4.1 Bedrijfservaringen

Wanneer hokken sterk zijn bevuild of wanneer er los vuil in de hokken ligt is het volgens de Werkgroep Stalhygiëne (1974) van belang om dit te verwijderen voordat er met het reinigen wordt begonnen. Of dit daadwerkelijk gebeurt hangt af van de moeite die ervoor gedaan moet worden.

De werktijd die nodig is voor het bezemschoon maken van een afdeling is sterk afhankelijk van de situatie. In kraamafdelingen met stortputjes duurt het verwijderen van harde (zeugen-) mest niet langer dan een minuut per hok. Het wordt dan doorgaans wel gedaan omdat dat voordelen oplevert tijdens het reinigen. In grondhokken met een bolle vloer voor gespeende biggen blijft doorgaans zo weinig losliggend vuil achter dat er meteen wordt begonnen met inweken. Afdelingen voor vleesvarkens zijn doorgaans veel sterker bevuild. Op het proefbedrijf in Rosmalen komen vrij vaak mestkoeken voor. Deze afdelingen worden bezemschoon gemaakt nadat ze voor de eerste keer zijn natgemaakt. De mestkoek wordt losgestoken, op een kruiwagen geschept en afgevoerd (circa 30 meter). Het bezemschoon maken duurt hier ongeveer 45 minuten per afdeling. Dit is onaangenaam werk, maar de ervaring leert dat het noodzakelijk is om de afdeling goed te kunnen schoonspuiten.

Voor het inweken is er op het proefbedrijf in Rosmalen in de kraam- en biggenopfokafdelingen een centrale inweekinstallatie met leidingen tot aan de afdelingen, waarmee automatisch ingeweekt kan worden. Het inweken van de vleesvarkensafdelingen wordt handmatig uitgevoerd.

Het aansluiten van de inweekinstallatie houdt in dat er een frame van kunststof buizen in de afdeling wordt opgehangen waarna dit wordt gekoppeld aan de centrale leiding. Het installeren duurt ongeveer 6 minuten per afdeling en het weghalen ongeveer 4 minuten. (De looptijden zijn kort, doordat de inweekleidingen alleen in deze stal worden gebruikt.) Ondanks dat het werken met

de inweekinstallatie niet veel tijd kost wordt er in meer dan de helft van de gevallen handmatig ingeweekt. Dit wil zeggen dat de afdeling enkele keren met water wordt natgemaakt, voordat met reinigen wordt begonnen. Het installeren en opruimen van de installatie wordt blijkbaar, ondanks de korte werktijd, toch als te omslachtig en te lastig ervaren.

Nadat het onderzoek was afgelopen zijn de inweektijden in de vermeerdering korter geworden. Hoewel langdurig inweken met een inweekinstallatie geen extra werktijd kost, wordt het lastig gevonden voor de werkorganisatie.

Sommige diervverzorgers vinden het reinigen van kraam- en biggenopfokafdelingen, die niet zo sterk zijn bevuild, met 60 atmosfeer prettiger dan met 120 atmosfeer. Dit komt doordat het werk ongeveer even snel gaat (zie paragraaf 4.2.2.1), maar de waterkracht, en daarmee ook de tegendruk van de spuitlans, kleiner is.

Wanneer diervverzorgers vrij zijn in de keuze van de waterdruk wordt er desondanks vrijwel altijd met de maximale waterdruk (120 atmosfeer) gespoten. Spuiten met een lage waterdruk geeft de indruk dat het werk langer duurt en sommigen betwijfelen of de afdeling even goed schoon wordt als na spuiten met een hoge waterdruk. Aangezien alle hokken na het reinigen visueel schoon moesten zijn is er hier waarschijnlijk sprake van een psychologisch effect.

Tijdens het reinigen van afdelingen voor vleesvarkens met 60 atmosfeer is er vaak tijdelijk behoefte aan een wat hogere waterdruk, om sterk bevuilde of moeilijk bereikbare plaatsen te reinigen. Dit geldt met name voor de voertroggen voor brijvoeding, die met een hogere waterdruk niet alleen beter schoongespoten, maar ook leegggespoten kunnen worden. Bij reinigen met 60 atmosfeer blijft er meer vuil water achter in de trog dan bij reinigen met 120 atmosfeer. Dit water moet later handmatig worden verwijderd.

De voorkeur voor een bepaald type nozzle is sterk persoonsafhankelijk. Een aantal

diervverzorgers op het Proefstation werkt liever met een roterende nozzle (120 atm) dan met een vlakstraalnozzle (een turbo-nozzle is er niet aanwezig). Ze hebben het gevoel dat de tegendruk niet zo groot is als bij het spuiten met een vlakstraalnozzle (120 atm). Mogelijk speelt hierbij ook de vorm van de spuitlans een rol. Verder spat er bij het werken met een roterende nozzle minder water terug vanuit hoeken in het hok dan bij een vlakstraalnozzle. Water dat terugspat in het gezicht komt bij gebruik van de roterende nozzle nauwelijks voor. Een derde voordeel dat genoemd wordt is dat het met een roterende nozzle gemakkelijker is om mest door de roosters heen te spuiten dan met een vlakstraalnozzle. Met een vlakstraalnozzle wordt de mest meer vooruit gespoten dan naar beneden. Een roterende nozzle veroorzaakt echter meer lawaai (92 dB(A)) dan een vlakstraalnozzle (86 dB(A) bij 120 atm). Bij een waterdruk van 60 atm is het equivalente geluidsniveau nog 79 dB(A). Het extra lawaai van de roterende nozzle wordt veroorzaakt door de nozzle zelf en door de waterstraal, die meer lawaai maakt op hokafscheidings en voerbakken. Andere diervverzorgers vinden het werken met een roterende nozzle juist onaange-

naam. Dit komt enerzijds door het lawaai, maar men heeft bovendien het gevoel dat de waterstraal van een roterende nozzle minder goed door mestkoeken heen snijdt dan een vlakstraalnozzle.

4.2 Werktijden en waterverbruik

4.2.1 Vergelijking van inweekmethoden

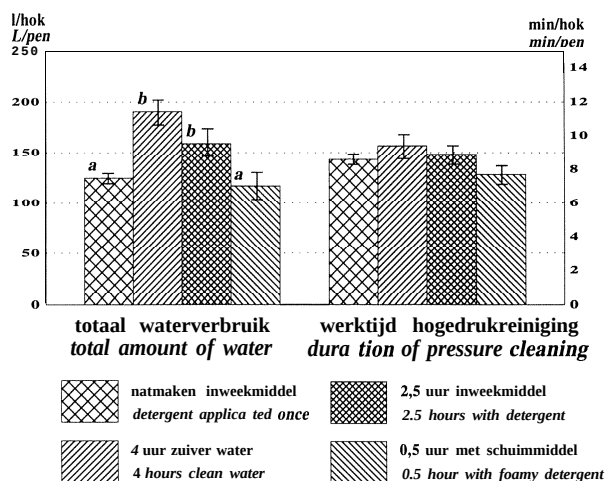
Dit onderzoek is uitgevoerd op het Varkensproefbedrijf "Zuid- en West-Nederland", De onderzoeksresultaten worden per afdelings-type weergegeven. De inweektijd maakt deel uit van de proefbehandelingen en is weergegeven in paragraaf 3.2.1. De inweektijd is bij het gebruik van inweekinstallaties overigens geen echte werktijd: de installatie wordt geïnstalleerd en ingeschakeld, waarna het inweken geen arbeid meer vergt. Zoals in paragraaf 4.3 is aangegeven duurt het installeren en opruimen van de installaties slechts enkele minuten.

Kraamafdelingen

In figuur 4 wordt een overzicht gegeven van het waterverbruik en de werktijden voor het reinigen van kraamafdelingen na de verschillende inweekmethoden. Na het inweken is er in alle gevallen gereinigd met een

Figuur 4: Waterverbruik en werktijd voor het reinigen van kraamhokken na de vier verschillende inweekmethoden

Figure 4: Effect of soaking procedure on water usage and working time for pressure cleaning of farrowing crates



hogedrukreiniger, met een debiet van 16 l/minuut en met 120 atmosfeer. In figuur 4 is ook de standaardfout (se) weergegeven. Door middel van letters (a, b) is aangegeven welke verschillen significant zijn ($p < 0,05$). Wanneer er geen letters bij een staafdiagram staan is er geen significant verschil aangetoond.

Er blijkt meer water nodig te zijn voor beide reinigingsmethoden met langdurig inweken met een inweekinstallatie dan voor het reinigen met éénmalig natmaken van de afdeling met een inweekmiddel of met een half uur inweken met schuim. Het verschil in de benodigde hoeveelheden water per proefbehandeling wordt vooral veroorzaakt door het water voor het reinigen (gemiddeld 107 tot 154 liter per hok), maar ook de hoeveelheid water voor het inweken varieert sterk tussen de behandelingen (gemiddeld 4 tot 36 liter per hok). Er zijn geen verschillen in werktijd.

De gemiddelde waarden en de spreiding per proefbehandeling zijn weergegeven in bijlage 5.

Biggenopfokafdelingen

In figuur 5 zijn de gemiddelde werktijden en het waterverbruik, alsmede de spreiding

(se), weergegeven voor het reinigen van biggenopfokafdelingen na de verschillende inweekmethoden. Na het inweken is er in alle gevallen gereinigd met een hogedrukreiniger, met een debiet van 16 l/minuut en met 120 atmosfeer.

In de biggenopfokafdelingen is de inweekinstallatie met zuiver water niet vaak genoeg gebruikt (slechts twee keer) om er uitspraken over te kunnen doen. Daarom zijn deze gegevens niet in dit verslag opgenomen.

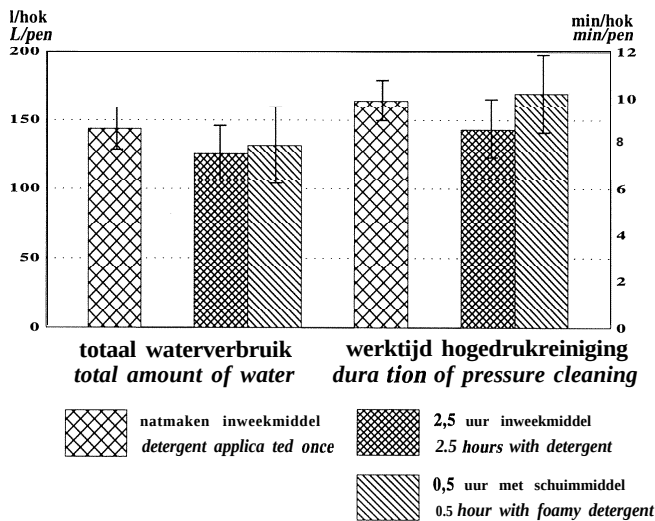
Er zijn geen significante verschillen aangetoond in waterverbruik en reinigingstijd voor het reinigen met de verschillende inweekmethoden. Alleen de hoeveelheden inweekwater verschillen significant (zie bijlage 5), maar de hoeveelheden inweekwater (gemiddeld 3 tot 23 liter per hok) zijn gering in verhouding tot het totale waterverbruik (126 tot 144 liter per hok).

Vleesvarkensafdelingen

Het waterverbruik en de reinigingstijden in de afdelingen voor vleesvarkens zijn weergegeven in figuur 6. Na het inweken is er in alle gevallen gereinigd met een hogedrukreiniger met een debiet van 16 l/minuut en met 120 atmosfeer.

Figuur 5: Waterverbruik en werktijd voor het reinigen van biggenopfokhokken na drie verschillende inweekmethoden

Figure 5: Effect of soaking procedure on water usage and working time for pressure cleaning of nursery rooms



Voor het reinigen inclusief inweken met schuim en voor het reinigen inclusief natmaken met inweekmiddel is minder water nodig dan voor het reinigen met de andere inweekmethoden. De wat kortere werktijd voor het reinigen na inweken met schuim is hiermee in overeenstemming, maar dat verschil is niet significant. Ook van de afdelingen voor vleesvarkens zijn de hoeveelheden water voor het inweken en voor het reinigen, evenals de werktijden, vermeld in bijlage 5.

4.2.2 Vergelijking van waterdrukken en debieten

Het grootste deel van dit onderzoek is uitgevoerd op het Varkensproefbedrijf in Sterksel. In Rosmalen is de invloed van de waterdruk op werktijd en waterverbruik onderzocht. In Sterksel is daarnaast het debiet van de hogedrukreiniger gevarieerd. Omdat zowel de proefbehandelingen als de bedrijfsomstandigheden verschillen, zijn de resultaten per proeflocatie weergegeven.

4.2.2.1 Vergelijking van waterdrukken

Op het proefbedrijf in Rosmalen zijn er binnen een afdelingstype (kraam-, biggenop-fok- of vleesvarkensafdelingen) weinig ver-

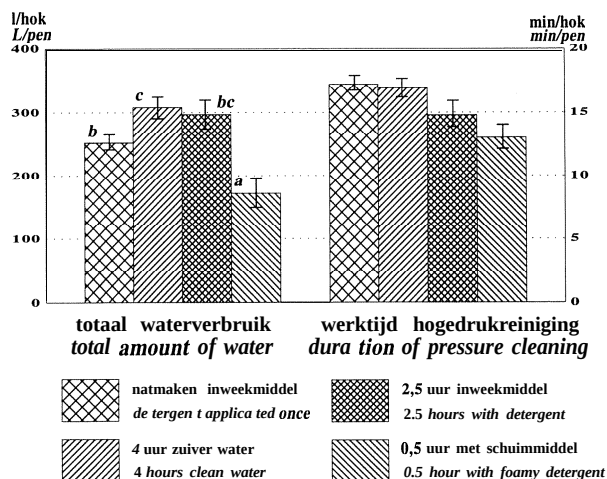
schillen tussen de afdelingen. Er zijn biggenop-fokafdelingen met 6 hokken en met 12 hokken. Van beide soorten zijn er evenveel gereinigd met hoge waterdruk als met lage waterdruk. Een deel van de afdelingen voor vleesvarkens is natuurlijk geventileerd met voergangventilatie en een open nok, en een gedeelte is mechanisch geventileerd met balanskleppen. Ook deze verschillende afdelingen zijn gelijk verdeeld over de proefbehandelingen.

Er zijn vrij grote verschillen tussen de generaliseerde inweektijden in de kraamafdelingen: de uitersten zijn 30 minuten en 4 uur. Zoals in paragraaf 3.4 is aangegeven, is er bij de verwerking van de gegevens met de hierboven genoemde invloeden rekening gehouden.

De resultaten van het onderzoek naar verschillen in waterdruk zijn in bijlage 6 per afdelingstype weergegeven. De bijlage geeft gemiddelden en spreiding per proefbehandeling. De invloed van de waterdruk op het waterverbruik en de werktijd wordt ook weergegeven in figuur 7 en 8.

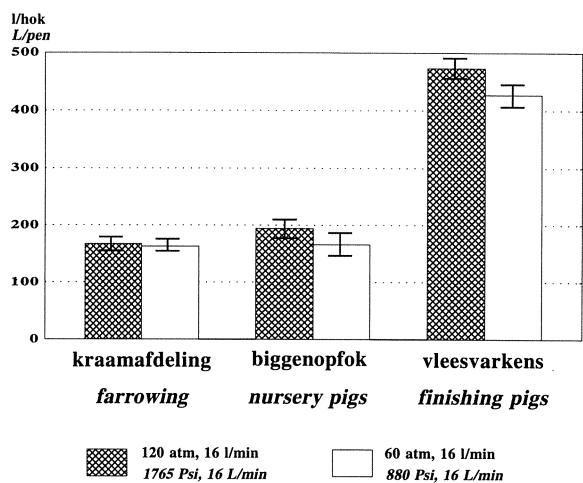
Figuur 6: Waterverbruik en werktijd voor het reinigen van vleesvarkenshokken na de vier verschillende inweekmethoden

Figure 6: Effect of soaking procedure on water usage and working time for pressure cleaning of rooms for fattening pigs



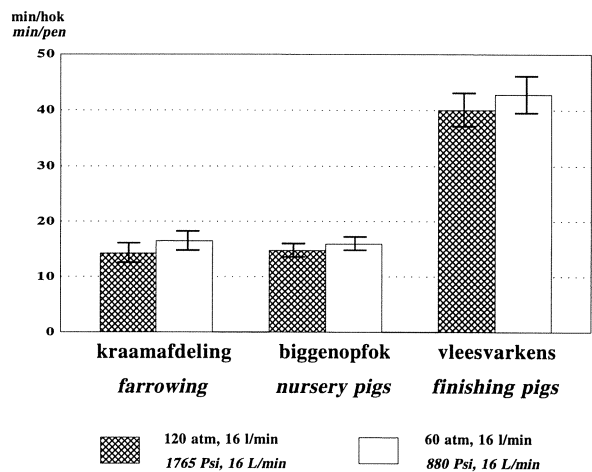
Figuur 7: Invloed van waterdruk op waterverbruik (l/hok) voor het reinigen van afdelingen met een debiet van 16 l/min

Figure 7: Effect of water pressure (1 atm = 14.7 Psi) on water usage (L/pen) for pressure cleaning with a 16 L/min flow rate



Figuur 8: Invloed van waterdruk op werktijd (min/hok) voor het reinigen van afdelingen met een debiet van 16 l/min

Figure 8: Effect of water pressure (1 atm = 14.7 Psi) on working time (min/pen) for pressure cleaning with a 16 L/min flow rate



Er zijn op basis van deze waarnemingen geen verschillen aangetoond tussen het waterverbruik voor het reinigen met 60 atmosfeer en voor het reinigen met 120 atmosfeer. Zelfs in de vleesvarkensafdelin-

gen is er geen significant verschil aangetoond ($p = 0,09$). Er zijn geen significante verschillen aangetoond tussen de werktijden voor het reinigen met 60 atmosfeer en voor het reinigen met 120 atmosfeer.

4.2.2.2 Vergelijking van waterdruk en debiet

Op het Varkensproefbedrijf in Sterksel zijn de afdelingen binnen één afdelingstype (bijvoorbeeld kraamafdelingen) duidelijk verschillend. Bij het indelen van de proefbehandelingen over de afdelingen is hiermee rekening gehouden, evenals bij de verwerking van de gegevens (zie paragraaf 3.4). De onderzoeksresultaten van dit onderzoek worden per afdelingstype in een figuur weergegeven. Bijlage 7 bevat tabellen met gemiddelde waarden en spreiding.

kraamafdelingen

De resultaten van de vijf behandelingen zijn weergegeven in figuur 9. Met letters (a, b, c, d) is aangegeven welke resultaten verschillend zijn. De gemiddelden en de spreiding zijn vermeld in tabel 7.1 van bijlage 7. Bij een constant debiet zijn er geen verschillen in waterverbruik of werktijd tussen reinigen met 120 atmosfeer en met 60 atmosfeer. Wanneer het debiet groter wordt neemt de werktijd lineair af ($p < 0,005$) en het waterverbruik lineair toe ($p < 0,001$).

biggenopfokafdelingen

Het effect van de proefbehandelingen is weergegeven in figuur 10. Met letters (a, b) is aangegeven welke resultaten verschillend zijn. De gemiddelden en de spreiding zijn vermeld in tabel 7.2 van bijlage 7. Uit figuur 10 blijkt dat er in de afdelingen

voor gespeende biggen geen verschil is in het waterverbruik wanneer er wordt gereinigd met 60 of met 120 atmosfeer en het debiet daarbij constant blijft. Wanneer de waterdruk constant blijft en het debiet toeneemt, blijkt er echter een lineair verband te zijn tussen het debiet en het waterverbruik ($p = 0,01$). Er zijn geen significante verschillen in werktijd aangetoond.

Vleesvarkensafdelingen

Het effect van de proefbehandelingen in de vleesvarkensafdelingen is weergegeven in figuur 11. Met letters (a, b, c) is aangegeven welke resultaten verschillend zijn. De gemiddelden en de spreiding zijn vermeld in tabel 7.3 van bijlage 7.

Ook hier zijn er geen significante verschillen in waterverbruik en in werktijd aangetoond tussen reinigen met 60 atmosfeer of met 120 atmosfeer, waarbij het debiet gelijk wordt gehouden (16 l/min).

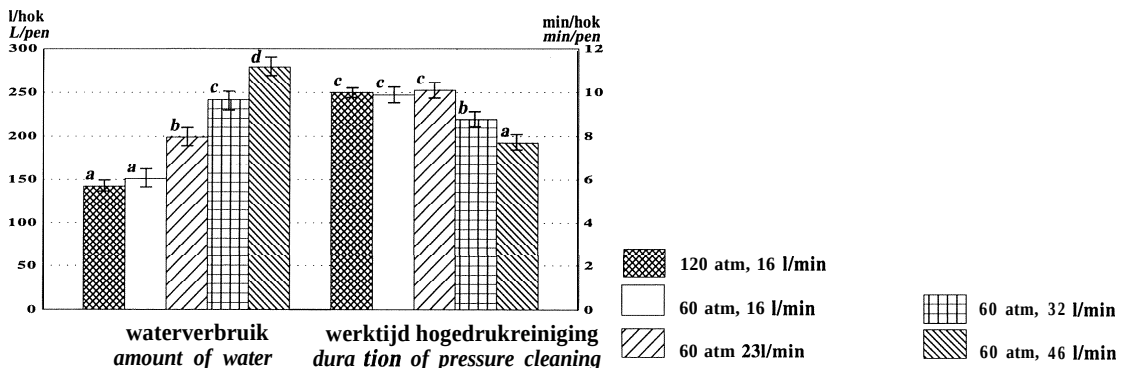
Wanneer de waterdruk constant wordt gehouden en het debiet toeneemt, wordt het waterverbruik groter. Er is geen lineair verband gevonden tussen debiet en waterverbruik. Dit is wel het geval met de werktijd: wanneer het debiet groter wordt neemt de werktijd lineair af.

4.2.3 Vergelijking van soorten nozzles

Dit deelonderzoek is uitgevoerd op het Varkensproefbedrijf "Zuid- en West-

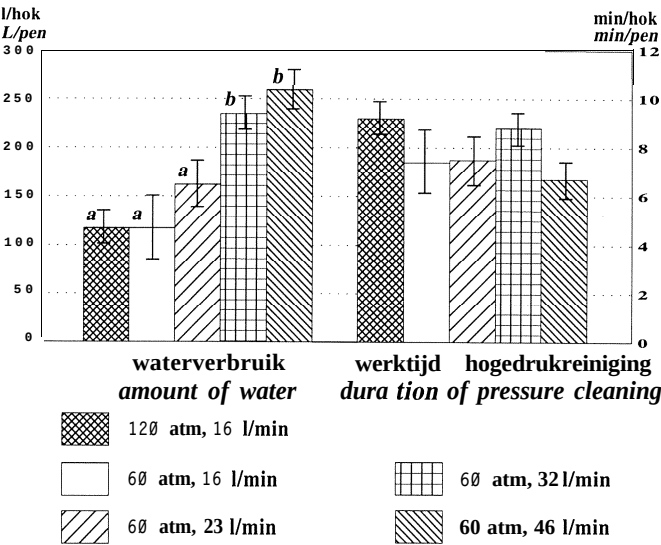
Figuur 9: Invloed van waterdruk en debiet op waterverbruik (l/hok) en werktijd (min/hok) voor het reinigen van kraamafdelingen

Figure 9: Effect of water pressure (120 atm = 1765 Psi, 60 atm = 880 Psi) and flow rate on working time (min/pen) and water usage (L/pen) for pressure cleaning of farrowing pens



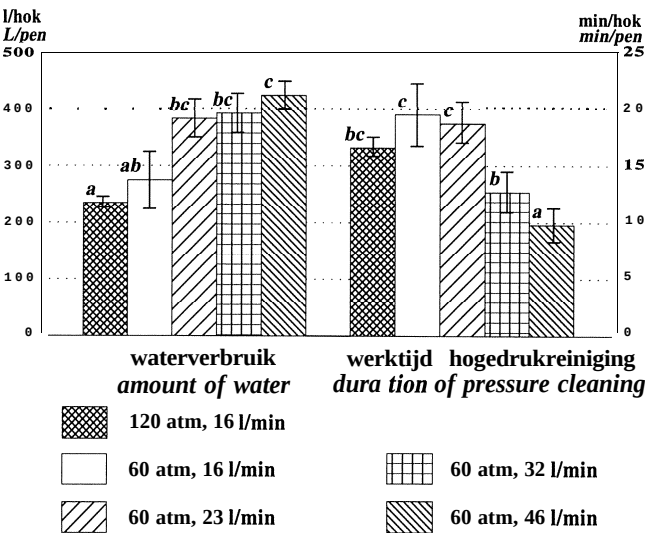
Figuur 10: Invloed van waterdruk en debiet op waterverbruik (l/min) en werktijd (min/hok) voor het reinigen van biggenopfokafdelingen

Figure 10: Effect of water pressure (120 atm = 1765 Psi, 60 atm = 880 Psi) and flow rate on working time (min/pen) and water usage (L/pen) for pressure cleaning of pens in nursery rooms



Figuur 11: Invloed van waterdruk en debiet op waterverbruik (l/hok) en werktijd (min/hok) voor het reinigen van vleesvarkensafdelingen

Figure 11: Effect of water pressure (120 atm = 1765 Psi, 60 atm = 880 Psi) and flow rate on water usage (L/pen) and working time (min/pen) for pressure cleaning in pens for fattening pigs



Nederland". Van de verschillende proefbehandelingen zijn slechts enkele herhalingen uitgevoerd. Het was niet mogelijk om de proef voort te zetten tot er voldoende herhalingen beschikbaar waren.

Door het geringe aantal herhalingen kunnen van de vergelijking van verschillende soorten nozzles per afdelingstype alleen tendensen worden weergegeven. In deze paragraaf worden deze tendensen genoemd; de gemiddelden en de spreiding per proefbehandeling zijn vermeld in bijlage 8. Omdat een type nozzle op vermeerderingsbedrijven zowel in de kraam- als in de biggenopfokafdelingen gebruikt zal worden zijn de gegevens ook verwerkt voor vermeerderingsbedrijven als geheel. Ook de resultaten van deze analyse staan in bijlage 8.

In de kraamafdelingen is geen effect waargenomen van de roterende nozzle op de hoeveelheid water voor het reinigen en de werktijd. De turbo-nozzle lijkt op beide een gunstige invloed te hebben, maar er is geen sprake van significante verschillen.

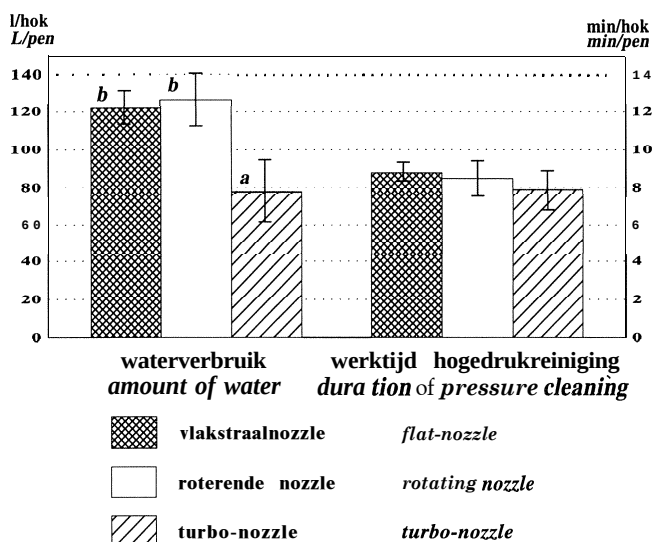
In de biggenopfokafdelingen is er geen verschil in werktijd vastgesteld. Het waterverbruik lijkt in deze afdelingen het kleinst bij gebruik van de turbo-nozzle, maar dit verschil is niet significant.

Wanneer de waarnemingen in de kraamafdelingen en de biggenopfokafdelingen worden samengevoegd blijkt, rekening houdend met het afdelingstype, dat het waterverbruik op vermeerderingsbedrijven bij gebruik van de turbo-nozzle significant lager is dan bij gebruik van de vlakstraal-nozzle of de roterende nozzle (zie figuur 12). Het verschil in benodigde werktijd wijst in dezelfde richting, maar is niet significant.

In de vleesvarkensafdelingen is er alleen in afdelingen met halfroostervloer tweemaal gereinigd met de roterende nozzle en zevenmaal met een vlakstraalnozzle. Bij deze beperkte vergelijking is geen verschil gevonden.

Figuur 12: Invloed van het type nozzle op waterverbruik (l/hok) en werktijd (min/hok) voor het met 120 atm reinigen van afdelingen op vermeerderingsbedrijven

Figure 12: In fluence of nozzle type on water usage (L/pen) and working time (min/pen) for pressure cleaning with 1765 Psi on multiplying farms



5 DISCUSSIE DISCUSSION

5.1 Bedrijfsewaringen

Hoewel langdurig inweken met een vaste inweekinstallatie weinig extra arbeid kost moet er bij de werkorganisatie rekening mee worden gehouden dat de afdeling langer "bezet" is voor het inweken en reinigen. In een aantal gevallen blijkt het bezwaarlijk te zijn dat een afdeling een halve dag moet inweken voordat er met het reinigen kan worden begonnen. Het is dan organisatorisch gemakkelijker om (korter) in te weken met schuim of om zelfs direct na het natmaken van de afdeling te beginnen met reinigen.

De arbeidsomstandigheden tijdens het reinigen met een hogedrukreiniger zijn doorgaans slecht.

Het tegenhouden van de spuitlans veroorzaakt een statische belasting van de armen en rugspieren. Naarmate de waterdruk hoger en het debiet groter zijn, is de statische belasting zwaarder.

Bovendien is er te veel lawaai. Tijdens het werken met een mobiele pomp en 120 atm zijn er op het Proefstation equivalente geluidsniveaus van 86 tot 92 dB(A) gemeten. Bij het gebruik van een centrale pomp was het equivalente geluidsniveau 4 dB(A) lager (dit is minder dan de helft). Bij een druk van 60 atm was het equivalente geluidsniveau tijdens het reinigen met een vlakstraalnozzle 79 dB(A). Bij hogere geluidsniveaus kan gehoorschade optreden; 80 dB(A) wordt beschouwd als een veilige grens. Elke 3 dB(A) extra komt overeen met een verdubbeling van de geluidsdosis. Equivalente geluidsniveaus van meer dan 85 dB(A) mogen eigenlijk niet voorkomen (Arbeidsinspectie, 1987). Als dit onvermijdelijk is mag men gemiddeld 15 minuten per dag worden blootgesteld aan een geluidsniveau van 95 dB(A), als de overige geluidsbelasting minder dan 80 dB(A) bedraagt. Op veel bedrijven is de tijd die gemiddeld per dag aan reinigen wordt besteed langer. Naar verwachting zal het geluidsniveau bij een lagere waterdruk nog wat verder afnemen. Overigens moeten



Arbeidsomstandigheden tijdens reinigen met de hogedrukspuit: nat, koud, lawaai en fysieke belasting. Persoonlijke beschermingsmiddelen zijn daarom noodzakelijk

Working circumstances during high pressure cleaning: wet, cold, noise and physical load. Personal protection is necessary.

werkgevers al bij geluidsniveaus van 80 dB(A) gehoorbeschermingsmiddelen beschikbaar stellen, omdat dan al schade aan het gehoor op kan treden (Arbeidsinspectie, 1987).

Tenslotte dient vermeld te worden dat kleine waterdruppels, vooral als ze zijn vervuild met mestdeeltjes, schade aan de longen kunnen veroorzaken. Hiernaar zijn geen metingen verricht, maar het is te verwachten dat er bij reinigen met een hogere waterdruk meer van dergelijke waterdruppels in de lucht komen dan bij een lagere waterdruk. De bedrijfservaringen leren dat de nozzles invloed hebben op de arbeidsomstandigheden, met name op de hoeveelheid lawaai en op de tegendruk. Tevens blijkt dat niet

iedereen dezelfde voorkeur heeft. Aspecten met betrekking tot arbeidsomstandigheden die worden genoemd zijn: de hoeveelheid lawaai, de tegendruk, het snijden door de mestkoek en het opspatten van water wanneer er in een hoek wordt gespoten,

Tijdens het onderzoek is de mate van beschadiging van de stalinrichting niet bepaald. Dit was ook niet mogelijk, omdat de afdelingen telkens volgens een andere methode werden gereinigd. De levensduur van de stalinrichting wordt negatief beïnvloed door mechanische beschadigingen en door roestvorming van metalen onderdelen.

In het algemeen kunnen inweek- en reinigingsmiddelen metalen onderdelen van de stalinrichting aantasten door roestvorming. Moderne middelen bevatten echter zogenaamde corrosie-inhibitoren, die de metalen hiertegen beschermen. Aangezien schuimende inweekmiddelen meestal dezelfde actieve bestanddelen hebben als andere inweekmiddelen (van hetzelfde merk) zal de roestvorming op metalen door schuimende en niet-schuimende inweekmiddelen waarschijnlijk niet veel verschillen. Bij gebruik volgens de voorschriften zal de mate van roestvorming acceptabel zijn.

De mechanische beschadiging neemt toe naarmate de kracht van de waterstraal op het oppervlak toeneemt. Onderdelen van de stalinrichting, maar vooral ook betonnen (rooster-) vloeren en wanden kunnen beschadigd worden. De oppervlakken worden dan ruw, waardoor de biggen of de varkens huidbeschadigingen kunnen oplopen. Bovendien is het ruwe oppervlak na een volgende ronde nog moeilijker te reinigen. Algemeen wordt aangenomen dat een hogere waterdruk meer kans op beschadiging geeft dan een lagere druk, het is echter niet bekend of ook een hoger debiet leidt tot meer beschadiging.

Reinigen met een lagere waterdruk heeft ook nadelen. Voor het reinigen van sterk bevuilde delen (zoals troggen voor brijvoeding) is bij het reinigen met 60 atmosfeer behoefte aan tijdelijk extra waterdruk. Wanneer er maar 60 atmosfeer beschikbaar is worden de troggen naar het gevoel van de diervverzorgers niet zo goed schoon en blijft

er meer vuil water in achter dan wanneer ze met 120 atmosfeer worden gereinigd.

5.2 Invloeden op waterverbruik en werktijd

Bij de analyse van de resultaten bleek dat het waterverbruik en de werktijd in de hokken met halfroostervloeren hoger waren dan in de hokken met volledig roostervloeren. Daarom is er op basis van de beschikbare gegevens een vergelijking gemaakt tussen het reinigen van afdelingen met halfroostervloeren en afdelingen met volledig roostervloeren. Gegevens zijn gebruikt van het reinigen waarbij de hokken zijn natgemaakt met een inweekmiddel en direct daarna zijn gereinigd met 120 atmosfeer en 16 l/min. Het resultaat van de vergelijking staat in bijlage 9.

Behalve in de kraamafdelingen is er een significant verschil in waterverbruik en werktijd tussen afdelingen met halfroostervloeren en met volledig roostervloeren. De hokken met volledig roostervloeren zijn gemakkelijker te reinigen dan die met halfroostervloeren. Gedeeltelijk wordt dit veroorzaakt doordat biggenopfokhokken met halfroostervloeren in het algemeen ongeveer 25% groter zijn, en vleesvarkenshokken met halfroostervloeren circa 15% groter zijn dan met volledig roostervloeren. Waarschijnlijk zal ook het vloertype een rol spelen, omdat er in hokken met halfroostervloeren meer hokbevuiling voorkomt dan in hokken met volledig roostervloeren, en de verschillen groter lijken naarmate de hokken meer bevuild zijn.

Inweken

Uit de resultaten blijkt dat er voor het langdurig inweken met inweekinstallaties niet veel meer dan 10 l water per hok mag worden gebruikt, tenzij dit water grotendeels verdampt en daardoor niet in de mest terecht komt. Een eventuele besparing van water ten behoeve van het reinigen wordt anders al snel teniet gedaan door de extra hoeveelheid inweekwater. In het onderzoek is niet vastgesteld hoeveel van het inweekwater opgenomen wordt door de aanwezige hokbevuiling en hoeveel er verdampt, maar omdat de ventilatoren zijn uitgeschakeld tijdens het inweken zal dit waarschijnlijk niet veel zijn geweest.

Op vermeerderingsbedrijven (kraam- en vleesvarkensafdelingen) kost het reinigen inclusief langdurig inweken met de onderzochte inweekinstallaties meer water dan reinigen inclusief natmaken met een alkalisch inweekmiddel of inweken met een schuimmiddel. De werktijd neemt hierbij niet af ten opzichte van de werktijd voor het reinigen, direct na natmaken met een inweekmiddel. Op vermeerderingsbedrijven is het natmaken met een inweekmiddel en direct daarna reinigen dus de meest aantrekkelijke inweekmethode.

Ook in de vleesvarkensafdelingen zijn er geen significante verschillen gevonden in de werktijden voor het reinigen na de verschillende inweekmethoden. De gemeten werktijden zijn het kortst na 2,5 uur inweken met een inweekmiddel of na 0,5 uur inweken met een schuimmiddel. Dit stemt overeen met het wat geringere waterverbruik voor het reinigen na deze inweekmethoden, waarbij alleen het waterverbruik voor het reinigen na inweken met een schuimmiddel significant lager is dan voor het reinigen na de andere inweekmethoden. Ook het totale waterverbruik is het laagst na 0,5 uur inweken met een schuimmiddel.

Volgens de Werkgroep Stal hygiëne (1974) nemen waterverbruik en werktijd af wanneer er met zuiver water tot 3,5 uur wordt ingeweekt en heeft langer inweken weinig nut (zie tabel 1). Op het Varkensproefbedrijf zijn ter oriëntatie enkele vleesvarkensafdelingen gereinigd na 9 uur inweken met inweekinstallatie 1 (zuiver water). Ook hieruit kon niet worden geconcludeerd dat de werktijd voor het reinigen na 9 uur inweken korter is dan na 4 uur inweken.

Uit het huidige onderzoek (zie figuur 4 en 6) blijkt dat het waterverbruik na natmaken met een inweekmiddel en direct daarna reinigen of na 0,5 uur inweken met een schuimmiddel kleiner is dan na 4 uur inweken met water. (Hierbij moet worden bedacht dat alleen de eerste hokken zeer kort ingeweekt worden, want tijdens het reinigen van de eerste hokken loopt de inweektijd van de overige hokken door.) Met betrekking tot de werktijden zijn er geen significante verschillen gevonden, maar lijkt de werktijd na 2,5 uur inweken met een inweekmiddel korter dan na 4 uur inweken met zuiver water. Dit

wijst erop dat inweken met inweekmiddelen effectiever is dan inweken met zuiver water. Het is echter ook mogelijk dat de afdeling tijdens de inweekperiode is opgedroogd. Tussen de perioden dat er gedurende 2 minuten water werd versproeid zaten immers intervallen van 30 minuten zonder sproeien. In een reportage over een praktijkbedrijf waar inweekinstallatie 1 wordt gebruikt geeft Kersten (1989) aan dat de reinigingstijd en het waterverbruik sterk afnemen wanneer er met deze installatie gedurende 4 uur water wordt versproeid met intervallen van ongeveer 20 minuten, en in de zomer met nog kortere intervallen. Bij een eventuele herhaling van dit deelonderzoek moet hiermee rekening worden gehouden, en moeten zonodig de intervallen worden aangepast.

Druk en debiet

In het onderzoek is geen invloed aangetoond van de waterdruk (60 of 120 atmosfeer) op het waterverbruik en de werktijd, wanneer het debiet constant wordt gehouden op 16 l/min. Het niet aan kunnen tonen van een verschil sluit echter niet uit dat er toch een verschil is. Vooral van het reinigen van vleesvarkensafdelingen zijn er erg weinig herhalingen (zie bijlage 6 en 7). Het is dus wel mogelijk dat, met name in de vleesvarkensafdelingen, verhogen van de waterdruk van 60 naar 120 atmosfeer wel invloed heeft op het waterverbruik of de werktijd, maar dat dit alleen met meer herhalingen kan worden aangetoond.

Verder moet hier onderscheid gemaakt worden tussen de waterdruk bij de pomp en de waterdruk bij de nozzle. Door drukverlies in de (centrale) leidingen zal de waterdruk bij de nozzles wat lager geweest zijn dan 60 of 120 atmosfeer. Omdat dit geldt voor alle proefbehandelingen zullen de behandelingseffecten hier niet door beïnvloed zijn, maar week de druk bij de nozzle enigszins af van de vermelde druk.

Uit de resultaten van het Varkensproefbedrijf blijkt dat bij een toenemend debiet het waterverbruik toeneemt en de werktijd afneemt. Het effect dat de Werkgroep Stalhygiëne (1974) heeft beschreven voor debieten van 4 tot 20 l/min geldt dus ook voor debieten van 16 tot 46 l/min. In de

meeste gevallen is er een lineair verband aangetoond. Alleen in de afdelingen voor gespeende biggen is geen verschil in werktijd aangetoond. Hier speelt het kleine aantal herhalingen echter een rol en waarschijnlijk zou het lineaire verband tussen enerzijds debiet en anderzijds waterverbruik en werktijd bij meer herhalingen ook hier worden aangetoond.

Nozzles

Bij het onderzoek naar het effect van verschillende typen nozzles op waterverbruik en werktijd zijn onvoldoende herhalingen gerealiseerd om conclusies te kunnen trekken voor de afzonderlijke typen afdelingen. Het waterverbruik voor het reinigen op vermeerderingsbedrijven als geheel (kraam- en biggenopfokafdelingen) is significant lager bij gebruik van de turbo-nozzle dan bij de andere typen nozzles. Er is geen significant verschil in werktijd vastgesteld.

Uit het literatuuronderzoek is gebleken dat een toenemende afstand tussen de nozzle en het te reinigen oppervlak een negatieve invloed heeft op de "opspuitdruk". Bij het gebruik van vlakstraalnozzles neemt het oppervlak dat wordt gereinigd toe bij een grotere afstand. Daarom moet een compromis worden gezocht tussen een grote opspuitdruk en een groot oppervlak. Doorgaans wordt aanbevolen om ongeveer 10 tot 20 cm afstand aan te houden. De optimale afstand hangt echter af van diverse factoren, zoals hokbevuiling, waterdruk, debiet en type nozzle. Zo behoudt de turbo-nozzle zijn reinigingskracht over een grotere afstand dan de vlakstraalnozzle (bijlage 4). Het lijkt daarom niet zinvol om een algemene spuitafstand te adviseren. Bovendien zal men in de praktijk vanzelf de juiste spuitafstand hanteren, omdat men tijdens het reinigen voortdurend zoekt naar het juiste compromis tussen reinigingskracht en oppervlak.

5.3 Economische evaluatie van verschillen in waterverbruik en werktijd

In deze paragraaf is voor vleesvarkensbedrijven berekend hoe duur alternatieve inweekmethoden mogen zijn ten opzichte van natmaken met een inweekmiddel en direct daarna reinigen. Voor vermeerde-

rings- en vleesvarkensbedrijven is berekend in welke gevallen het voordeel van een kortere werktijd bij reinigen met een hoger debiet opweegt tegen de hogere water- en mestafzetkosten.

De resultaten van deze berekeningen zijn sterk afhankelijk van de uitgangspunten en van de bedrijfssituatie. Daarom zijn eerst de uitgangspunten weergegeven en wordt er nadrukkelijk op gewezen dat de gepresenteerde uitkomsten geen algemene geldigheid hebben. Om tot een goede beslissing te komen moet de berekening aangepast worden aan de situatie op het individuele bedrijf. De in deze paragraaf weergegeven berekening kan hierbij als voorbeeld dienen

Uitgangspunten

Bezettingsduur van de afdeling

Bij het berekenen van de kosten van een langere werktijd of een hoger waterverbruik voor het reinigen van een afdeling is de bezettingsduur van de afdelingen van belang. Hiervan is namelijk het aantal ronden per jaar, en daarmee het aantal reinigingsbeurten per jaar, afhankelijk. Er is gerekend met 6 weken per ronde in de kraamafdelingen (8,5 ronden per jaar), 7 weken per ronde in de biggenopfokafdelingen (7,5 ronden per jaar) en 17 weken per ronde voor de vleesvarkens (3,1 ronden per jaar). Verder is er gerekend met 8 vleesvarkens per hok en is het bedrijf (in verband met mestafzetkosten) gevestigd in het zuiden van het land.

Arbeidskosten

Volgens het KWIN (IKC, 1993) bedragen de normatieve loonkosten voor vaste werknemers in de varkenshouderij (functieklasse IV) f 29,92 per uur. Of dit uurtarief ook berekend moet worden, is afhankelijk van het arbeidsaanbod op het bedrijf. Bij een arbeidsoverschot is een lager tarief redelijk. In de berekening wordt echter met het uurtarief van f 29,92 gerekend.

Kosten van water in de mest

De extra kosten bestaan onder andere uit waterkosten, extra opslagcapaciteit voor mest, extra mestafzet- of uitrijdkosten en minder kwaliteitskorting.

Volgens KWIN (IKC, 1993) zijn er grote regionale verschillen in de prijzen voor water. De uiterste prijzen zijn f 0,78 per m³ in Utrecht en f 1,90 per m³ in Zuid Holland. In de berekening wordt uitgegaan van de gemiddelde prijs in Nederland: f 1,20 per m³.

De kosten van extra opslagcapaciteit zijn afhankelijk van het opslagsysteem en van de gewenste capaciteit. Een mestilo zonder heifundering met een inhoud 500 m³ kost gemiddeld f 85,= per m³, een silo van 1000 m³ kost f 65,= per m³ (IKC, 1993). Omdat de meerkosten van extra waterverbruik berekend moeten worden, zijn de kosten van een overkapping niet meegenomen en er wordt gerekend met de investering voor silo's van 1000 m³. De jaarkosten bestaan uit 5% afschrijving, 2,5% onderhoud en verzekering alsmede 8,2% rente over het gemiddeld geïnvesteerde vermogen (IKC, 1993). Dit is in totaal f 7,54 per m³ opslagcapaciteit. Wanneer wordt aangenomen dat (in de toekomst) de meeste bedrijven voor vrijwel een heel jaar opslagcapaciteit moeten hebben, dan kan deze prijs worden gebruikt als de kostprijs voor extra mestopslag.

De kosten van afvoer van de mest zijn afhankelijk van de bedrijfsomstandigheden. Het in de regio uitrijden van de mest door de loonwerker kost f 4,50 (IKC, 1993). De kosten van afvoer over grote afstanden via de Mestbank zijn afhankelijk van de mestkwaliteit. In bijlage 10 worden de tarieven weergegeven. Zeugenmest heeft een zeer laag droge-stofpercentage, zodat deze mest moet worden afgezet tegen dagprijzen. Daarom wordt aangenomen dat deze kan worden afgezet tegen f 4,50 per m³ (uitrijdkosten op het eigen bedrijf) tot f 20,00 per m³ (afzet naar derden). Vleesvarkens produceren volgens Aarnink en Van Ouwerkerk (1990) bij het gebruik van brijbakken 1,17 m³ mest per jaar met 11,3% droge stof. Hiervoor moet in 1993 f 4,50 tot f 14,00 per m³ worden betaald (IKC, 1993 en Stichting Landelijke Mestbank, 1993). Wanneer er per varkensplaats 10 l extra (schoonmaak-)water aan de mest wordt toegevoegd neemt het droge-stofpercentage met 0,1% af. Dit heeft nog geen gevolgen voor de kwaliteitspremie. Wanneer er meer dan 40 l water per varkensplaats per jaar bij komt daalt de premie echter met f 1,50 per m³.

De premie neemt pas toe met f 0,50 per m³ wanneer er tenminste 70 l water per varkensplaats per jaar minder in de mest komt. Hierbij dient opgemerkt te worden dat de kwaliteitspremieregeling momenteel wordt afgebouwd en in 1995 niet meer zal bestaan. De verwachting is echter dat er dan wel alternatieve regelingen zullen bestaan om de productie van kwalitatief betere mest te stimuleren.

Kosten- en batenanalyse van inweekmethoden

Omdat in paragraaf 5.2 is vastgesteld dat het toepassen van andere inweekmethoden dan het natmaken met een inweekmiddel en direct daarna reinigen alleen zinvol is in afdelingen voor vleesvarkens is de kosten- en batenanalyse gericht op vleesvarkensbedrijven.

Bij de vergelijking van inweekmethoden zijn verschillen vastgesteld in waterverbruik en is er geen significant verschil in arbeidsbehoefte gevonden. Daarom wordt de kosten- en batenanalyse hier beperkt tot het effect op het waterverbruik, en de gevolgen hiervan voor de mestkosten.

Voor het reinigen inclusief inweken met de onderzochte inweekinstallaties (4 uur inweken met zuiver water of 2,5 uur inweken met een inweekmiddel) was in de beschreven proefopzet meer water nodig dan voor natmaken met een inweekmiddel en direct daarna reinigen. Daarom zijn deze methoden financieel niet aantrekkelijk. Derhalve wordt alleen een vergelijking gemaakt tussen enerzijds inweken met een inweekmiddel en direct daarna reinigen en anderzijds 0,5 uur inweken met een schuimmiddel en daarna reinigen.

Het verschil in waterverbruik is 80 l/hok per reinigingsbeurt, dat is 248 l per hok per jaar. Bij 8 dieren per hok komt dit overeen met 31 liter per varkensplaats per jaar. Het droge-stofpercentage van de mest (1,17 m³) stijgt daardoor van 11,3% naar 11,6%. Dit heeft volgens de Kwaliteitspremieregeling van de Mestbank (bijlage 10) geen gevolgen voor de kwaliteitspremie.

De besparingen reinigingsbeurt per hok (met 8 vleesvarkens) zijn dan als volgt opgebouwd:

* water	: 80 liter x f 1,20 per m ³	f 0,10
* opslagcap.	: 80 liter x f 7,54 per m ³	f 0,60

- | | | |
|-----------------|---|---------------------------|
| * afzetkosten | : | |
| - eigen bedrijf | : | 80 liter x f 4,50 |
| | | per m ³ f 0,36 |
| - grote afstand | : | 80 liter x f 14,= |
| | | per m ³ f 1,12 |

De totale besparingen zijn dan $f1,06$ (Mestafzet tegen loonwerkkosten op het eigen bedrijf of in de regio) tot $f1,82$ (afvoer via de mestbank) per ronde per hok voor 8 varkens. Bij de beschreven uitgangspunten mogen de meerkosten van het inwerken met een schuimmiddel ten opzichte van natmaken met een soortgelijk, maar niet schuimend inweekmiddel niet hoger zijn dan de berekende bedragen.

Een eventuele besparing op de hoeveelheid arbeid, die in dit onderzoek niet significant was en die ook zou kunnen optreden bij andere inweekmethoden, is hier buiten beschouwing gelaten. Hetzelfde geldt voor eventuele organisatorische nadelen van het inweken ten opzichte van direct beginnen met reinigen.

Kosten- en batenanalyse van verschillen in waterdruk en debiet

Wanneer bij een constante waterdruk van 60 atmosfeer het debiet wordt verhoogd neemt de werktijd af, maar neemt het waterverbruik toe. Deze toename van het waterverbruik resulteert in een grotere hoeveelheid mest. Bij een economische evaluatie moet er dus een afweging gemaakt worden tussen arbeidskosten en mestkosten.

Omdat er in vrijwel alle gevallen een lineair verband is aangetoond tussen debiet (onafhankelijke variabele) en waterverbruik en werktijd (afhankelijke variabelen) is door middel van regressie-analyse berekend wat de relatie is tussen deze variabelen. Op basis van de berekende constanten en regressie-coëfficiënten is een meer betrouwbaar verschil in waterverbruik en werktijd bij reinigen met 60 atm en 16 l/min of 46 l/min berekend dan uit bijlage 7 kan worden afgelezen. Deze berekening is weergegeven in bijlage 11.

De berekende verschillen in werktijd zijn 2,5 minuten (kraamhok), 0,5 minuten (biggenopfokhok) en 10,5 (vleesvarkenshok) per hok per ronde, ten gunste van het reini-

gen met 46 l/min. Bij een uurtarief van **f** 29,92 per uur betekenen deze verschillen in werktijd een voordeel van respectievelijk **f** 1,25, **f** 0,25 en **f** 5,24 per hok per ronde. Per jaar bedraagt de besparing op arbeidskosten respectievelijk **f** 10,63, **f** 1,87 en **f** 16,23 per hok.

De extra hoeveelheid water die gebruikt wordt bij het reinigen met 46 l/min komt in de mest terecht. Het extra waterverbruik per ronde bedraagt in de kraamafdelingen 116 l/hok, in de biggenopfokafdelingen 145 l/hok en in de vleesvarkensafdelingen 127 l/hok. Hierdoor worden extra kosten veroorzaakt voor water, mestopslag en mestafzet.

Voor vleesvarkensmest kan door dit extra water bovendien de kwaliteitspremie lager worden. Zoals eerder in deze paragraaf is berekend, verandert de kwaliteitspremie onder de beschreven uitgangspunten wanneer er meer dan 40 liter water per varkensplaats per jaar in de mest komt. De berekende 127 l/hok komt overeen met 49 liter per varkensplaats per jaar. Het droge-stofpercentage komt dan onder de 11%, zodat de kwaliteitspremie afneemt van f 5,50/m³ naar **f 4,00/m³**. De mestafzetkosten bij reinigen met 16 l/min zijn 8 varkens * 1,17 m³ * (f 19,50 - **f 5,50**) = **f 131,04** per hok per jaar. Bij reinigen met 46 l/min bedragen de kosten voor mestafzet via de mestbank 8 * (1,17 + 0,049) * (f 19,50 - **f 4,00**) = **f 151,13** per hok per jaar. Het verschil is **f 20,08**. Deze extra mestkosten zijn alleen relevant wanneer de mest wordt afgezet via de mestbank.

Tabel 6 geeft een totaaloverzicht van de extra kosten voor reinigen met 60 atm en 46 l/min ten opzichte van reinigen met 60 atm en 16 l/min.

Uit tabel 6 blijkt dat het op vermeerderingsbedrijven niet aantrekkelijk is om het debiet van de hogedrukreiniger te verhogen. Bij de biggenopfokafdelingen is de besparing op de arbeidstijd waarschijnlijk onderschat, wat gezien de lage R^2 in bijlage 11 goed mogelijk lijkt. De totale extra kosten zijn echter zo hoog dat een grotere besparing op arbeid de conclusie niet zal veranderen.

Voor vleesvarkensbedrijven kan het onder de gestelde aannames financieel wel aantrekkelijk zijn om afdelingen te reinigen met 46 l/min in plaats van 16 l/min (beide met 60

6 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN *CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS*

Inweken

Het installeren van een inweekinstallatie is, ook al duurt het maar enkele minuten, een belemmering voor het gebruik. Als er een inweekinstallatie wordt aangeschaft is het daarom beter een volledige vaste inweekinstallatie te nemen, die met een druk op de knop wordt ingeschakeld.

Ook het kunnen inpassen van het inweken in de werkplanning is belangrijk. Dat het enkele uren duurt voordat de afdeling gereinigd kan worden is vaak bezwaarlijk. Mogelijk kan er door automatisch inweken gebruik gemaakt worden van "ongunstige tijden", bijvoorbeeld door 's nachts te beginnen met inweken. Anders kan met behulp van inweekmiddelen de inweekperiode worden verkort.

De resultaten van het onderzoek geven aan dat het voor vermeerderingsbedrijven niet zinvol is om andere (duurdere) inweekmethoden toe te passen dan natmaken met een inweekmiddel en direct daarna beginnen met reinigen.

Op vleesvarkensbedrijven kan de totale benodigde hoeveelheid water voor het reinigen worden beperkt door 0,5 uur in te weken met een schuimmiddel. Ook de werktijd voor het reinigen lijkt dan af te nemen, evenals na 2,5 uur inweken met een inweekmiddel (inweekinstallatie 2). Om eventuele significante verschillen in werktijd aan te tonen zijn er in dit onderzoek niet genoeg herhalingen gerealiseerd.

Bij langdurig inweken wordt er al gauw teveel water verbruikt voor het inweken. Het is niet bekend hoeveel van dit water er verdampt en hoeveel er door stof en mest wordt geabsorbeerd. Wanneer het water grotendeels verdampt, zijn de kosten van meer inweekwater beperkt. Het water komt dan niet in de mest terecht. Omdat tijdens het inweken de ventilatoren zijn stilgezet is in de berekeningen aangenomen dat er geen water is verdampt.

Druk en debiet

Er is in dit onderzoek in geen van de afdelingstypen een duidelijke invloed aange-

toond van het verhogen van de waterdruk van 60 naar 120 atmosfeer (constant debiet), op de benodigde werktijd en het waterverbruik voor het reinigen van alle afdelingstypen. Wel blijkt het in een aantal gevallen echter nuttig te zijn bij reinigen met 60 atm de waterdruk tijdelijk te kunnen verhogen. Bepaalde plaatsen (bijvoorbeeld sterk bevulde voertroggen) kunnen dan beter worden gereinigd. Wanneer er zou worden gekozen voor reinigen met een lage druk zou de apparatuur hiervoor moeten worden aangepast.

Reinigen met een lagere waterdruk heeft een aantal voordelen. Doorgaans is reinigen met 60 atmosfeer minder vermoeiend dan reinigen met 120 atmosfeer bij gelijk debiet. Bij een lagere waterdruk geeft de spuitlans minder tegendruk en afhankelijk van de gebruikte nozzle is er minder lawaai bij een lagere waterdruk. Bij gebruik van een vlakstraalnozzle en 60 atm waterdruk is het geluidsniveau zelfs lager dan 80 dB(A), de grens waarbeneden men bij een belasting gedurende 40 uur per week geen gehoor schade verwacht. Bij hogere geluidsniveaus dan 80 dB(A) moeten gehoorbeschermingsmiddelen aan werknemers beschikbaar gesteld worden. Tevens zullen bij een lagere waterdruk (rooster-) vloeren en stalinrichting minder snel beschadigd worden tijdens het reinigen.

In dit onderzoek is bij het reinigen met 60 atmosfeer het debiet stapsgewijs verhoogd van 16 l/min, wat in de praktijk gangbaar is, tot 46 l/min. Reinigen met een hoog debiet kost minder tijd, maar meer water dan reinigen met een laag debiet. Het verschil tussen besparingen en extra kosten bij reinigen met 46 l/min in plaats van 16 l/min (beide met 60 atmosfeer) is zodanig, dat het op vermeerderingsbedrijven vrijwel altijd economisch voordeliger is om te reinigen met het lage debiet (16 l/min).

Op sommige mestbedrijven zal de arbeidsbesparing bij reinigen met een groter debiet echter opwegen tegen de extra mestkosten. Vooral de arbeidskosten en de afzetkosten

van de mest bepalen welk debiet voordeliger is. Een bewuste keuze op basis van berekeningen is daarom op zijn plaats.

Nozzles

Tijdens het onderzoek naar nozzles zijn onvoldoende herhalingen gerealiseerd om verschillen per afdelingstype aan te kunnen tonen.

Op vermeerderingsbedrijven zal voor het reinigen van de kraam- en de biggenopfokafdelingen doorgaans dezelfde spuitlans en daarmee hetzelfde type nozzle worden gebruikt. Daarom zijn de waarnemingen in de kraamafdelingen en de biggenopfokafdelingen samengevoegd. Het waterverbruik bij reinigen met de turbo-nozzle is dan lager dan dat bij gebruik van de vlakstraal- of de roterende nozzle. Doordat kraam- en biggenopfokafdelingen relatief vaak gereinigd moeten worden is het gebruik van een turbo-nozzle om deze reden al snel economisch rendabel.

Met betrekking tot de arbeidsomstandigheden is de voorkeur voor een bepaald type nozzle op basis van arbeidsomstandigheden sterk persoonsafhankelijk. Verschillende aspecten zoals lawaai, tegendruk, opspatten van het water en het vermogen om door dikke lagen mest te "snijden" moeten tegen elkaar afgewogen worden. Mogelijk speelt ook de manier waarop men de spuitlans hanteert een rol bij deze beoordeling. Zo gaat de één snel heen en weer en vaker over hetzelfde oppervlak, terwijl de ander de spuitlans langzamer beweegt en minder vaak over hetzelfde oppervlak gaat.

Vloeruitvoering

Het reinigen van afdelingen met volledig roostervloeren gaat sneller en kost minder water dan het reinigen van afdelingen met halfrooster. Waarschijnlijk komt dit vooral doordat hokken met halfroostervloeren doorgaans groter zijn, maar wellicht speelt ook de grotere kans op hokbevuiling in hokken met een gedeelte dichte vloer een rol.

Vervolgonderzoek

Gezien de positieve resultaten in dit onderzoek dient het inweken met een schuimmiddel opnieuw beproefd te worden met meer herhalingen. Wanneer er opnieuw inweekinstallaties worden beproefd die langdurig

inweken moet onderzocht worden of afdelingen tijdens of na het inweken opdrogen. Zonodig moeten maatregelen worden getroffen om dit te voorkomen.

Het onderzoek naar de effecten van verschillende nozzles moet worden voortgezet. Hierbij moet de turbo-nozzle ook in afdelingen voor vleesvarkens worden ingezet.

Meer onderzoek naar een goede verhouding tussen waterdruk en debiet bij reinigen met een hogedrukreiniger bij verschillende waterdrukken is gewenst. Hierbij zou het debiet kunnen worden gevarieerd bij verschillende waterdrukken. Belangrijk zijn de vragen bij welke verhouding de werktijd minimaal is en bij welke verhouding het waterverbruik zo klein mogelijk is. Vooral bij toenemende waterdruk en debieten moet ook de belasting van de persoon die reinigt worden meegenomen. Mogelijk kunnen mechanische hulpmiddelen of automatisering de fysieke belasting verlagen.

Binnen het onderzoek moet overwogen worden of er geen objectieve criteria zijn om de kwaliteit van het reinigen te beoordelen in plaats van de "visueel-schoon"-eis. Na het desinfecteren kunnen micro-organismen op Rodac-plaatjes of Agar-schijfjes worden geteld. Deze methoden zijn echter niet geschikt om de kwaliteit van het reinigen te bepalen alvorens te desinfecteren.

Ook de invloed van de reinigingsmethode op de mate van hokbeschadiging verdient meer aandacht. De vraag in hoeverre het debiet hier invloed op heeft moet worden beantwoord.

Vervolgonderzoek zal tevens gericht zijn op de inrichting van de afdelingen. De invloeden van het gebruikte materiaal en van de constructies op de kwaliteit van het reinigen en op waterverbruik en werktijd zijn nog onvoldoende bekend.

De arbeidsomstandigheden tijdens het reinigen behoeven meer aandacht dan hieraan in het verleden is besteed. Aspecten die bij een vervolgonderzoek betrokken moeten worden zijn: het contact met chemicaliën en de eventuele risico's daarvan, de fysieke kracht die nodig is om de spuitlans tegen te houden, het lawaai tijdens het reinigen, het werken in een vochtige ruimte met een fijne nevel, het opspatten van het water en de relatie tussen waterdruk en de hoeveelheid nevel.

REFERENTIES

REFERENCES

Aarnink, A.J.A. en E.N.J. van Ouwerkerk 1990. *Model voor de berekening van het volume en de samenstelling van vleesvarkensmest (MESPRO)* IMAG, Rapport 229, Wageningen

Arbeidsinspectie, 1987. *Lawaai op de arbeidsplaats, algemeen* Publikatie P166-1, Voorburg

Bens, P.A.M., A. Thus, W.H.M. Baltussen en J. van Os 1991. *Structuur en Mestproblematiek op Varkensbedrijven* IKC-varkenshouderij en LEI, IKC publicatie nr. 17, Rosmalen

Gerni cleaning equipment, z.j. *Gebruiksaanwijzing Gerni- 175 (en brochures)* Denemarken

Henkel Nederland, z.j. *Hygiëne op de boerderij, P3-incu inweesysteem voor het reinigen van stal/en* Nieuwegein

Henkel Nederland, 1982. *Reinigen met hoge druk in open systemen* Notitie, z.p.

IKC-Veehouderij, 1993. *Kwantitatieve informatie veehouderij 1993- 1994* Informatie en Kennis Centrum Veehouderij, publikatie nr 6-93, Ede.

Kersten, S. 1989. *Centrale leiding voor inweken en reinigen* In: Agrarisch Dagblad, 12 augustus

Legters, W. 1988. *Kies hogedrukreiniger die bij het bedrijf past* In: Boer en Tuinder, 29 april 1988, blz. 58-59

Lotus Development Corporation, 1989. *Lotus 1-2-3 Versie 3.1* Cambridge

Pedersen, V. en O. Marcus 1983. *Undersøgelse af dyser for højtryksrensere* Jydsk Teknologisk Institut, onderzoeksverslag 6200-71302-4, Arhus

SAS Institute Inc., 1989. *SAS/STAT User's Guide, Version 6, Fourth Edition* Cary, NC, USA

Stichting Landelijke Mestbank, 1993. *Wijziging tarieven kwaliteitspremieringssysteem* Notitie 26/8230.00, Nijkerk

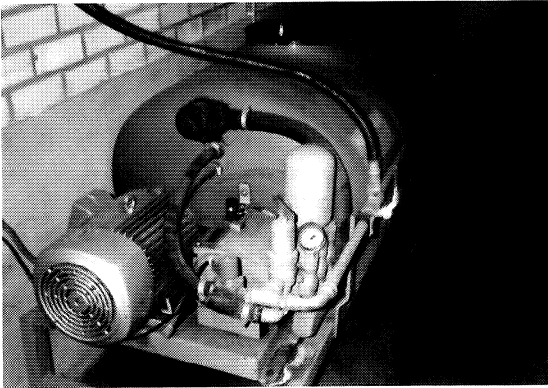
Werkgroep Stalhygiëne, 1974. *Stalhygiëne op mestvarkenshouderijbedrijven* CAD-boerderijbouw en -inrichting, Wageningen

BIJLAGEN APPENDICES

Bijlage 1: Omschrijving inweekinstallatie 1 (met zuiver water)

Appendix 1: Description of the soaking equipment using clean water

De inweekinstallatie waarmee met zuiver water is ingeweekt (Munckhof inweeksysteem) is een volautomatische en centraal opgestelde installatie met een vaste hogedrukleiding door de stallen. Met deze installatie (zie foto) wordt tevens gereinigd.



De vaste opstelling van inweek-
installatie 1

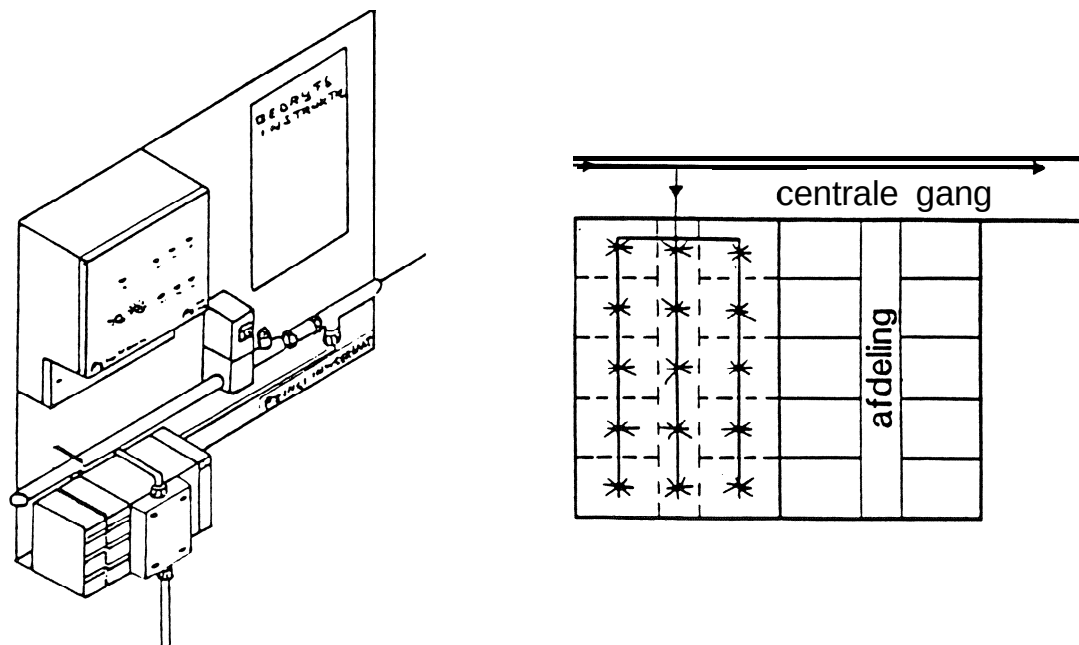
*The stationary set up of the soaking
equipment using clean water*

In plaats van de spuitlans wordt de inweekleiding, die in de afdeling wordt opgehangen, aangesloten op de hogedrukleiding. De installatie zorgt ervoor dat er door 4 sproei-ers per afdeling gedurende 4 uur elk half uur gedurende 2 minuten water in de afdeling wordt ver-neveld. De sproei-ers geven elk ongeveer 150 liter per uur (Kersten, 1989). Het water komt met hoge druk (40 tot 60 atm) uit de inweekinstallatie, waarbij een fijne nevel ontstaat. De wateropbrengst is afhankelijk van het aantal nozzles.

Bijlage 2: Omschrijving inweekinstallatie 2 (met inweekmiddel)
Appendix 2: Description of the soaking equipment using detergents

De inweekinstallatie waarbij met een inweekmiddel is gewerkt (P3-incI inweekstelsysteem) is een volautomatische en centraal opgestelde installatie, die inweekmiddel opzuigt uit een vat en dit doseert (zie figuur 2.1).

Figuur 2.1: Tekening inweekinstallatie 2
Figure 2.1 Drawing of soaking equipment 2



Het installeren bestaat uit het eventueel ophalen en ophangen van de inweekleidingen in de afdeling, aansluiten van de leidingen en het inschakelen van de automaat. Volgens de fabrikant vergt het installeren en afbreken van de apparatuur in totaal 10 minuten per afdeling. Het inweekprogramma begint met 3 minuten sproeien, 4 minuten pauze en vervolgens telkens 1 minuut sproeien en 4 minuten pauze, totdat er 2,5 uur voorbij is. De fabrikant geeft aan dat er op deze manier 510 liter water en 5 liter reinigingsmiddel per afdeling van 80 varkens nodig zijn voor het inweken. Dit zou door water- en tijdbesparing tijdens het reinigen ruimschoots terugverdiend worden.

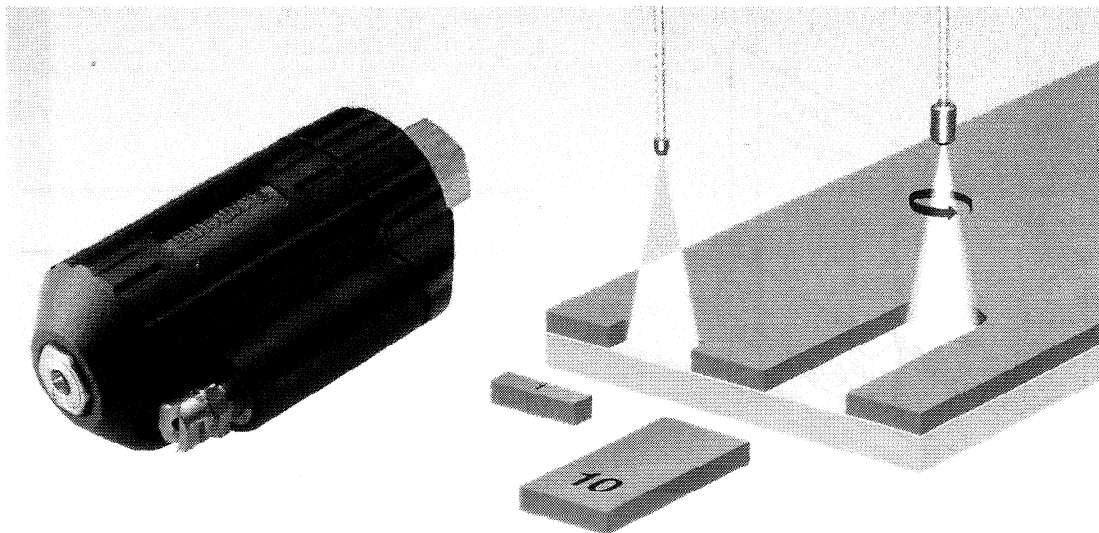
Bijlage 3: De werking van de roterende nozzle ("vuilfrees")

Appendix 3: The principle of the rotating nozzle ("vuilfrees")

In plaats van een normale nozzle kan een roterende nozzle, ook wel vuilfrees genoemd, op de spuitlans worden gemonteerd. De vuilfrees van Kärcher is gecombineerd met een vlakstraalnozzle (zie figuur 3.1) ●

Figuur 3.1: De werking van de roterende nozzle

Figure 3.1: The principle of the rotating nozzle



Volgens de fabrikant combineert de roterende nozzle de kracht van de rondstraalnozzle met de oppervlaktedekking van de vlakstraalnozzle. Hierdoor moet de reinigingskracht tienmaal zo groot zijn als die van een vlakstraalnozzle, wat vooral bij "vervuilingen die bestaan uit diverse lagen" een gunstige uitwerking moet hebben. De vuilfrees kan ook gebruikt worden voor het reinigen met warm water (tot 100°C), maar is in dit onderzoek, evenals de andere nozzles, gebruikt voor het reinigen met onverwarmd leidingwater.

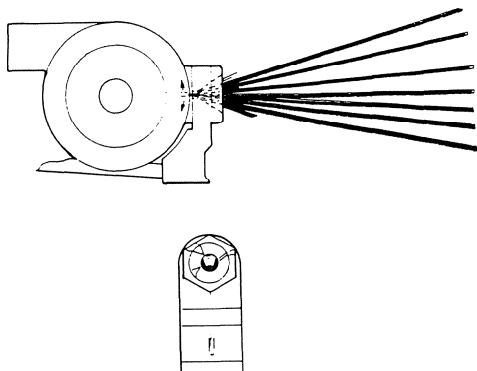
Bijlage 4: De werking van de "turbo-nozzle"
Appendix 4: The principle of the "turbo-nozzle"

Bij een hogedrukreiniger met "turbo-nozzle" zit er op de plaats van de nozzle een zogenaamde turbolans. Hierin zit een roterende spoel (met 50 tot 100 omwentelingen/sec) die ervoor moet zorgen dat er grotere waterdruppels uit de nozzle komen dan normaal, die bovendien een grotere snelheid moeten hebben. De waterstraal beweegt heen en weer, zodat het oppervlak dat wordt gereinigd vergelijkbaar is met dat van een vlakstraalnozzle (zie figuur 4.1)

Het resultaat hiervan moet zijn dat de waterstraal langer zijn energie behoudt dan een vlakstraalnozzle, waardoor op grotere afstand van de nozzle de reinigingskracht hoog blijft. Figuur 4.2 geeft dit weer.

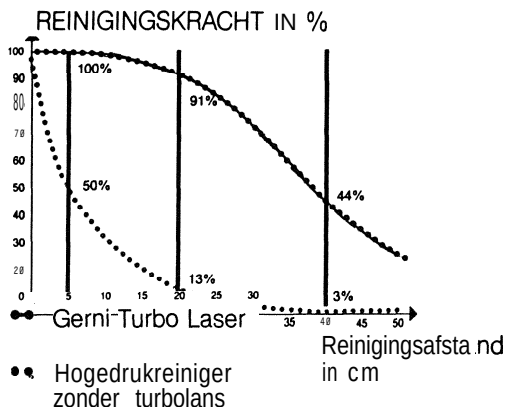
Figuur 4.1: Spuitbeeld van een turbo-nozzle

Figure 4.1: Jet of water from a turbo-nozzle



Figuur 4.2: Invloed van de afstand tussen nozzle en object op de relatieve reinigingskracht van een vlakstraalnozzle en een turbo-nozzle

Figure 4.2.: Influence of distance between nozzle and object on relative cleaning capacity of a flat-nozzle and a "turbo-nozzle"



Volgens Gerni neemt de “slagkracht” van de waterdruppels door de grotere druppels en hogere snelheid met 100% toe, wat zou moeten resulteren in een besparing van 50% op de hoeveelheid arbeid en het stroomverbruik, en van 30% op het waterverbruik.

Tijdens de proef is gebruik gemaakt van de Gerni-175 Turbo-laser, met de volgende technische gegevens:

waterdruk (min/max)	(atm)	20 - 140
“equivalente turbodruk”	(atm)	190
waterdebiet	(l/min)	11,5 - 12,5
reinigingsvermogen	(kW)	2,5
“equivalent turboreinigingsvermogen”	(kW)	3,4
motorvermogen	(kW)	3,0

In opdracht van de fabrikant zijn de technische kenmerken van de “turbo-nozzle” onderzocht door Pedersen en Marcus (1983). Zij bevestigen dat met de “turbo-nozzle”, de reinigingskracht van het water over een langere afstand behouden blijft dan met een vlakstraal-nozzle. Ze hebben echter niet onderzocht wat de consequenties zijn met betrekking tot waterverbruik en werktijd in praktijksituaties.

Dit onderzoek is uitgevoerd op varkensproefbedrijf “Zuid- en West-Nederland” in Sterksel. In deze bijlage zijn per afdelingstype het gemiddelde waterverbruik voor inweken en voor reinigen, het totale waterverbruik en de gemiddelde werktijden voor het reinigen volgens de vier proefbehandelingen weergegeven. Een meer uitgebreide omschrijving van de inweekmethoden staat in paragraaf 3.2.1.

Omdat de inweektijd een onderdeel is van de proefbehandeling (per inweekmethode is tevens een inweekperiode voorgeschreven) is deze niet in het overzicht van resultaten opgenomen. Het waterverbruik is daarentegen wel een resultaat van de gevolgde inweekmethode.

De interactie tussen proefbehandeling en vloeruitvoering (halfrooster of volledig rooster) is niet significant. Er is daarom geen verschil gemaakt tussen de vloeruitvoeringen. Bij de kraamafdelingen is geen verschil gemaakt tussen het reinigen van afdelingen waarin biggen alleen zijn gezoogd en afdelingen waarin ze na het spenen ook zijn opgefokt, omdat er geen duidelijke invloed is op de werktijd en de hoeveelheid gebruikt water.

Door middel van letters is aangegeven welke waargenomen verschillen significant zijn. Bovendien zijn de spreidingen (se) weergegeven voor totaal waterverbruik en werktijd per behandeling.

Tabel 5.1: Invloed van inweekmethode op waterverbruik (l/hok) en werktijd (min/hok) voor het reinigen van kraamhokken

Table 5.1.: Effect of soaking procedure on water usage (L/pen) and working time (min/pen) for pressure cleaning of farrowing pens

	natmaken inweekmiddel	4 uur zuiver water	2,5 uur inweekmiddel	0,5 uur met schuimmiddel
aantal waarnemingen	55	4	8	8
waterverbruik				
- inweken	4 ^a	36 ^c	35 ^c	10 ^b
- reinigen	121 ^{ab}	154 ^b	124 ^{ab}	107 ^a
- totaal	125 ^a	190 ^b	159 ^b	117 ^a
se totaal water	(4)	(14)	(10)	(11)
werktijd reinigen	8,6	9,4	8,9	7,7
se werktijd	(0,3)	(0,9)	(0,6)	(0,7)

a,b superscripts die verschillen binnen een rij duiden op een significant verschil ($P < 0,05$)

De statistische analyse is uitgevoerd met correcties voor het aantal hokken per afdeling en persoonsinvloeden.

Er zijn zowel verschillen in het waterverbruik voor inweken als voor het reinigen. Het totale waterverbruik voor de twee methoden met een inweekinstallatie is groter dan het waterverbruik met éénmaal natmaken of met inschuimen. Voor de werktijden lijken er dezelfde tendensen te zijn, maar het aantal herhalingen is te laag om hier conclusies aan te kunnen verbinden

Tabel 5.2: Invloed van inweekmethode op waterverbruik (l/hok) en werktijd (min/hok) voor het reinigen van biggenopfokhokken
Table 5.2: Effect of soaking procedure on water usage (L/pen) and working time (min/pen) for pressure cleaning of pens for nursery pigs

	natmaken inweekmiddel	2,5 uur inweekmiddel	0,5 uur met schuimmiddel
aantal waarnemingen	12	7	4
watervbruik			
- inweken	3 ^a	23 ^b	10 ^a
- reinigen	142	103	123
- totaal	144	126	132
se totaal water	(15)	(20)	(30)
werktijd reinigen	9,9	8,6	10,2
se werktijd	(0;9)	(1,2)	(1,8)

a,b superscripts die verschillen binnen een rij duiden op een significant verschil ($P < 0,05$)

De statistische analyse is uitgevoerd met correcties voor het aantal hokken per afdeling. De verschillen in het waterverbruik voor inweken zijn relatief groot, maar doordat de absolute hoeveelheden water laag zijn minder belangrijk dan het waterverbruik voor het reinigen. Het totale waterverbruik voor reinigen met een inweekinstallatie lijkt hier, in tegenstelling tot in de kraamafdelingen, wat kleiner, maar dit verschil is niet significant. Ook voor de werktijd kunnen met dit aantal herhalingen geen verschillen worden vastgesteld.

Tabel 5.3: Invloed van inweekmethode op waterverbruik (l/hok) en werktijd (min/hok) voor het reinigen van vleesvarkenshokken
Table 5.3: Effect of soaking procedure on water usage (L/pen) and working time (min/pen) for pressure cleaning of pens for fattening pigs

	natmaken inweekmiddel	4 uur zuiver water	2,5 uur inweekmiddel	0,5 uur met schuimmiddel
aantal waarnemingen	25	12	7	7
watervbruik				
- inweken	6 ^a	71 ^b	82 ^b	6 ^a
- reinigen	246 ^b	236 ^b	215 ^b	166 ^a
- totaal	252 ^b	308 ^c	297 ^{bc}	172 ^a
se totaal water	(16)	(20)	(28)	(27)
werktijd reinigen	17,2	16,9	14,8	13,0
se werktijd	(1,1)	(1,4)	(2,0)	(1,9)

a,b,c superscripts die verschillen binnen een rij duiden op een significant verschil ($P < 0,05$)

De statistische analyse is uitgevoerd met correcties voor de periode van de waarneming (voor of na verbouwing), het aantal hokken per afdeling en persoonsinvloeden. Er zijn zowel verschillen in het waterverbruik voor het inweken als voor het reinigen. Het totale waterverbruik is het laagst wanneer er wordt ingeweekt met het schuimmiddel. Er zijn geen verschillen in de werktijden.

Dit onderzoek is uitgevoerd op het Proefstation in Rosmalen en had betrekking op het effect van de waterdruk op het waterverbruik en de werktijd. Het debiet is niet als proefvariabele veranderd, maar was om technische redenen in de vleesvarkensafdelingen lager (14 l/min) dan in de vermeerdering (15l/min). Ook de maximale waterdruk is niet hetzelfde: in de vermeerdering is een vergelijking gemaakt tussen 60 en 120 atmosfeer, bij de vleesvarkens tussen 60 en 110 atmosfeer. Omdat de proefbehandelingen binnen de afdelingstypen (kraam-, biggenopfok- of vleesvarkensafdelingen) niet verschillen heeft dit geen invloed op de resultaten.

In tabel 6.1 zijn het gemiddelde waterverbruik en de gemiddelde werktijd weergegeven voor reinigen met 120 atmosfeer (vleesvarkens 110 atmosfeer) en met 60 atmosfeer. De kraamafdelingen bestaan uit 6 hokken per afdeling, de biggenopfokafdelingen uit 6 of 12 hokken voor 11 biggen per afdeling en de vleesvarkensafdelingen uit 12 hokken voor 8 varkens per afdeling. Door middel van letters is aangegeven welke verschillen significant zijn. Ook de spreiding per proefbehandeling (se) is vermeld.

Tabel 6.1: Invloed van waterdruk op waterverbruik (liter/hok) en werktijd (min/hok) voor het reinigen van afdelingen

Table 6.1: Effect of water pressure (1 atm = 14.7 Psi) on water usage (L/pen) and working time (min/pen) for pressure cleaning

	120 atm 15 l/min	(se)	60 atm 15 l/min	(se)
kraamafdeling				
- aantal waarnemingen	9		10	
- waterverbruik ¹	167	(12)	163	(11)
- werktijd	14,2	(1,9)	16,5	(1,8)
biggenopfokafdeling				
- aantal waarnemingen	17		15	
- waterverbruik	194	(14)	166	(15)
- werktijd ²	14,7	(1,3)	15,9	(1,3)
vleesvarkensafdeling				
- aantal waarnemingen	10 ⁴		9 ⁵	
- waterverbruik ³	473	(18)	427	(19)
- werktijd ³	40,0	(3,0)	42,8	(3,3)

¹ gecorrigeerd voor inweektijd

^{*}gecorrigeerd voor aantal hokken per afdeling

³ gecorrigeerd voor ventilatiesysteem

⁴ 110 atm en 14 l/min

⁵ 60 atm en 14 l/min

Uit de resultaten blijkt dat er een tendens is naar iets kortere werktijden en een wat hoger waterverbruik wanneer er wordt gereinigd met 120 atmosfeer in plaats van 60 atmosfeer. Geen van de waargenomen verschillen is significant, maar in alle afdelingstypen is de tendens hetzelfde.

Bijlage 7: Vergelijking van reinigingsmethoden met verschillende waterdrukken en debieten
Appendix 7: Comparison of pressure cleaning methods with different water pressures and flow rates

Dit onderzoek is uitgevoerd op varkensproefbedrijf "Zuid- en West-Nederland" in Sterksel. In deze bijlage zijn per afdelingstype het gemiddelde waterverbruik en de gemiddelde werktijden weergegeven voor de verschillende proefbehandelingen. De analyses zijn uitgevoerd met correctie voor inweektijd, hoeveelheid inweekwater, aantal hokken per afdeling en vloeruitvoering (halfrooster of volledig rooster). Door middel van letters is aangegeven welke waargenomen verschillen significant zijn. Bovendien zijn spreidingen (se) weergegeven voor totaal waterverbruik en werktijd.

Tabel 7.1: Invloed van waterdruk en debiet op waterverbruik (l/hok) en werktijd (min/hok) voor het reinigen van kraamafdelingen
Table 7.1: Effect of water pressure (1 atm = 14.7 Psi) and flow rate on water usage (L/pen) and working time (min/pen) for pressure cleaning of farrowing pens

	120 atm 16 l/min	60 atm 16 l/min	60 atm 23 l/min	60 atm 32 l/min	60 atm 46 l/min
aantal waarnemingen	58	15	20	22	18
waterverbruik	142 ^a	151 ^a	199 ^b	242 ^c	270 ^d
Standard Error	(6)	(11)	(11)	(10)	(11)
werktijd	10,0 ^c	9,9 ^c	10,1 ^c	8,8 ^b	7,7 ^a
Standard Error	(0,3)	(0,4)	(0,4)	(0,4)	(0,4)

^{a,b,c,d} superscripts die verschillen binnen een rij duiden op een significant verschil (P < 0,05)

Bij hetzelfde debiet is er geen verschil aangetoond tussen het waterverbruik en de werktijden bij een waterdruk van 60 atmosfeer en 120 atmosfeer. Wanneer bij 60 atmosfeer het debiet wordt verhoogd zijn er wel verschillen. De hoeveelheid water neemt lineair toe met het debiet (P < 0,0001). De werktijd neemt lineair af wanneer het debiet toeneemt (P = 0,003).

Tabel 7.2: Invloed van waterdruk en debiet op waterverbruik (l/hok) en werktijd (min/hok) voor het reinigen van biggenopfokafdelingen

Table 7.2: Effect of water pressure (1 atm = 14.7 Psi) and flow rate on water usage (L/pen) and working time (min/pen) for pressure cleaning of pens for nursery pigs

	120 atm 16 l/min	60 atm 16 l/min	60 atm 23 l/min	60 atm 32 l/min	60 atm 46 l/min
aantal waarnemingen	15	4	9	13	12
watervbruik	117 ^a	117 ^a	162 ^a	235 ^b	259 ^b
Standard Error	(18)	(37)	(24)	(18)	(20)
werktijd	9,2	7,4	7,5	8,8	6,7
Standard Error	(0,7)	(1,4)	(0,9)	(0,7)	(0,8)

^{a,b} superscripts die verschillen binnen een rij duiden op een significant verschil ($P < 0,05$)

In de afdelingen voor gespeende biggen (grondhokken) is er met betrekking tot waterverbruik en werktijd geen verschil aangetoond tussen reinigen met 60 atmosfeer en met 120 atmosfeer wanneer het debiet constant blijft.

Wanneer er wordt gereinigd met verschillende debieten is er een verschil in waterverbruik: met name bij de hoogste debieten wordt er meer water verbruikt dan bij de lagere debieten. Er is een lineair verband tussen debiet en waterverbruik ($P = 0,01$).

Er zijn geen significante verschillen waargenomen tussen de werktijden voor het reinigen met verschillende debieten.

Tabel 7.3: Invloed van waterdruk en debiet op waterverbruik (l/hok) en werktijd (min/hok) voor het reinigen van vleesvarkensafdelingen

Table 7.3: Effect of water pressure (1 atm = 14.7 Psi) and flow rate on water usage (L/pen) and working time (min/pen) for pressure cleaning of pens for fattening pigs

	120 atm 16 l/min	60 atm 16 l/min	60 atm 23 l/min	60 atm 32 l/min	60 atm 46 l/min
aantal waarnemingen	13	3	5	3	4
watervbruik	235 ^a	275 ^{ab}	383 ^{bc}	392 ^{bc}	423 ^c
Standard Error	(19)	(53)	(36)	(39)	(29)
werktijd	16,6 ^{bc}	19,5 ^c	18,7 ^c	12,7 ^b	9,8 ^a
Standard Error	(1,0)	(2,8)	(1,9)	(2,0)	(1,5)

^{a,b,c} superscripts die verschillen binnen een rij duiden op een significant verschil ($P < 0,05$)

Wanneer het debiet 16 l/min blijft is er geen verschil aangetoond voor het reinigen van afdelingen voor vleesvarkens met 60 atmosfeer of met 120 atmosfeer. Hierbij dient echter rekening gehouden worden met het kleine aantal herhalingen van de proefbehandeling met 60 atmosfeer en 16 l/min. Het is mogelijk dat de tendens naar een langere werktijd en een hoger waterverbruik bij de lage waterdruk met meer herhalingen een verschil zou opleveren.

Wanneer het debiet toeneemt bij constante waterdruk ontstaan er wel verschillen in waterverbruik, maar er kan geen lineair verband worden aangetoond ($P = 0,12$). De werktijd wordt lineair korter wanneer het debiet groter wordt ($P = 0,03$).

Bijlage 8: Vergelijking van soorten nozzles
Appendix 8: Comparison of different nozzles

Dit onderzoek is uitgevoerd op varkensproefbedrijf "Zuid- en West-Nederland" in Sterksel. Afdelingen zijn gereinigd met een vlakstraalnozzle, een "roterende nozzle" of een "turbo-nozzle", waarbij het waterverbruik voor het reinigen en de werktijd zijn gemeten. Tabel 8.1 geeft per hok de hoeveelheid gebruikt water voor het reinigen en de gemiddelde werktijden weer. De hoeveelheid inweekwater is wel gemeten om te controleren of er een interactie is met de hoeveelheid water voor het schoonmaken of met de werktijd, maar is niet in de tabel opgenomen. In de kraamafdelingen zijn alleen afdelingen gebruikt waarin geen biggen zijn opgefokt. Verder blijkt uit de statistische verwerking dat de vloeruitvoering in de kraamopfokhokken geen invloed heeft op het effect van de proefbehandeling. Dit wil zeggen dat het effect van de nozzle op waterverbruik en werktijd in afdelingen met halfroostervloeren en in afdelingen met volledig roostervloeren hetzelfde is. In de biggenopfokafdelingen is er wel een invloed van de vloeruitvoering op het waterverbruik ($P = 0,01$) en op de werktijd ($P = 0,02$). Van de vleesvarkensafdelingen zijn er alleen resultaten van afdelingen met halfroostervloeren.

Tabel 8.1: Invloed van het type nozzle op waterverbruik (l/hok) en werktijd (min/hok) voor het reinigen van afdelingen
Table 8.1: Effect of the type of the nozzle on water usage (L/pen) and working time (min/pen) for pressure cleaning

	vlakstraalnozzle	roterende nozzle ¹	turbo-nozzle ²
kraamafdeling			
- aantal waarnemingen	40	7	4
- waterverbruik	116	128	84
- Standard Error	(5)	(10)	(21)
- werktijd	9,0	8,9	8,0
- Standard Error	(0,3)	(0,8)	(1,5)
biggenopfokafdeling			
- aantal waarnemingen	17	4	3
- waterverbruik	120	117	73
- Standard Error	(22)	(34)	(36)
- werktijd	8,5	8,2	8,5
- Standard Error	(1,3)	(2,2)	(2,3)
vermeerderingsbedrijf (kraam- en biggenopfokafdeling)			
- aantal waarnemingen	57	11	7
- waterverbruik	122 ^b	127 ^b	78 ^a
- Standard Error	(9)	(15)	(18)
- werktijd	8,8	8,5	7,9
- Standard Error	(0,5)	(1,0)	(1,1)
vleesvarkensafdeling (halfroostervloeren)			
- aantal waarnemingen	7	2	0
- waterverbruik	266	307	-
- Standard Error	(22)	(50)	-
- werktijd	19,0	23,3	-
- Standard Error	(2,0)	(4,5)	-

¹ Zie bijlage 3
² Zie bijlage 4
a,b,c superscripts die verschillen binnen een rij duiden op een significant verschil ($P < 0,05$)

In geen van de afzonderlijke afdelingstypen zijn significante verschillen gevonden met betrekking tot waterverbruik en werktijd tussen de verschillende typen nozzles. Dit wordt mede veroorzaakt door het zeer geringe aantal herhalingen. Wanneer het gebruik van verschillende soorten nozzles op vermeerderingsbedrijven als geheel (kraam- en biggenopfokafdelingen bij elkaar) wordt beoordeeld is er wel een verschil. Bij gebruik van de turbo-nozzle is het waterverbruik lager dan bij de andere nozzles. Of de turbo-nozzle ook op vleesvarkensbedrijven voldoet is niet onderzocht.

Bijlage 9: Reinigen van hokken met gedeeltelijk of volledig roostervloer
Appendix 9: Cleaning pens with partially slatted floors or fully slatted floors

Bij de vergelijking van verschillende waterdrukken en debieten is de proefbehandeling met 120 atmosfeer en 16 l/min relatief vaak uitgevoerd. Aangezien binnen deze categorie de inweekmethode (natmaken met inweekmiddel en direct daarna beginnen met reinigen) en de gebruikte nozzle (vlakstraalnozzle) niet verschillen, kan op basis van de resultaten tevens een vergelijking worden gemaakt van het waterverbruik en de werktijd voor het reinigen van afdelingen met halfroostervloeren en met volledig roostervloeren. Hierbij is gecorrigeerd voor verschillen in het aantal hokken per afdeling en voor persoonsafhankelijke invloeden. Er zijn alleen kraamafdelingen vergeleken waarin geen gespeende biggen zijn opgefokt. Tabel 9.1 geeft een overzicht van de resultaten. Door middel van letters is aangegeven welke waargenomen verschillen significant zijn.

Tabel 9.1: Invloed van vloeruitvoering op waterverbruik (l/hok) en werktijd (min/hok) voor het reinigen met een hogedrukreiniger
Table 9.1: Effect of slats or solid concrete floor on water usage (L/pen) and working time (min/pen) for pressure cleaning

	halfrooster	volledig rooster
kraamafdeling		
- aantal waarnemingen	26	22
- waterverbruik	122	114
- Standard Error	(5)	(6)
- werktijd	8,9	8,3
- Standard Error	(0,3)	(0,4)
biggenopfokafdeling		
- aantal waarnemingen	8	6
- waterverbruik	183 ^b	68 ^a
- Standard Error	(20)	(23)
- werktijd	14,4 ^b	4,1 ^a
- Standard Error	(1,4)	(1,6)
vleesvarkensafdeling		
- aantal waarnemingen	9	5
- waterverbruik	301 ^b	186 ^a
- Standard Error	(14)	(18)
- werktijd	21, ^b	12,2 ^a
- Standard Error	(1,4)	(1,8)

^{a,b,c} superscripts die verschillen binnen een rij duiden op een significant verschil ($P < 0,05$)

Behalve in de kraamafdelingen is er een duidelijk verschil in waterverbruik tussen afdelingen met halfroostervloeren en volledig roostervloeren ($P < 0,005$). Er is niet vastgesteld waardoor de verschillen worden veroorzaakt, en waarom het verschil in de kraamafdeling zoveel kleiner is.

Bijlage 10: De kwaliteitspremieregeling voor varkensdrijfmest
Appendix 10: Table of premiums for quality of pigs-slurry

In tabel 10.1 zijn de kosten weergegeven die de varkenshouder per 1 juni 1993 moet betalen voor het afzetten van varkensmest via de Stichting Landelijke Mestbank. De kosten zijn afhankelijk van de regio waarin het varkensbedrijf staat en van het droge-stofgehalte van de mest. De afnemer van de mest betaalt in Noord-Brabant, Limburg en Zeeuws-Vlaanderen niets voor de mest, op de Zuid-Hollandse eilanden en in overig Zeeland f 1,= per m³ en in overig Nederland f 2,50 per m³.

Tabel 10.1: De kwaliteitsregeling voor varkensdrijfmest (in guldens per m³), exclusief BTW, kortingen en toeslagen (naar: Stichting Landelijke Mestbank, 1993)

Table 10.1: Table of premiums for quality of pigs-slurry (guilders per m³), excl. VAT, discounts and surcharges (after: Stichting Landelijke Mestbank, 1993)

Drogestof- percentage	kwaliteits- premie	Kosten veehouder per regio zonder verrekening van de premie			
		Zuid	Oost	Midden	Noord
10 - 11	4,00	19,50	14,00	10,25	11,25
11 - 12	5,50	19,50	14,00	10,25	11,25
12 - 13	6,00	19,50	14,00	10,25	11,25
13 of meer	7,00	19,50	14,00	10,25	11,25

Mest met een lager droge-stofpercentage dan 10% wordt afgezet tegen dagprijzen. Vrijwel alle zeugenmest valt onder deze categorie.

Bijlage 11: De invloed van het debiet op waterverbruik en werktijd
Appendix 11: The influence of flow rate on water usage and working time

Door middel van regressie-analyse is berekend wat de relatie is tussen debiet (onafhankelijke variabele) en waterverbruik en werktijd (afhankelijke variabelen) bij constante waterdruk. In tabel 11.1 zijn de berekende constanten, regressie-coëfficiënten en de fractie verklaarde variatie (R^2) weergegeven.

Tabel 11.1: Relatie tussen debiet (onafhankelijke variabele) en waterverbruik en werktijd (afhankelijke variabelen) bij reinigen met 60 atm

Table 11.1: Relation between flow rate (independant variable) and water usage and working time (dependant variables) for pressure cleaning with 880 Psi water pressure

	constante	regressie-coëfficiënt	R^2
kraamafdeling			
- waterverbruik	102,43	+ 3,866	0,93
- werktijd	11,52	- 0,082	0,91
biggenopfokafdeling			
- waterverbruik	52,35	+ 4,817	0,91
- werktijd	8,09	- 0,017	0,06
vleesvarkensafdeling			
- waterverbruik	244,57	+ 4,228	0,72
- werktijd	25,42	- 0,350	0,93

Op basis van tabel 11.1 zijn het waterverbruik en de werktijd bij reinigen met 60 atm en 16 l/min of 46 l/min opnieuw berekend. De resultaten van deze berekening staan in tabel 11.2. Bij de gespeende biggen is de R^2 voor de werktijd erg laag, maar tabel 11.2 is hier toch op gebaseerd.

Tabel 11.2: Berekend waterverbruik (l/hok) en werktijd (min/hok) per reinigingsbeurt bij reinigen met 60 atm en 16 l/min of 46 l/min

Table 11.2 Calculated water usage (L/pen) and working time (min/pen) for pressure cleaning with 880 Psi water pressure and 16 l/min or 46 l/min

	waterverbruik	werktijd
kraamafdeling		
- 16 l/min	164	10,2
- 46 l/min	280	7,7
biggenopfokafdeling		
- 16 l/min	129	7,8
- 46 l/min	274	7,3
vleesvarkensafdeling		
- 16 l/min	312	19,8
- 46 l/min	439	9,3

Omdat bij deze berekening ook de resultaten van de waarnemingen bij de andere debieten meewegen bij het vaststellen van het waterverbruik en de werktijden voor het reinigen van de verschillende afdelingstypen met 16 l/min of met 46 l/min zijn de verschillen die kunnen worden berekend op basis van tabel 11.2 betrouwbaarder dan de verschillen die kunnen worden berekend op basis van bijlage 7.

REEDS EERDER VERSCHENEN PROEFVERSLAGEN

PUBLISHED RESEARCH REPORTS

Proefverslag P 1.84

"Een vergelijking tussen zes typen kraamop-fokhokken aan de hand van technische resultaten van zeugen en de uitval van biggen"

Proefverslag P 1.85

"Waterdamp in varkensstallen met diepstrooisel"

Proefverslag P 1.86

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

Proefverslag P 1.87

"Verkleinen van de spreiding in aflevergewicht van vleesvarkens"

Proefverslag P 1.88

"Analyse van het interval spenen - eerste inseminatie"

Proefverslag P 1.89

"KASVA Knelpunten analyse systeem varkenshouderij"

Proefverslag P 1.90

"Het effect van microbieel fytase in het voer op de opfokresultaten van gespeende biggen"

Proefverslag P 1.91

"Onderzoek aan een diepstrooiselsysteem op praktijkbedrijven"

Proefverslag P 1.92

"Rioleringssysteem voor de afvoer van mest"

Proefverslag P 1.93

"Ervaringen met biowassers op vleesvarkensbedrijven in PROPRO"

Proefverslag P 1.94

"Mestpannen in kraamstallen"

Proefverslag P 1.95

"Reductie van ammoniakemissie uit varkensstallen door mestspoelen met beluchte spoelvloeistof"

Proefverslag P 1.96

"Arbeid en arbeidsomstandigheden in diepstrooiselsystemen voor vleesvarkens"

Proefverslag P 1.97

"Wel of niet bedrijfsmatig bijvoeren van zogende biggen met vast voer"

Proefverslag P 1.98

"Extra waterverstrekking aan lacterende zeugen"

Proefverslag P 1.99

"Ervaringen met biobedden op vleesvarkensbedrijven in PROPRO"

Proefverslag P 1.101

"Bedrijfsinpasbaarheid van vrijdragende afdekkingen op mestsilos; een enquête onder veehouders"

Proefverslag P 1.102

"Ervaringen met diepstrooisel op een varkensbedrijf in PROPRO"

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

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