

Miljøfremmede stoffer i flydende husdyrgødning



Danmarks
Miljøundersøgelse



Aarhus
Amt



Vejle
Amt



Fyns
Amt

Februar 2002

Titel:	Miljøfremmede stoffer i flydende husdyrgødning
Udgiver:	Fyns Amt, Natur- og Vandmiljøafdelingen, Ørbækvej 100, 5220 Odense SØ
Udgivelsesår:	Februar 2002
Redaktion:	Anne-Mette Hansen, Fyns Amt
Forfattere:	Irene Paulsen, Danmarks Miljøundersøgelser Anne-Mette Hansen, Fyns Amt Per Hansen, Vejle Amt Jakob Nykrog, Århus Amt
Grafik:	Inge Møllegaard
Forside:	Foto: Bjarne Andresen - Gyllebeholder

Indledning

Dette notat beskriver en undersøgelse af forekomsten af miljøfremmede stoffer i flydende husdyrgødning (gylle) fra forskellige husdyrbesætninger. Undersøgelsen er udført under det Nationale program for Overvågning af VAndmiljøet (NOVA). Formålet med undersøgelsen er at opnå et foreløbigt overblik over forekomst og koncentrationsniveau af en række miljøfremmede stoffer i gylle og en eventuel variation mellem husdyrtyper.

Aftaleudvalget for NOVA besluttede på et møde ultimo 1998, at ledige NOVA-midler i Fyns, Vejle og Århus Amt skulle anvendes til nærværende undersøgelse. Derfor har de tre amter indsamlet og analyseret 29 prøver gylle. Prøverne er taget på svinebrug, konventionel kvæg- og økologisk kvægbrug i Fyns Amt og Vejle Amt. Analyseprogrammet omfatter metaller, uorganiske sporstoffer, pesticider, phenoler, chlorphenoler, PAH'er, blødgørere, fosfor-triester, LAS samt generelle parametre, som tørstof, glødetab, total-fosfor og total-kvælstof.

Fund af miljøfremmede stoffer i gylle kan blandt andet stamme fra stoffer anvendt i stalde som rengørings- og desinfektionsmidler, yverplejemidler, skadedyrsbekæmpelsesmidler samt spild af olie- og benzin. En anden kilde til miljøfremmede stoffers forekomst i gylle er frigørelse af stoffer ved vask af overflader og

inventar i stald. Andre mulige kilder er vask af sprøjteredskaber eller bortskaffelse af pesticidrester. Desuden kan husdyrene udskille miljøfremmede stoffer, der har været i foderet. Disse stoffer kan optræde i foderet, enten fordi foderet er forurenede med eller direkte tilsat miljøfremmede stoffer. Endelig kan brugen af medicin eller vækstfremmere medføre fund af miljøfremmede stoffer i gylle. I nærværende undersøgelse er der ikke undersøgt for medicinrester i gylle.

I 2002 skal der som led i NOVA 2003 (Miljøstyrelsen, 2000a) gennemføres undersøgelser for en række miljøfremmede stoffer i gylle på nogle ejendomme med husdyr i niveau 3 og niveau 4 overvågningsoplande. I programmet er det planlagt at analysere for en række pesticider, aromatiske kulbrinter, phenoler, chlorphenoler, PAH'er, blødgørere og metaller. Desuden er der ønske om at belyse forekomsten af antibiotika i gylle. Nærværende undersøgelse skal betragtes som en forundersøgelse til den planlagte undersøgelse i 2002.

Dette notat er udarbejdet i fællesskab af Danmarks Miljøundersøgelser og Fyns, Vejle og Århus Amt.

Afslutningsvis vil vi gerne takke landmændene for deres deltagelse i projektet.

Metoder

Udvælgelse af ejendomme

I alt er der taget 29 gylleprøver, fordelt med 11 prøver på Fyn og 18 prøver i Østjylland.

De 18 jyske ejendomme er udvalgt blandt medlemmer af Landbruksrådgivning Østjylland I/S. Ingen af ejendommene er beliggende i Landovervågningsoplandet, Horndrup Bæk. Fire af de 11 fynske ejendomme er beliggende i Landovervågningsoplandet, Lillebæk. De øvrige 7 ejendomme er udvalgt af Agrogården Svendborg.

Ejendomme er udvalgt, så gylletankene kun modtager gylle fra én dyreart. I undersøgelsen indgår både svinebrug, konventionelle kvægbrug og økologiske kvægbrug. I tabel 1 ses fordelingen af prøver på de 3 brugstyper på fynske og jyske bedrifter.

Den enkelte landmand besvarede et spørgeskema om husdyrholdets sammensætning, forbruget af rengøringsmidler og mulig tilledning af stoffer til gylletanken (bilag 1). Desuden indsendte landmændene kopier af foderindlægssedler med deklaration af foderets sammensætning og indhold af tilsætningsstoffer som f.eks. zink, selen og kobber.

Udtagelse af prøverne

Landbrugets Rådgivningscenter blev hyret som konsulent til udtagning af prøver i foråret 2001. Gylleprøverne i det østjyske og fynske område blev taget med to måneders forskydning på grund af udbrud af mund- og klovsyge i den mellemliggende periode. Landbrugets Rådgivningscenter tog de jyske prøver medio marts. Inden Landbrugets Rådgivningscenter nåede at tage de fynske prøver, kom der en henstilling om at begrænse færdslen på landbrugsbedrifter mest mulig for at undgå udbrud af en mund- og klovsygeepidemi. Derfor blev prøvetagningen på Fyn forsinket, så prøverne først blev taget midt i maj.

De jyske prøver er udtaget fra partielt omrørt gylle, hvor en del af gyllen er under omrøring fra top til bund ved udtagning af prøven. I følge Landbrugets Rådgivningscenter er den omrørte gylle homogen og dermed fås en repræsentativ prøve af gyllen. Omrø-

ringen udførtes af en maskinstation i ½ – 1 time umiddelbart før udtagning af prøven. Prøverne blev udtaget fra 1 meter under overfladen med en rustfri stålbeholder monteret på en længdevariabel stang.

På de fynske ejendomme blev gyllen ikke omrørt inden prøvetagning. På det tidspunkt, midt i maj, hvor prøverne kunne tages, var gyllen kørt ud. Indholdet i gylletankene var derfor på et så lavt niveau (20-30 cm), at det ikke var muligt at omrøre gyllen.

Der blev udtaget en gylleprøve på et volumen af 4 – 5 liter. Prøverne blev emballeret i rilsanposer og frosset ned til -20 °C efter hjemtransport. Derefter blev prøverne afleveret til analyse på Miljø-Kemi. Prøverne holdtes nedfrosset til -20 °C, indtil analyserne blev udført.

Analyseparametre

Miljøstyrelsen har i NOVA 2003 (Miljøstyrelsen, 2000a) udarbejdet lister over parametre, der skal analyseres for i flydende husdyrgødning. Parametrene omfatter en generel beskrivelse af gyllen (tabel 2), tungmetaller og uorganiske sporstoffer (tabel 3) samt miljøfremmede stoffer (tabel 4). Nærværende undersøgelse har taget udgangspunkt i analyselisten fra NOVA 2003; som derefter er blevet revideret. Det fremgår af tabel 4, at der i nærværende program er skåret ned på pesticidanalyser. Dette er sket efter en nøje gennemgang af stofferne, hvor flere af stofferne ikke er fundet relevante at analysere for, da de ikke har været anvendt i landbruget. På andre områder er det nærværende program udvidet i forhold til NOVA 2003 for at dække flere miljøfremmede stoffer (tabel 4), som formodes at kunne udgøre en potentiel risiko for miljøet. Ved udvælgelsen af analyseprogrammet er skelet til hvilke stoffer, der analyseres for i slam. Undersøgelsen er udvidet med stoffer inden for følgende stofgrupper: phenoler, polyaromatiske hydrocarboner, fosfor-triester, blodgørere, polychlorerede biphenyler og lineære alkylbensulfonater.

Parametrene er analyseret af Miljø-Kemi efter metoder, som er beskrevet i bilag 2. Miljø-Kemi har i bilag 3 kort beskrevet stoffernes forekomst i gylleprøverne, mulige kilder til stoffene, mulig nedbrydning under aerobe/anaerobe forhold samt forslag til ændringer af analyseparametre for undersøgelsen i 2002.

Tabel 1
Antal prøver fordelt på brugstype og landsdel.

Brugstype	Fyn	Jylland
Svin	5	8
Kvæg	5	7
Økologisk kvæg	1	3
Total	11	18

Generelle parametre	Forundersøgelse 2001	NOVA 2003
tørstof, %	+	+
glødetab, % af tørstof	+	+
total-P	+	+
total-N	+	+

Tabel 2

Oversigt over generelle parametre, der er analyseret for i nærværende undersøgelse samt Miljøstyrelsens forslag til analyseparametre for husdyrgødning i NOVA 2003 (Miljøstyrelsen, 2000a), hvor + : indgår som analyse og - : indgår ikke som analyse.

Tungmetaller og uorganiske sporstoffer	Forundersøgelse 2001	NOVA 2003
aluminium (Al)	+	+
arsen (Ar)	+	+
barium (Ba)	+	+
bly (Pb)	+	+
cadmium (Cd)	+	+
kobber (Cu)	+	+
krom (Cr)	+	+
nikkel (Ni)	+	+
selen (Se)	+	+
zink (Zn)	+	+

Tabel 3

Oversigt over tungmetaller og uorganiske sporstoffer, der er analyseret for i nærværende undersøgelse samt Miljøstyrelsens forslag til analyseparametre for husdyrgødning i NOVA 2003 (Miljøstyrelsen, 2000a), hvor + : indgår som analyse og - : indgår ikke som analyse.

Tabel 4

Oversigt over analyser af miljøfremmede stoffer, der er analyseret for i nærværende undersøgelse samt Miljøstyrelsens forslag til analyseparametre for husdyrgødning i NOVA 2003 (Miljøstyrelsen, 2000a), hvor + : indgår som analyse; - : indgår ikke som analyse, * : kunne ikke analyseres, da stoffet tabes ved indampning og ∞ : stoffet kunne ikke analyseres på grund af kromatografisk interferens.

Miljøfremmede stoffer	Forundersøgelse 2001	NOVA 2003
Pesticider		
chlorbenzilat	-	+
DDT	+	+
DDE	+	+
famfur	-	+
heptachlorepoxyd	-	+
isophoron	-	+
parathion	+	+
parathion-methyl	+	+
1,4-napthoquinon	-	+
nitrobenzen	-	+
Phenoler		
phenol	+	+
nonylphenoler	+	+
nonylphenol-monoethoxylater)	∞	+
nonylphenol-diethoxylater)	∞	+
nonylphenol-polyethoxylater)	+	+
o-cresol	+	-
m-cresol	+	-
p -cresol	+	-
Chlorphenoler		
4-chlor-3-methylphenol	+	+
Aromatiske kulbrinter		
naphthalen	*	+
Polyaromatiske hydrocarboner (PAH'er)		
benzo(a)pyren)	+	+
phenanthren	+	+
methylnaphthalen	*	-
dimethylnaphthalener	+	-
trimethylnaphthalener	+	-
acenaphthylen	+	-
acenaphthen	+	-
Fluoren	+	-
Anthracen	+	-
Fluoranthren	+	-
Pyren	+	-
Benz(a)anthracen	+	-
Chrysen/triphenylen	+	-
Benzfluoranthener (b+j+k)	+	-
Indeno(1,2,3-cd)pyren	+	-
Dibenz(a,h)anthracen	+	-
Benz(ghi)perylene	+	-
Fosfor-triester		
tri-n-butylphosphat	+	+
triphenylphosphat	+	+
triclesylphosphat	+	+
trichlorpropylphosphat (TCPP)	+	-
Blødgørere		
di-(2-ethylhexyl)-adipat	+	+
di-n-butylphthalat (DBP)	+	+
Benzylbutylphthalat	+	-
Di-(2-ethylhexyl)-phthalat	+	-
Di-n-octylphthalat	+	-
Polychlorerede biphenyler		
PCB 28	+	-
PCB 52	+	-
PCB 101	+	-
PCB 118	+	-
PCB 138	+	-
PCB 153	+	-
PCB 180	+	-
Lineære alkylbenzensulfonater		
LAS	+	-

Resultater og diskussion

Præsentation af resultater

I præsentationen er resultaterne opdelt i seks grupper, der dækker konventionel kvæggylle, økologisk kvæggylle samt svinegylle opdelt på regionalt plan. Denne opdeling er valgt på grund af, at jyske og fynske prøver blev taget med to måneders forskydning. Dette betød, at der var forskel i niveauet af gylle for jyske og fynske beholdere, og indebar forskelle i metoden til udtagning af gylleprøver. Analyseresultaternes gennemsnit, minimum og maksimum kan ses i bilag 4.

I det følgende bliver analyseresultaterne beskrevet og sammenlignet med tidligere undersøgelser af gylle og slam (bilag 5). Endvidere bliver resultaterne sammenlignet med slambekendtgørelsens jordkvalitetskriterier (Miljøstyrelsen, 2000b) (bilag 5) og økotosikologiske jordkvalitetskriterier (Scott-Fordsmann m.fl., 1995; Jensen m.fl., 1997) (bilag 6).

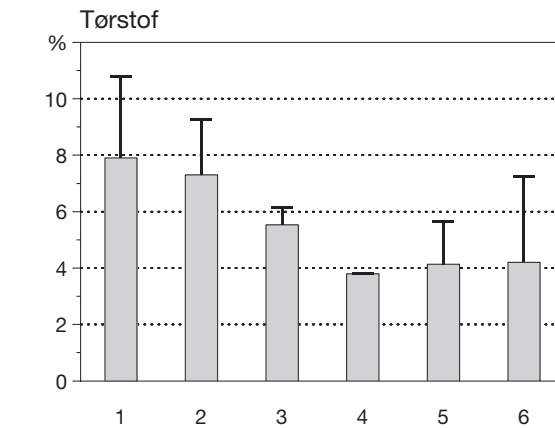
I perioden, 1997 – 1999, udførtes et miljøprojekt støttet af Miljøstyrelsen til belysning af forekomsten af miljøfremmede stoffer i gylle (Hansen & Rasmussen, 1999). Resultater fra vores undersøgelse vil blive sammenlignet med miljøprojektet, i de tilfælde hvor undersøgelserne har omfattet samme analyser (bilag 5). Miljøprojektet omfattede i alt 30 bedrifter fordelt på 12 svinebrug, 12 konventionelle kvægbrug og 6 økologiske kvægbrug. Undersøgelsen omfattede dog langt færre stofgrupper (PAH'er, blodgørere, phenoler og LAS) samt færre stoffer inden for de enkelte stofgrupper end nærværende undersøgelse.

Generelle parametre

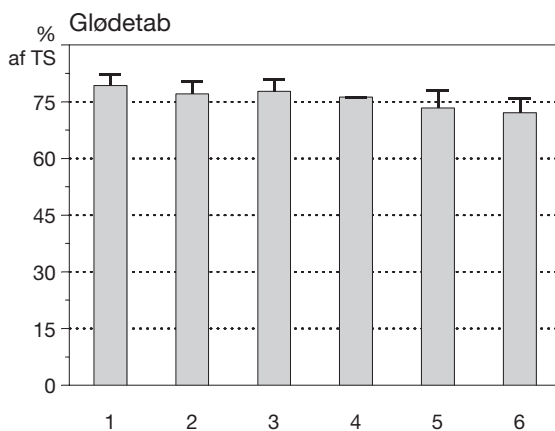
Tørstofindholdet, der angives i procent af vægten af den friske gylleprøve, varierede mellem 0,8 – 14,1 % med et gennemsnit på 5,7 % og en standardafvigelse på 2,7 % (figur 1). Indholdet af tørstof var generelt højere i konventionel kvæggylle (7,65 % ± 2,46) end i økologisk kvæggylle (5,10 % ± 1,0) og svinegylle (4,16 % ± 2,11). Det fundne tørstofindhold i kvæggylle er lavere end normtallet for kvæggylle, der ligger mellem 10,3 % og 12,7 % alt afhængig af besættningens sammensætning og staldtype (Poulsen, Børsting, Rom & Sommer, 2001). Derimod er der rimelig overensstemmelse mellem det fundne tørstofindhold i svinegylle og normtallet for svinegylle, der ligger i intervallet 4,5 % og 6,1 % (Poulsen, Børsting, Rom & Sommer, 2001).

Der var kun en mindre regional forskel i det gennemsnitlige tørstofindhold. Gennemsnittene dækker over en betydelig variation i tørstofindholdet inden for de enkelte typer gylle, hvor variationen kan skyldes forskelle i forbruget af vaskevand.

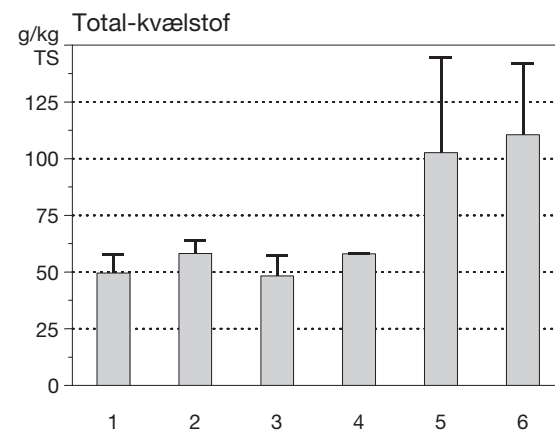
Glødetabet, som nogenlunde svarer til prøvens indhold af organisk stof, angives i procent af tørstofindholdet. Glødetabet udviste en forholdsvis lille va-



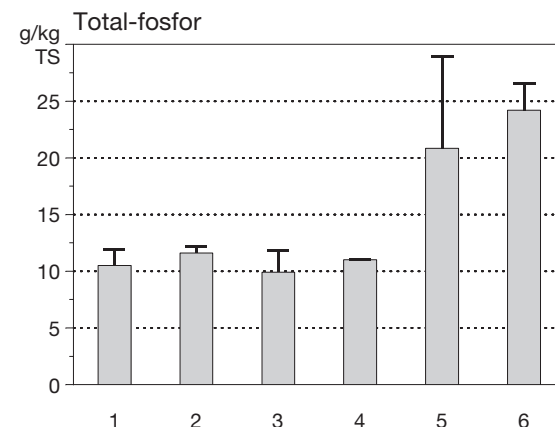
Figur 1
Gennemsnitligt tørstofindhold og standardafvigelse for de seks grupper af gylleprøver, hvor tørstofindholdet er angivet i vægtprocent af frisk gylleprøve. Gruppe 1: jysk kvæggylle; gruppe 2: fynsk kvæggylle; gruppe 3: jysk økologisk kvæggylle; gruppe 4: fynsk økologisk kvæggylle; gruppe 5: jysk svinegylle og gruppe 6: fynsk svinegylle.



Figur 2
Gennemsnitligt glødetab og standardafvigelse for de seks grupper af gylleprøver, hvor glødetabet angives i procent af tørstofindholdet. Se figurtekst 1 for en beskrivelse af grupperne.



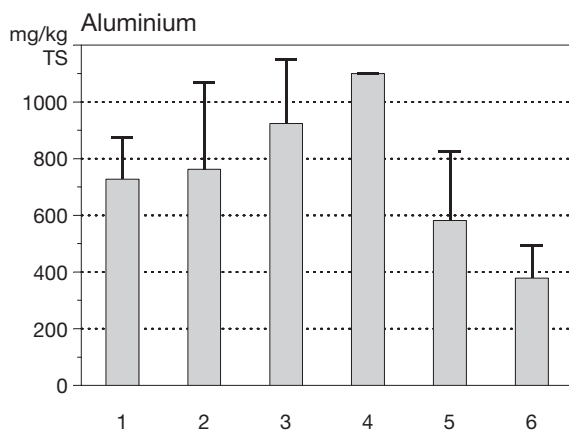
Figur 3
Gennemsnitligt indhold af total-kvælstof (g/kg tørstof) med standardafvigelse for de seks grupper af gylleprøver. Se figurtekst 1 for en beskrivelse af grupperne.



Figur 4
Gennemsnitligt indhold af total-fosfor (g/kg tørstof) med standardafvigelse for de seks grupper af gylleprøver. Se figurtekst 1 for en beskrivelse af grupperne.

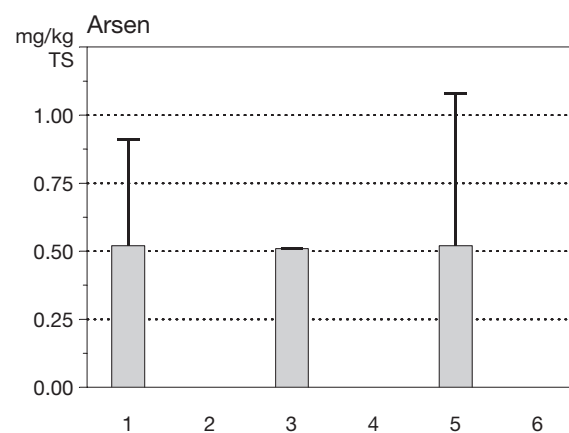
Figur 5

Gennemsnitlig koncentration af metallet, aluminium, og standardafvigelse (mg/kg tørstof) for de seks grupper af gylleprøver. Gruppe 1: jysk kvæggylle; gruppe 2: fynsk kvæggylle; gruppe 3: jysk økologisk kvæggylle; gruppe 4: fynsk økologisk kvæggylle; gruppe 5: jysk svinegylle og gruppe 6: fynsk svinegylle.



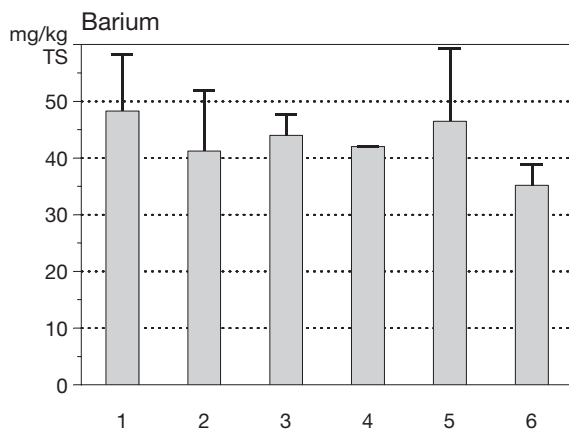
Figur 6

Gennemsnitlig koncentration af metallet, arsen, og standardafvigelse (mg/kg tørstof) for de seks grupper af gylleprøver. Se figurtekst 5 for en beskrivelse af grupperne.



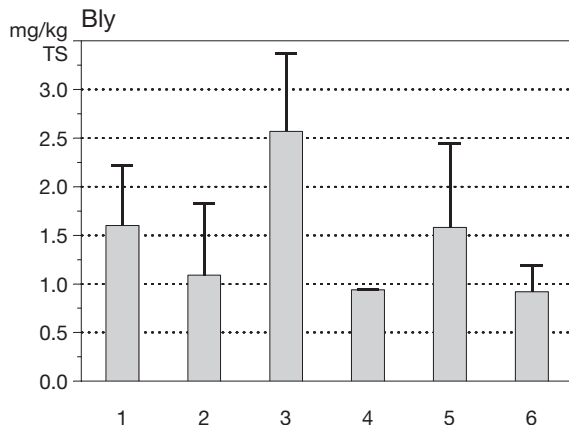
Figur 7

Gennemsnitlig koncentration af metallet, barium, og standardafvigelse (mg/kg tørstof) for de seks grupper af gylleprøver. Se figurtekst 5 for en beskrivelse af grupperne.



Figur 8

Gennemsnitlig koncentration af metallet, bly, og standardafvigelse (mg/kg tørstof) for de seks grupper af gylleprøver. Se figurtekst 5 for en beskrivelse af grupperne.



riation med et gennemsnit for alle prøver på 75,8 % \pm 4,4 samt et minimum og maksimum på 66,9 % og 83 % (figur 2). Glødetabet var lidt mindre i svinegylle end i kvæggylle.

Total-kvælstof (N) indholdet lå mellem 38 og 150 g N/kg tørstof (TS) med et gennemsnit for alle prøver på $76,4 \pm 36,7$ g N/kg TS (figur 3). Det gennemsnitlige kvælstofindhold var betydeligt højere i svinegylle, 105,7 g N/kg TS, end i konventionel kvæg- og økologisk kvæggylle, 52,6 g N/kg TS. Det fundne kvælstofindhold i kvæg- og svinegylle er i overensstemmelse med normtallene (Poulsen, Børsting, Rom & Sommer, 2001), der for svinegylle er 90 – 104 g N/kg TS og for kvæggylle er 40 – 54 g N/kg TS alt afhængig af besætnings sammensætning og staldtype. Variationen i kvælstofindholdet var væsentlig højere for svinegylle end for de to typer kvæggylle.

Total-fosfor (P) for alle prøver lå mellem 7,7 og 28 g P/kg TS med et gennemsnit på $15,9 \pm 7,2$ g P/kg TS (figur 4). Fosforindholdet var som ventet væsentligt højere i svinegylle, $22,1 \pm 6,5$ g P/kg TS, end i kvæggylle, $10,8 \pm 1,3$ g P/kg TS. I følge normtallene indeholder svinegylle ca. 25 – 30 g P/kg TS og kvæggylle ca. 9 g P/kg TS (Poulsen, Børsting, Rom & Sommer, 2001). Dermed synes der at være god overensstemmelse mellem de fundne mængder totalfosfor og normtallene for både svine- og kvæggylle.

Metaller

Aluminium (Al) blev fundet i alle prøver i en koncentration, der lå væsentligt over analysens detektionsgrænse på 2,5 mg/kg TS (figur 5). Den gennemsnitlige koncentration for alle prøver var 666 ± 269 mg/kg TS med et minimum og maksimum på 220 og 1100 mg/kg TS. Der var tendens til lavere indhold af aluminium i svinegylle (503 ± 224 mg/kg TS) end i kvæggylle (798 ± 230 mg/kg TS). Drikkevand kan være en mulig kilde til fundene af aluminium. Grænseværdien for aluminium i drikkevand er 100 μ g/l. En ny rapport, Grundvandsovervågningen 2001, viser, at grænseværdien er overskredet i 23 % af de undersøgte drikkevandsboringer og at den højest fundne aluminiumkoncentration var 8.440 μ g/l (Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelser, 2001).

Arsen (As) blev fundet i 11 ud af de 29 prøver, hvilket svarer til fund af arsen i ca. 38 % af prøverne. Analysens detektionsgrænse for arsen var oplyst til 0,1 mg/kg TS. I mange tilfælde (58%) var detektionsgrænsen dog forhøjet på grund af interferens. Dette medførte, at arsen ikke kunne påvises i nogen af de fynske gylleprøver og kun i 65% af de jyske prøver (figur 6).

Barium (Ba) blev fundet i alle prøver i en koncentration, der lå betydeligt over analysens detektionsgrænse på 1,0 mg/kg TS (figur 7). Den gennemsnitlige koncentration for alle prøver var $43,7 \pm 10,2$ mg/kg TS med et minimum på 27,0 mg/kg TS og et maksimum på 63,0 mg/kg TS. Der var ingen væsentlig forskel i koncentrationsniveau mellem de forskellige gylletyper.

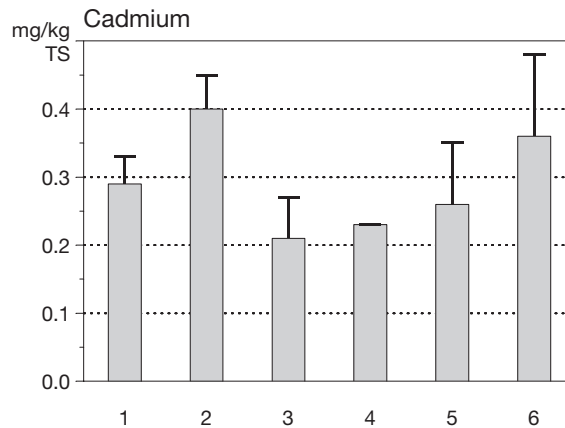
Bly (Pb) blev fundet i alle prøver i en koncentration $\geq 0,05$ mg/kg TS (figur 8). Gennemsnitskoncentrationen for alle prøver var $1,47 \pm 0,79$ mg/kg TS med laveste og højeste koncentration på henholdsvis 0,58 og 3,40 mg/kg TS.

Cadmium (Cd) blev påvist i alle gylleprøver i en koncentration liggende mellem 0,16 og 0,54 mg/kg TS (figur 9). Gennemsnitskoncentrationen var $0,30 \pm 0,10$ mg/kg TS. Detektionsgrænsen for analysen var relativ lav med en værdi på 0,01 mg/kg TS. Indholdet af cadmium synes lavere i økologisk kvæggylle ($0,22 \pm 0,05$ mg/kg TS) end i konventionel kvæggylle ($0,33 \pm 0,07$ mg/kg TS).

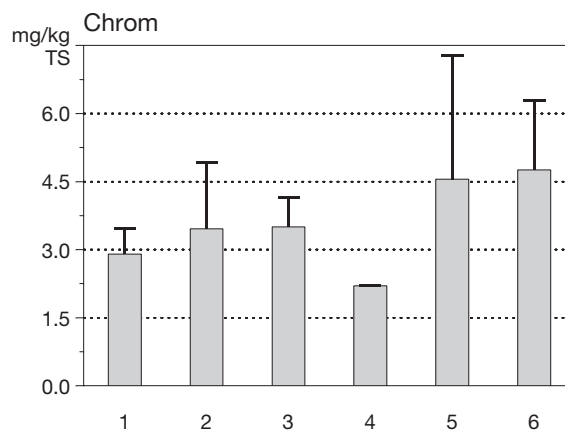
Chrom (Cr) blev fundet i alle prøver i en koncentration $\geq 1,0$ mg/kg TS (figur 10). Den laveste og højeste koncentration var 2,0 mg/kg TS og 11,0 mg/kg TS med et gennemsnit på $3,81 \pm 1,80$ mg/kg TS. Gennemsnitskoncentrationen var højere for svinegylle ($4,63 \pm 2,26$ mg/kg TS) end for kvæggylle ($3,14 \pm 0,94$ mg/kg TS); men specielt gennemsnitskoncentrationen for svinegylle dækker over betydelige variationer i chromkoncentrationen.

Kobber (Cu) blev fundet i alle prøver i en koncentration $\geq 3,0$ mg/kg TS (figur 11). Den gennemsnitlige koncentration var $198,5 \pm 228,2$ mg/kg TS. Der var et meget stort spænd i koncentrationen fra 20,0 mg/kg TS til 760,0 mg/kg TS. Kobberkoncentrationen var generelt meget lavere i kvæggylle ($48,8 \pm 29,1$ mg/kg TS) end i svinegylle ($382,8 \pm 231,8$ mg/kg TS), hvilket skyldes at kobber i nogle tilfælde tilsættes svinefoder som vækstfremmer. I en enkel prøve fra svinegylle var koncentrationen (26 mg/kg TS) dog på niveau med de laveste værdier i gruppen af kvæggylle.

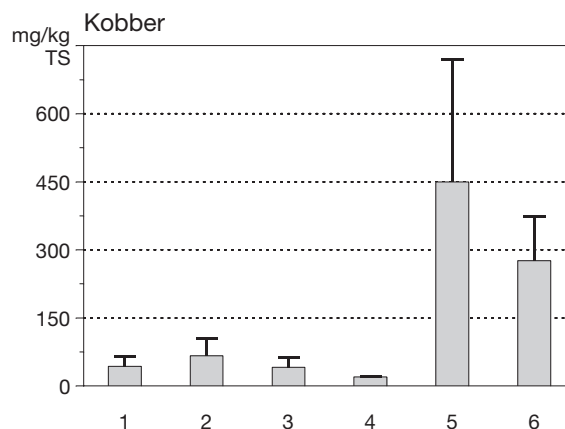
Nikkel (Ni) blev fundet i alle prøver i en koncentration $\geq 1,0$ mg/kg TS (figur 12). Gennemsnitskoncentrationen var $6,31 \pm 3,37$ mg/kg TS med en mindste og største koncentration på henholdsvis 2,0 og 13,0 mg/kg TS. Der var stor forskel på det gennemsnitlige koncentrationsniveau for kvæggylle ($4,11 \pm 1,26$ mg/kg TS) og svinegylle ($9,03 \pm 3,16$ mg/kg TS), hvor nikkelkoncentrationen generelt var noget højere i svinegylle. Årsagen til den højere nikkelkoncentration i svinegylle end i kvæggylle skyldes formodentligt, at tilsætningsstoffer i svinefoder som selen, zink, kobber, jern og mangan, ikke er 100 % rene; men også indeholder nikkel, selv om dette ikke



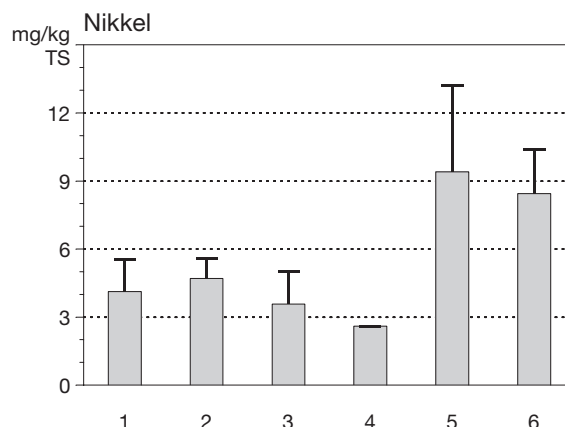
Figur 9 Gennemsnitlig koncentration af metallet, cadmium, og standardafvigelse (mg/kg tørstof) for de seks grupper af gylleprøver. Gruppe 1: jysk kvæggylle; gruppe 2: fynsk kvæggylle; gruppe 3: jysk økologisk kvæggylle; gruppe 4: fynsk økologisk kvæggylle; gruppe 5: jysk svinegylle og gruppe 6: fynsk svinegylle.



Figur 10 Gennemsnitlig koncentration af metallet, chrom, og standardafvigelse (mg/kg tørstof) for de seks grupper af gylleprøver. Se figurtekst 9 for en beskrivelse af grupperne.



Figur 11 Gennemsnitlig koncentration af metallet, kobber, og standardafvigelse (mg/kg tørstof) for de seks grupper af gylleprøver. Se figurtekst 9 for en beskrivelse af grupperne.



Figur 12 Gennemsnitlig koncentration af metallet, nikkel, og standardafvigelse (mg/kg tørstof) for de seks grupper af gylleprøver. Se figurtekst 9 for en beskrivelse af grupperne.

fremgår af foderindlægssedlerne. En enkel prøve udtaget fra svinegylle viste sig at indeholde relativt lidt nikkel, 2,0 mg/mg TS, hvilket svarer til de lavest fundne koncentrationer i kvæggylle. Det skal bemærkes, at det var den selvsamme svinegylleprøve, der havde lavt nikkel- og kobberindhold.

Selen (Se) blev fundet i 14 af 29 gylleprøver med en detektionsgrænse for analysen på 0,1 mg/kg TS (figur 13). Gennemsnitskoncentrationen var 0,56 ±

0,65 mg/kg TS med et maksimum på 2,00 mg/kg TS. Selen er et mikronæringsstof, der kan tilsættes både kvæg- og svinefoder.

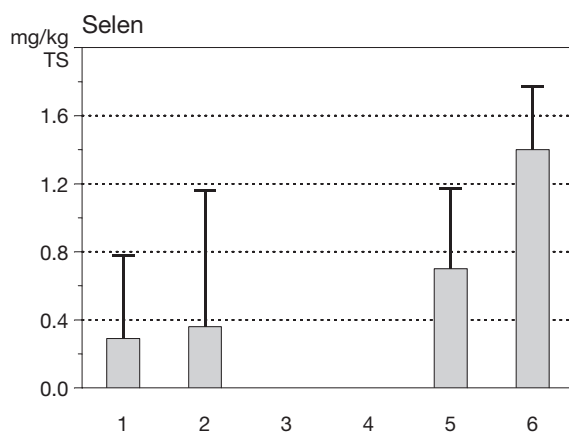
Zink (Zn) blev fundet i alle prøverne i en koncentration $\geq 5,0$ mg/kg TS (figur 14). Gennemsnitskoncentrationen på 550,0 ± 495,9 mg/kg TS dækker over en betydelig forskel i zinkindholdet mellem svine- og kvæggylle. Koncentrationen var højest i svinegylle med et maksimum på 1800,0 mg/kg TS og et noget lavere indhold i kvæggylle med et minimum på 120 mg/kg TS. Årsagen til den høje zinkkoncentration i svinegylle skyldes, at der i nogle tilfælde tilsættes zink til svinefoderet som vækstfremmer. Selvom zinkindholdet generelt var højt i svinegylle, var der dog en prøve som sammenholdt med de øvrige prøver svinegylle indeholdt meget lidt zink. Det var den prøve, hvor der også var et lavt indhold af kobber og nikkel. Det kunne tyde på, at der på denne bedrift anvendes svinefoder uden tilsætning af metaller som vækstfremmere.

Indholdet af metaller i gylle og slam

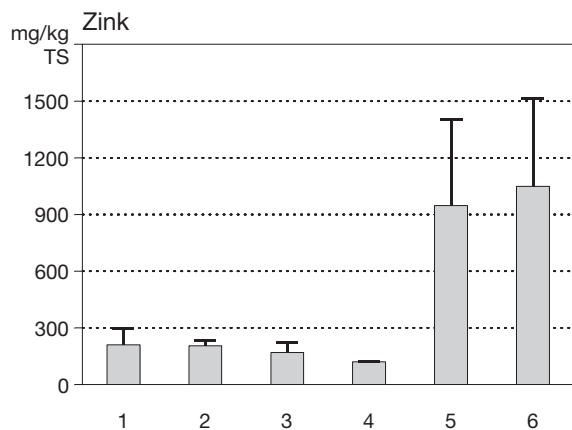
Flere af metallerne, der er analyseret for, er giftige for miljøet. Det drejer sig om arsen, bly, cadmium, chrom, kobber, nikkel og zink. Aluminium betragtes som ikke giftigt ved pH > 5. Barium er ikke giftigt for miljøet.

I Slambekendtgørelsen (Miljøstyrelsen 2000b) er der for de giftige metaller opsat grænseværdier for den højst tilladte koncentration af giftige metaller i slam. Dog findes der ingen grænseværdi for arsen. Overholdelse af grænseværdien betyder, at ud af de seneste 5 slamprøver skal mindst 75 % af analyseresultaterne ligge under grænseværdierne. Dog må ingen prøve overskride en grænseværdi med mere end 50 %. I nærværende undersøgelse var koncentrationen af metallerne, bly, cadmium, chrom, kobber, nikkel og zink, i gylle alle lavere end Slambekendtgørelsens grænseværdi (tabel 5).

Figur 13
Gennemsnitlig koncentration af metallet, selen, og standardafvigelse (mg/kg tørstof) for de seks grupper af gylleprøver. Gruppe 1: jysk kvæggylle; gruppe 2: fynsk kvæggylle; gruppe 3: jysk økologisk kvæggylle; gruppe 4: fynsk økologisk kvæggylle; gruppe 5: jysk svinegylle og gruppe 6: fynsk svinegylle.



Figur 14
Gennemsnitlig koncentration af metallet, zink, og standardafvigelse (mg/kg tørstof) for de seks grupper af gylleprøver. Se figurtekst 13 for en beskrivelse af grupperne.



Tabel 5
Sammenligning af målte maksimum koncentrationer af metaller i gylle fra nærværende undersøgelse og Slambekendtgørelsens grænseværdi (Miljøstyrelsen, 2000b).

Metal	Målt maksimum (mg /kg TS)	Slambekendtgørelsens grænseværdi (mg /kg TS)
Aluminium	1100	-
Arsen	1,3	-
Barium	63	-
Bly	3,4	120
Cadmium	0,54	0,8
Chrom	11	100
Kobber	760	1000
Nikkel	13	30
Selen	2	-
Zink	1800	4000

Pesticider

Der blev analyseret for 2 pesticider, parathion og DDT, og 2 nedbrydningsprodukter, parathion-methyl og DDE.

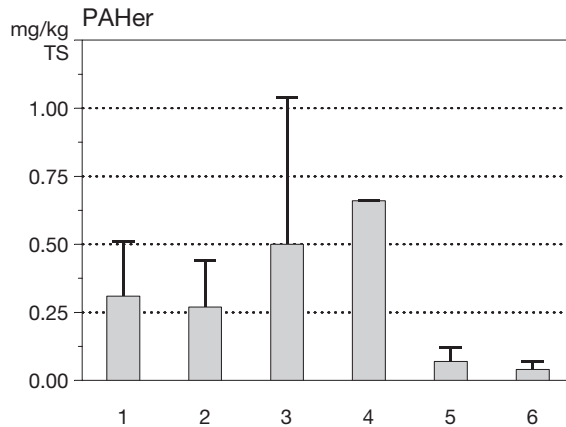
Anvendelse af insekticidet, parathion, har været forbudt i Danmark siden december 1992. Hverken parathion eller nedbrydningsproduktet, parathion-methyl, blev påvist i nogen af prøverne ved en detektionsgrænse på 0,01 mg/kg TS.

Pesticidet, DDT, har været forbudt at anvende i Danmark siden 1984. DDT og nedbrydningsproduktet, DDE, blev ikke påvist i nogen af prøverne ved en detektionsgrænse på 0,02 mg/kg TS.

Polyaromatiske hydrocarboner (PAH'er)

I alt blev der analyseret for 16 PAH-forbindelser. Heraf blev 3 forbindelser: acenaphthen, anthracen, og dibenz(a,h)anthracen, ikke påvist i nogen af gylleprøverne ved en detektionsgrænse på 0,01 mg/kg TS. De 13 påviste PAH-forbindelser i gylleprøverne blev fundet i et varierende antal prøver. Forbindelserne er i det efterfølgende listet med aftagende fundhyppighed i prøverne: dimethylnaphthalener 86 %, phenanthren 83 %, fluoranthen 38 %, pyren 31 %, benzfluoranthener (b+j+k) 17 %, trimethylnaphthalener 17 %, fluoren 17 %, chrysen/triphenylen 10 %, benz(ghi)perylen 7 %, benz(a)anthracen 7 %, benz(a)pyren 3 %, acenaphthylen 3%, indeno(1,2,3-cd)pyren 3 %. For stofferne, benz(a)pyren og benz(a)anthracen, som er kendt for at være carcinogene, var de gennemsnitlige koncentrationer i prøver med fund henholdsvis 0,013 og 0,165 mg/kg TS.

Den samlede koncentration af PAH-forbindelser i prøverne varierede mellem 0 og 1,12 mg/kg TS med et gennemsnit for alle prøver på $0,22 \pm 0,25$ mg/kg TS (figur 15). Med en detektionsgrænse på 0,01-0,02 mg/kg TS blev der ikke fundet PAH'er i 2



Figur 15
Gennemsnitlig samlet koncentration og standardafvigelse (mg/kg tørstof) for 16 analyse-rede polyaromatiske hydrocarboner (PAH) i de seks grupper af gylleprøver.
Gruppe 1: jysk kvæggylle; gruppe 2: fynsk kvæggylle; gruppe 3: jysk økologisk kvæggylle; gruppe 4: fynsk økologisk kvæggylle; gruppe 5: jysk svinegylle og gruppe 6: fynsk svinegylle.

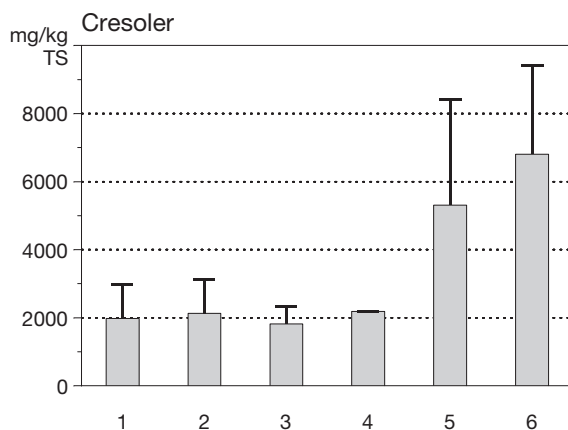
gylleprøver fra svin, medens der var fund i de øvrige gylleprøver, svarende til en samlet fundhyppighed på 93 %. PAH-koncentrationen var generelt noget højere i kvæggylle end i svinegylle.

Den gennemsnitlige samlede koncentration af PAH-forbindelser i gylle var for denne undersøgelse 0,22 mg/kg TS, hvilket er noget højere end de 0,10 mg/kg tørstof, der blev fundet i miljøprojektet (Hansen & Rasmussen, 1999). Det skal dog bemærkes, at miljøprojektets undersøgelse kun omfattede 9 PAH-forbindelser mod 16 PAH-forbindelser i nærværende undersøgelse.

I følge Slam bekendtgørelsen (Miljøstyrelsen 2000b) er afskæringsværdien for den samlede koncentration af PAH'er 3,0 mg/kg TS. Overstiger koncentrationen afskæringsværdien må slammet ikke udbringes på landbrugsjord. Afskæringsværdien for PAH'er er væsentligt højere end den højest målte PAH-koncentration i gylle, 1,12 mg/kg TS. Mulige kilder til fund af PAH'er i miljøet er atmosfærisk nedfald, tjære- og olieprodukter samt træimprægning. Flere af PAH'erne er kendte carcinogener.

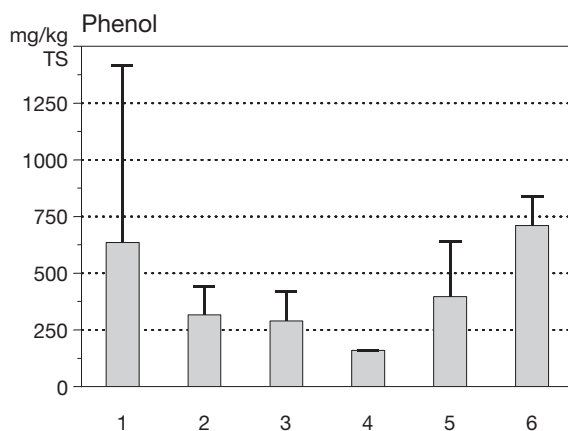
Figur 16

Gennemsnitlig samlet koncentration og standardafvigelse (mg/kg tørstof) for 3 cresoler (o-, m-, p-cresol) i de seks grupper af gylleprøver. Gruppe 1: jysk kvæggylle; gruppe 2: fynsk kvæggylle; gruppe 3: jysk økologisk kvæggylle; gruppe 4: fynsk økologisk kvæggylle; gruppe 5: jysk svinegylle og gruppe 6: fynsk svinegylle.



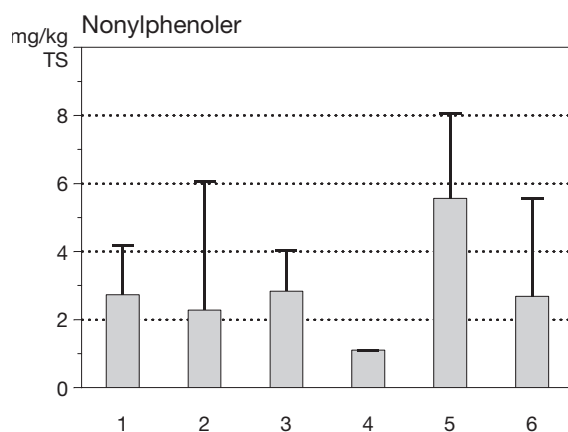
Figur 17

Gennemsnitlig koncentration og standardafvigelse (mg/kg tørstof) for phenol i de seks grupper af gylleprøver. Se figurtekst 16 for en beskrivelse af grupperne.



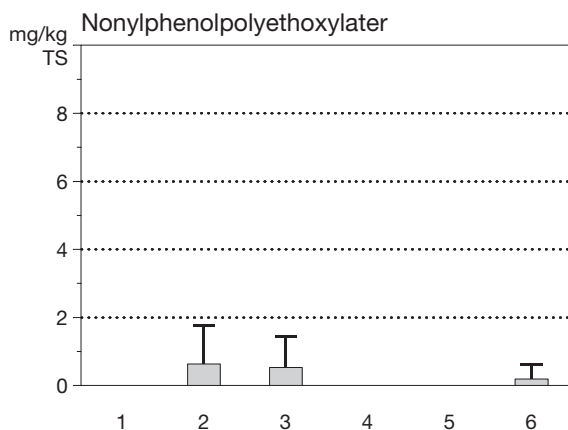
Figur 18

Gennemsnitlig koncentration og standardafvigelse (mg/kg tørstof) for nonylphenoler (NP) i de seks grupper af gylleprøver. Se figurtekst 16 for en beskrivelse af grupperne.



Figur 19

Gennemsnitlig koncentration og standardafvigelse (mg/kg tørstof) for nonylphenolpolyethoxylater (NP3-15EO) i de seks grupper af gylleprøver. Se figurtekst 16 for en beskrivelse af grupperne.



Polychlorede biphenyler (PCB'er)

I alt blev der analyseret for 7 PCB-forbindelser: PCB 28, PCB 52, PCB 101, PCB 118, PCB 138, PCB 153 og PCB 180. Detektionsgrænsen for de enkelte PCB-forbindelser var 0,005 mg/kg TS. I ingen af prøverne blev der fundet PCB.

Polychlorede biphenyler er uønskede i miljøet, da de både er giftige og hormonforstyrrende.

Phenol-forbindelser

Der blev analyseret for nonylphenoler, nonylphenolpolyethoxylater, phenol, o-cresol, m-cresol og p-cresol. Nonylphenol-mono- og -diethoxylater kunne ikke måles på grund af kromatografisk interferens. Detektionsgrænsen af phenolforbindelsen. For nonylphenoler var den 1 mg/kg TS, for nonylphenolpolyethoxylater 0,5 mg/kg TS, og for de øvrige phenolforbindelser var den 0,05 mg/kg TS.

Cresoler blev fundet i alle prøver: m-cresol og p-cresol blev fundet i alle prøver, medens o-cresol blev fundet i 27 prøver (figur 16). Generelt var indholdet af p-cresol højest (800-5900 mg/kg TS). Indholdet af m-cresol var meget varierende (16-6000 mg/kg TS), fra værende på samme niveau som p-cresol til en faktor 275 mindre. Koncentrationen af o-cresol var væsentligt lavere end for de to andre cresoler (0-0,2 mg/kg TS).

Indholdet af cresoler i gylle var ens for de to typer kvægbrug. Der imod var der stor forskel i indholdet af cresoler i gylle fra svin (5882,8 ± 2910,8 mg/kg TS) og kvæg (2008,1 ± 842,0 mg/kg TS). Cresoler udskilles naturligt ved omsætning af ligning, der er en væsentlig byggesten i planter. Det er derfor ikke overraskende, at indholdet er betydeligt højere i gylle end i slam, hvor der er fundet en koncentration på 0,020 mg/kg TS (Kristensen m. fl., 1996).

Phenol blev fundet i alle prøver i en koncentration mellem 120 og 2400 mg/kg TS og med et gennemsnit på 475,5 ± 425,4 mg/kg TS. Der var ingen klar tendens til niveauforskelle mellem de 6 grupper (figur 17).

Nonylphenol (NP) koncentrationen varierede mellem 0 og 8,9 mg/kg TS med et gennemsnit på 4,083 mg/kg TS for prøver med fund (figur 18). Nonylphenoler blev fundet i 83 % af prøverne.

Nonylphenolpolyethoxylater varierede i koncentration fra 0 til 2,6 mg/kg TS og blev fundet i 14 % af prøverne (figur 19). Gennemsnitskoncentrationen i prøver med fund var 1,432 mg/kg TS.

Den højeste tilladte mængde af nonylphenol med 0 - 2 ethoxygrupper i slam er 30 mg/kg tørstof (Miljøstyrelsen, 2000b). Fra 1. juli 2002 sænkes afskæringsværdien til 10 mg/kg TS. Det skal bemærkes, at der i Slambekendtgørelsen ikke er opsat afskærings-

værdi for indholdet af nonylphenolpolyethoxylater. Endvidere skal det bemærkes, at det i denne undersøgelse ikke var muligt at analysere for nonylphenoler med 1 – 2 ethoxygrupper. I betragtning af disse forhold vurderes det, at den observerede maksimum koncentration i gylleprøverne på 8,9 mg nonylphenol/kg TS og 2,6 mg nonylphenolpolyethoxylater/kg TS ligger tæt på den fremtidige afskæringsværdi for slam.

Sammenlignes resultaterne fra vores undersøgelse med miljøprojektet (Hansen & Rasmussen, 1999) findes vores koncentrationer at ligge betydeligt højere end de tidligere fundne. I miljøprojektet blev der kun fundet spor af nonylphenoler og nonylphenoler med 1 – 2 ethoxygrupper ved detektionsgrænser på henholdsvis 0,33 mg/kg TS og 0,41 mg/kg TS.

Nonylphenoler stammer blandt andet fra opløsningsmidler, maling og pesticider. Både nonylphenol og nonylphenolpolyethoxylater er hormonforstyrrende.

Chlorphenoler

Der blev kun analyseret for stoffet, 4-chlor-3-methylphenol. Der var ikke fund af stoffet i nogen af prøverne ved en detektionsgrænse på 0,05 mg/kg TS.

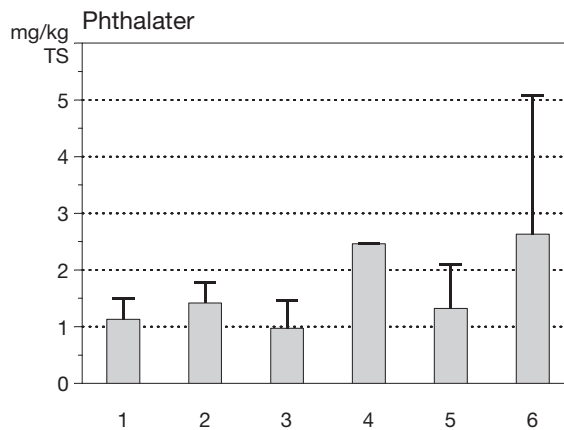
Fosfor-triesterer

I alt blev der analyseret for 4 fosfor-triesterer: tri-n-butylphosphat (TBP), tricresylphosphat (TCP), trichlorpropylphosphat (TCPP) og triphenylphosphat (TPP). TCPP havde en detektionsgrænse på 0,2 mg/kg TS; mens de øvrige stoffer havde en detektionsgrænse på 0,1 mg/kg TS. Stofferne, TCPP og TPP, blev hver især påvist i en prøve. Dermed var der fund af fosfor-triesterer i 7 % af prøverne. Den samlede koncentration af fosfor-triesterer varierede mellem 0 og 0,24 mg/kg TS med et gennemsnitskoncentration for prøver med fund på 0,21 mg/kg TS.

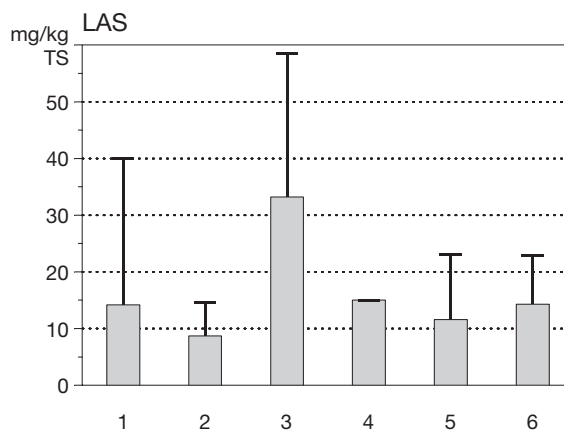
Phthalater

Der blev analyseret for 5 phthalater (figur 20). Heraf blev de tre stoffer, benzylbutylphthalat (BBP), di-(2-ethylhexyl)-adipat (DEHA) og di-n-octylphthalat (DNOP), ikke fundet i gylleprøverne ved en detektionsgrænse på 0,1-0,5 mg/kg TS.

Di-(2-ethylhexyl)-phthalat (DEHP) blev fundet i 97 % af prøverne ved en detektionsgrænse på 0,5 mg/kg TS. Minimum og maksimum koncentrationerne var henholdsvis 0 og 4,7 mg/kg TS. Gennemsnitskoncentrationen for alle prøver var 1,37 mg/kg TS. Til sammenligning med fandt man i miljøprojektet (Hansen & Rasmussen, 1999) en gennemsnitlig koncentration af DEHP i gylle på 0,68 mg/kg TS. De fundne koncentrationer af DEHP i gylle lig-



Figur 20
Gennemsnitlig koncentration og standardafvigelse (mg/kg tørstof) for 5 phthalater i de seks grupper af gylleprøver. . Gruppe 1: jysk kvæggylle; gruppe 2: fynsk kvæggylle; gruppe 3: jysk økologisk kvæggylle; gruppe 4: fynsk økologisk kvæggylle; gruppe 5: jysk svinegylle og gruppe 6: fynsk svinegylle..



Figur 21
Gennemsnitlig koncentration og standardafvigelse (mg/kg tørstof) for lineære alkylbenzensulfonater (LAS) i de seks grupper af gylleprøver. Se figurtekst 20 for en beskrivelse af grupperne.

ger betydeligt under afskæringsværdien for slam, der er 50 mg/kg TS (Miljøstyrelsen, 2000b).

Di-n-butylphthalat (DBP) blev fundet i 17 % af prøverne. Minimum og maksimum koncentrationerne i gylle var 0 og 1,30 mg/kg TS. Gennemsnitskoncentrationen for alle prøver var 0,15 mg/kg TS, hvilket er lidt lavere end gennemsnittet på 0,20 mg/kg TS fundet i miljøprojektet (Hansen & Rasmussen, 1999).

Phthalater anvendes i PVC som blødgørere og frigøres fra produkter af PVC. Phthalater er problematiske, da de er hormonforstyrrende.

Lineære alkylbenzensulfonater (LAS)

LAS, der indgår i gruppen af anioniske detergenter, blev fundet i 79 % af gylleprøverne ved en detektionsgrænse på 5 mg/kg TS. Koncentrationen varierede mellem 0 og 71 mg/kg TS med et gennemsnit for alle prøver på 14,5 ± 16,8 mg/kg TS. Inden for hver af de 6 grupper var der en betydelig variation i LAS-indholdet i gylle (figur 21). På grund af denne store variation synes der ikke at være nogen forskel i koncentrationsniveauet mellem grupperne. Miljøprojektet (Hansen & Rasmussen, 1999) fandt et no-

get højere gennemsnit af LAS i gylle, $40,9 \pm 27,8$ mg/kg TS.

I følge Slambekendtgørelsen er den nuværende afskæringsværdi for LAS 1.300 mg/kg TS-slam (Miljøstyrelsen, 2000b). Dermed ligger koncentrationsniveauet i gylle langt under afskæringsværdien for slam.

LAS findes blandt andet i rengøringsmidler og i visse pesticider som spredemiddel. LAS er giftigt for akvatiske dyr. Da LAS er letnedbrydeligt under aerobe forhold, er det formodentligt uproblematisk at udsprede gylle med den fundne mængde LAS.

Økotoksikologiske jordkvalitetskriterier

Miljøstyrelsen har fastsat økotoksikologiske jordkvalitetskriterier for en lang række miljøfremmede stoffer (Scott-Fordsmand m.fl., 1995; Jensen m.fl., 1997). Disse er et udtryk for hvilke jordkoncentrationer, der med nuværende videngrundlag ikke forventes at give effekter på organismer. Fastsættelse af et økotoksikologisk jordkvalitetskriterium for et given stof omfatter laboratorieforsøg, hvor det miljøfremmede stofs effekter på forskellige organismer undersøges, efterfulgt af en fastlæggelse af et forventet acceptabelt effektniveau for det mest følsomme økosystem.

Det er interessant at foretage en vurdering af, om udspredning af gylle kan medføre for høje jordkoncentrationer af miljøfremmede stoffer. Til dette formål anvendes harmonikravene for 2001, der maksimalt giver mulighed for at udsprede økologisk kvæggylle, svine- og kvæggylle svarende til henholdsvis 140 kg N/ha, 170 kg N/ha og 210 kg N/ha. Endvidere antages en pløjedybde på 20 cm og en densitet på 1,5 kg jord/liter.

Efter et års udspredning af gylle i en mængde svarende til harmonikravene vil de økotoksikologiske jordkvalitetskriterier ikke være overskredet for nogen af de analyserede stoffer. Fortsættes der i flere år med udspredning af gylle i en mængde svarende til de nuværende harmonikrav viser en konservativ beregning (ingen nedbrydning, omsætning eller tab), at de økotoksikologiske jordkvalitetskriterier vil være overskredet for nonylphenol i løbet af 3 – 5 år afhængig af om der udspredes svine-, kvæg- eller økologisk kvæggylle. For de øvrige analyserede stoffer vil de økotoksikologiske jordkvalitetskriterier tidligst være overskredet efter mere end 100 års udspredning af gylle (bilag 6).

Konklusion

Formålet med nærværende undersøgelse er at få overblik over forekomst og koncentrationsniveau af en række miljøfremmede stoffer i gylle. Undersøgelsen fungerer som forprojekt til gylleundersøgelser, der skal udføres i 2002 under det Nationale program for Overvågning af VAndmiljøet 1998-2003, der også kaldes NOVA 2003.

I denne undersøgelse blev der analyseret for en lang række miljøfremmede stoffer i 29 gylleprøver, hvoraf 18 er fra østjyske husdyrbrug og 11 er fra fynske husdyrbrug. Husdyrbrugene omfattede svinebrug samt konventionelt og økologisk kvægbrug.

Analyseprogrammet blev sammensat efter en nøje gennemgang af Miljøstyrelsens forslag til analyseprogram for husdyrgødning i NOVA 2003 (Miljøstyrelsen, 2000a). Denne gennemgang medførte udeladelse af stoffer, som ikke fandtes relevante, da de ikke formodes at have været anvendt i dansk landbrug. Til gengæld blev der inddraget stoffer, som der analyseres for i slam og samtidigt formodes at kunne forekomme i gylle, og som anses for at udgøre en potentiel risiko for miljøet. Analyseprogrammet for miljøfremmede stoffer i nærværende undersøgelse endte op med at spænde over følgende stofgrupper: tungmetaller, uorganiske sporstoffer, pesticider og deres nedbrydningsprodukter, PAH'er, PCB'er, phenol-forbindelser, chlorphenoler, fosfor-triestere, phthalater og LAS. Endvidere blev der analyseret for tørstofindhold, glødetab samt indholdet af totalkvælstof og totalfosfor.

Fund af miljøfremmede stoffer i gylle kan blandt andet stamme fra stoffer anvendt i stalde som rengørings- og desinfektionsmidler, yverplejemidler, skadedyrsbekæmpelse samt spild af olie- og benzin. En anden kilde til miljøfremmede stoffers forekomst i gylle er frigørelse af stoffer ved vask af overflader og inventar i stald. Andre mulige kilder er vask af sprøjteredskaber eller bortskaffelse af pesticidrester. Desuden kan dyrene udskille miljøfremmede stoffer, der har været i foderet - enten fordi foderet er forurenet med eller direkte tilsat miljøfremmede stoffer. En-

delig kan brugen af medicin eller vækstfremmere medføre fund af miljøfremmede stoffer i gylle. I nærværende undersøgelse er der ikke undersøgt for medicinrester i gylle.

Resultaterne af analyseprogrammet er resumeret i tabel 6. Phenolforbindinger, tungmetaller og uorganiske sporstoffer, phthalater, PAH'er og LAS blev fundet meget hyppigt, dvs. i mere end 75 % af prøverne. Fosfor-triestere blev fundet relativt sjældent, 7 % af prøverne. Pesticider, nedbrydningsprodukter af disse, PCB'er og chlorphenoler blev ikke fundet i nogen af de 29 gylleprøver.

En sammenstilling af husdyrbrugstyper viser markante forskelle i koncentrationsniveau i gylle mellem svine- og kvægbrug for metallerne: kobber, nikkel og zink. Forskellen skyldes brugen af zink og kobber som vækstfremmere tilsat svinefoderet. Den relative høje forekomst af nikkel i svinegylle skyldes formodentlig, at tilsætningsstofferne, zink og kobber, ikke er rene.

Der var ingen regionale forskelle i indholdet af miljøfremmede stoffer.

I Slambekendtgørelsen er der for udvalgte stoffer opstillet grænse- eller afskæringsværdier for den højst tilladte koncentration i slam (Miljøstyrelsen, 2000b). Ingen analyseresultater på tungmetallerne overskrider grænseværdierne i Slambekendtgørelsen. Anderledes stiller det sig for stoffer med afskæringsværdier. Her vurderes det, at de målte nonylphenolkoncentrationer i flere tilfælde ligger tæt på den fremtidige afskæringsværdi for slam. Stofferne, DEHP, LAS og PAH'er, ligger langt under afskæringsværdien for slam.

De økotoksikologiske jordkvalitetskriterier (Scott-Fordsmand m.fl., 1995; Jensen m.fl., 1997) vurderes at overskrides for nonylphenol inden for en kortere tidshorizont, hvis der årligt udspreddes gylle i en mængde svarende til de nuværende harmonikrav. Således viser en konservativ beregning, at de økotoksikologiske jordkvalitetskriterier vil være overskredet for nonylphenol i løbet af 2 - 4 år afhængig af, om

Stofgruppe	Analyseparametre (antal)	Prøver med fund (%)
Tungmetaller og uorganiske sporstoffer	10	100
Pesticider	2	0
Nedbrydningsprodukt af pesticider	2	0
PAH'er	16	93
PCB'er	7	0
Phenol-forbindelser	6	100
Chlorphenoler	1	0
Fosfor-triestere	4	7
Phthalater	5	97
LAS	1	79

Tabel 6
Analyseprogrammets stofgrupper, antallet af analyseparametre i stofgruppen og antal prøver med fund af mindst et stof fra stofgruppen i procent af de 29 gylleprøver.

der udspredes svine-, kvæg- eller økologisk kvæggylle. For de øvrige analyserede stoffer vil de økotoxikologiske jordkvalitetskriterier tidligst være overskredet efter mere end 100 års udspreddning af gylle.

Anbefalinger til NOVA gylleundersøgelsen i 2002

Det anbefales, at:

- alle prøver udtages af samme person/institution for at minimere usikkerhed og variation ved prøvetagning
- alle prøver analyseres af et laboratorium for at minimere usikkerhed og variation ved analyserne
- anvende et forenklet spørgeskema, da mange af de indsamlede data ikke kunne udnyttes
- indhente oplysninger om sammensætningen af anvendte foderblandinger
- beskære analyseprogrammet, der er anvendt i denne undersøgelse, så der kun analyseres for nedenstående stoffer. Stoffer er udeladt på grund af få/ingen fund i gylle eller fordi de ikke forventes at udgøre en potentiel risiko for miljøet.
 - de generelle parametre: tørstof, glødetab, total-N og total-P
 - metallerne: aluminium, cadmium, kobber, nikkel og zink
 - PAH'erne: dimethylnaphthalener, phenanthren, fluoranthen, pyren, benzfluoranthener (b+j+k), trimethylnaphthalener, fluoren, chrysen/triphenylen, benz(ghi)perylen, acenaphthen, dibenz(ah)anthracen, benz(a)anthracen, benz(a)pyren, acenaphthylen og indeno(1,2,3-cd)pyren
 - phthalaterne/blødgørerne: DEHP og DBP
 - phenolforbindelserne/detergenterne: nonylphenoler og nonylphenolpolyethoxylater
 - detergenten: LAS

• udvide analyseprogrammet, så der også analyseres for:

- phthalaten: dimethylphthalat (DMP), der indgår i yvervaske- og plejemidler
- alkoholethoxylater, der indgår i rengørings- og desinfektionsmidler anvendt på malkekvægsbedrifter
- antibiotika, der enten anvendes som vækstfremmere til sygdomsforebyggelse eller medicinsk behandling af syge dyr, og som kan øge risikoen for resistensudvikling hos bakterier. Det foreslås, at inddrage anvendte antibiotika fra grupperne: tetracycliner, sulfonamider, betalaktamer og makrolider.

Referencer

Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelser (2001). Grundvandsovervågning 2001. Miljøministeriet.

Hansen, L.S. & J.O. Rasmussen (1999). Miljøfremmede stoffer i husdyrgødning. Miljøprojekt nr. 485. Miljøstyrelsen, Miljø- og Energiministeriet.

Jensen, J., H.L. Kristensen & J.J. Scott-Fordsmand (1997). Økotoxikologiske jordkvalitetskriterier. Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen. Nr. 82. Miljøstyrelsen, Miljø- og Energiministeriet.

Kristensen, P, J. Tørsløv, L. Samsøe-Petersen & J.O. Rasmussen (1996). Anvendelse af affaldsprodukter til jordbrugsformål. Miljøprojekt nr. 328. Miljøstyrelsen, Miljø- og Energiministeriet.

Miljøstyrelsen (2000a). NOVA 2003. Programbeskrivelse for det nationale program for overvågning af vandmiljøet i Danmark 1998-2003. Redegørelse nr. 1. Miljøstyrelsen, Miljø- og Energiministeriet.

Miljøstyrelsen (2000b). Bekendtgørelse om anvendelse af affaldsprodukter til jordbrugsformål. (Slambekendtgørelsen). Miljø- og Energiministeriet.

Miljøstyrelsen (2001). Spildevandsslam fra kommunale og private renselanlæg 1999. Orientering fra Miljøstyrelsen nr. 3. Miljø- og Energiministeriet.

Poulsen, H.D., C.F. Børsting, H.B. Rom & S.G. Sommer (2001). Kvælstof, fosfor og kalium i husdyrgødning – normtal 2000. DJF rapport Husdyrbrug nr. 36. Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri, Danmarks JordbrugsForskning.

Scott-Fordsmand, J.J., J. Jensen, M.B. Pedersen & P. Folker-Hansen (1995). Økotoxikologiske jordkvalitetskriterier. Udvalgte stoffer og stofgrupper. Projekt om jord og grundvand fra Miljøstyrelsen. Nr. 13. Miljøstyrelsen, Miljø- og Energiministeriet.

Bilag 1

Spørgeskema vedrørende kemikalieanvendelse på bedriften

Navn	
Adresse	
Tlfnr	

Bedriften:

Driftsform (sæt x)	Konventionelt		Økologisk		Siden år:
--------------------	---------------	--	-----------	--	-----------

Areal i omdrift, der får gylle (ha)		Får du tilført biogasgylle til gyllebeholderen (sæt x)	Ja	Nej

Husdyrsammensætning:

Husdyrart	Antal	Race (sæt x)		Græsning	
		Stor	Jersey	mdr.	timer/dag
Malkekøer					
Ammekøer					
Opdræt, 0-6 mdr.					
Opdræt, 6 mdr.-kælvning					
Tyre, 0-6 mdr.					
Tyre, 6 mdr.- 328kg/440kg					
Årssøer					
Slagtesvin/år					
Smågrise/år					

Kraftfoder – vedlæg indlægssedler

Hvilke handelsnavne?	Anslået forbrug af foder siden sidste tømming af gyllebeholderen

Gylleproduktion (se oplysninger i gødningsplan)

Anslået produktion i det seneste år (m ³)	Nuværende mængde i gyllebeholderne	Dato

Gyllebeholder (se oplysninger i gødningsplan)

Gyllebeholder nr.	volumen (m ³)	alder	sidst tømt		Gylletilledning (sæt x)		
			dato	restmængde	daglig	ugentlig	sjældnere

Spørgeskema vedrørende kemikalier på bedriften

Vaskerutiner i stald

Kvægbrug				
Staldafsnit	Antal vask pr. måned	Tilledes rengøringsvand til gyllebeholder?	Middel ,handelsnavn evt. handelssted	Anvendt mængde pr. år
Malkestald				
Rørmalkningsledninger				
Mælketanke				
Malkefum				
Stald				
Andet				

Svinebrug				
Årssøer, farestald				
Årssøer, Drægtigheds-stald				
Slagtesvin				
Smågrise				
Andet				

Hvordan vaskes stalde (incl. vægge) (eks. spules med højtryksrensere):

--

Bilag 1

Andre kilder til kemikalier der kan ende i gyllen Overfladebehandling af vægge og skillerum

	Plastmaling (sæt x)	Kalket (sæt x)	Mursten (sæt x)	Andet (hvad)
Stalden				
Gulvet				
Gyllebeholder				

Bekæmpelsesmidler og andre kemikalier i staldene (f.eks mod lus, skab, klovblade eller til yverdesinfektion)

Navn (handelsnavn)	Kan det ende i gylletanken ?		Anslået forbrugt mængde siden sidste tømning
	Ja	Nej	

Anden tilledning til gyllebeholder:

Tilledning af:	Kan det ende i gylletanken ?		Handelsnavn	Anslået mængde af tilledte stof siden sidste tømning af gyllebeholder (g eller liter)
	Ja	Nej		
Smøremidler til fodringsanlæg eller lign.				
Pesticid fra tømning af emballage				
Pesticid fra vask af sprøjteudstyr				
Restpesticid fra sprøjtebeholder				
Andet kemikalie				
Andet:				
Overfladevand fra befæstede arealer				
Høsemøg				
Alje				
Fastgødning				
Andet:				

Analysemetoder - beskrivelse fra Miljøkemi.**MK-1061****Metaller i gylle***Princip:*

Den homogeniserede prøve destrueres med salpetersyre efter Dansk Standard DS 259. Aluminium, barium, chrom, kobber, nikkel og zink måles ved ICP-AES.

Analyseusikkerhed: RSD 10%, ved værdier mindre end 10 gange metodens detektionsgrænse dog op til 50%

MK-1070**Metaller i gylle***Princip:*

Den homogeniserede prøve destrueres med salpetersyre efter Dansk Standard DS 259. Arsen, bly, cadmium og selen måles ved atomabsorption med grafitovn.

Analyseusikkerhed: RSD 10%, ved værdier mindre end 10 gange metodens detektionsgrænse dog op til 50%

MK-2060**Miljøfremmede stoffer i gylle***Princip:*

Prøven gøres sur til pH 2 og ekstraheres med dichlormethan på rystebord. Efter inddampning og oprensning analyseres ekstraktet ved gaskromatografi med massespektrometrisk detektor ved selektiv ion monitoring (GC/MS-SIM). Der anvendes EI-ionisering. Der måles generelt to karakteristiske ioner. Til identifikation anvendes begge ioner, og til den kvantitative beregning anvendes den ene, normalt den dominerende ion.

Som interne standarder anvendes 2 deutererede phthalater, 5 deutererede PAH-forbindelser samt PCB 77.

Analyseusikkerhed: RSD 12% for PAH og blødgørere og 15 % for øvrige stofgrupper, ved værdier mindre end 10 gange metodens detektionsgrænse dog op til 50%.

MK-2234 mod. Phenoler og chlorphenoler i gylle*Princip:*

Prøven opslømmes i vand. En delprøve analyseres ved ekstraktiv derivatisering med eddikesyreanhydrid. Derivatet bestemmes ved gaskromatografi med massespektrometri (GC/MS).

Analyseusikkerhed: RSD 15%, ved værdier mindre end 10 gange metodens detektionsgrænse dog op til 50%.

MK-4031**Tørstof i gylle***Princip:*

Prøven tørres ved 105°C til konstant vægt.

Analyseusikkerhed: RSD 5%.

MK-3001**Glødetab af tørstof i gylle***Princip:*

Den tørrede prøve glødes ved 550°C i 3 timer.

Analyseusikkerhed: RSD 5%.

MK-4252**Total phosphor i gylle***Princip:*

Prøven destrueres med svovlsyre i tilstedeværelse reagenser og en katalysator. Her ved dannes orthophosphat, der omdannes til et kompleks, som måles spektrofotometrisk.

Analyseusikkerhed: RSD 5%.

MK-4268**Total kvælstof i gylle***Princip:*

Prøven destrueres med svovlsyre i tilstedeværelse reagenser og en katalysator. Syreopløsningen gøres alkalisk. Ammoniak dampdestilleres og titreres med salt-syre.

Analyseusikkerhed: RSD 5%.

MK-8230**LAS og nonylphenolpolyethoxylater i gylle***Princip:*

Prøven tørres og ekstraheres med basisk methanol. Ekstraktet analyseres ved reverse phase væskrokromatografi med massespektrometrisk detektor ved selektiv ion monitoring (LC/MS-SIM).

Analyseusikkerhed: RSD 15%, ved værdier mindre end 10 gange metodens detektionsgrænse dog op til 50%.

Notat om analyser af gylleprøver 2001 fra Miljø-Kemi

I tilknytning til NOVA-2003 er der i år 2001 gennemført et forprojekt vedr. undersøgelse af miljøfremmede stoffer i gylle. Miljø-Kemi har udført det pågældende analysearbejde for Fyns Amt, Vejle Amt og Århus Amt, og resultaterne er afleveret i 2 rapporter af 12.07.2001.

Miljø-Kemi's opgave har foruden selve analysearbejdet også omfattet den fornødne udvikling af de nødvendige analysemetoder. Endvidere er det aftalt, at Miljø-Kemi skulle udarbejde et notat, hvor resultaterne blev vurderet ud fra en analytisk synsvinkel, således at vore erfaringer kunne indgå i planlægningen af NOVA-programmets gyllemålinger, som er planlagt til 2002.

I årets undersøgelse er der udført analyser af ialt 29 gylleprøver.

Prøverne er analyseret for følgende stofgrupper:

- PAH-forbindelser (19 stk)
- Pesticider (DDT, DDE, parathion, parathion-methyl)
- Polychlorerede biphenyler (7 stk PCB-congenerer)
- Phenolforbindelser (phenol, cresoler)
- Chlorphenoler (4-chlor-3-methylphenol)
- Phosphor-triesterer (TBP, TCP, TCPP, TPP)
- Blødgørere (DBP, BBP, DEHA, DEHP, DOP)
- Detergenter (nonylphenoler, nonylphenolpolyethoxylater, LAS)
- Tungmetaller (Al, As, Ba, Pb, Cd, Cr, Cu, Ni, Se, Zn)
- Generelle parametre (tørstof, glødetab af tørstof, total-P, total-N)

Bemærk at nonylphenoler er opført under detergenter og ikke under phenolforbindelser.

For følgende stofgrupper er der ikke fundet indhold i prøverne over detektionsgrænsen: *Pesticider, PCB og chlorphenoler.*

PAH-forbindelser er fundet i alle prøver på nær to. For hovedparten af prøverne med indhold er der fundet de lette til middel-tunge PAH-forbindelser (primært dimethylnaphthalener, phenanthren, fluoranthen og pyren). To prøver indeholder tillige tunge PAH-forbindelser. PAH-forbindelserne i gylle må tilskrives generelle baggrundsværdier, og vi kan ikke pege på nogen dominerende kilde.

Phenoler er fundet i høje indhold i alle prøver. Der er fundet høje indhold af phenol, m-cresol og p-cresol, hvor indholdet af p-cresol er dominerende. Tilsvarende høje indhold kendes fra analyser af spildevandsslam, og indholdet af disse stoffer formodes at stamme fra nedbrydning af naturligt materiale. Der er således næppe tale om miljøfremmede stoffer.

Phosphor-triesterer er generelt ikke fundet i prøverne. Der er fundet indhold af TCPP i én prøve og TPP i én prøve. For begge er indholdet tæt på detektionsgrænsen. Stofferne anvendes som brandhæmmere og blødgørere, og de kan derfor stamme fra anvendelse af plast-materialer.

Blødgørere er fundet i alle prøver på nær én. Der er fundet DEHP i 28 prøver og DBP i 5 af de samme prøver. For hovedparten af prøverne er indholdet af DEHP på 0,5-2 mg/kg TS, to prøver skiller sig dog ud med indhold på henholdsvis 4,7 og 3,6 mg/kg TS. Indholdet af DBP er op til 1,3 mg/kg TS. Stofferne må formodes at stamme fra anvendelse af plast-materialer, men den direkte kilde kendes ikke.

Dimethylphthalat (DMP) er i Miljøprojekt 485/1999 listet som et stof der indgår i yvervaske- og plejemidler. Stoffet indgik ikke i Amternes undersøgelse, men kunne medtages i programmet for 2002.

Af *detergenterne* er der fundet nonylphenoler (NP) i 24 prøver, nonylphenol-polyethoxylater (NPPE) i 4 prøver og LAS i 23 prøver. Der er fundet indhold af NP på op til 8,9 mg/kg TS, af NPPE på op til 2,6 mg/kg

TS og af LAS på 5,1-27 mg/kg TS - 3 prøver skiller sig dog ud med indhold af LAS på henholdsvis 36, 57 og 71 mg/kg TS. For 2 prøver er der hverken fundet nonylphenoler, nonylphenolpolyethoxylater eller LAS.

En række alkoholethoxylater er i Miljøprojekt 485/1999 listet som stoffer der indgår i rengørings- og desinfektionsmidler anvendt i malkeanlæg, mælketanke og malkerum, rengørings- og desinfektionsmidler anvendt i stalde samt i yvervaske- og plejemidler. Stofferne indgik ikke i Amternes undersøgelse. Stofferne kan bestemmes ved samme metode som benyttes til nonylphenol-polyethoxylater (NPPE). Såfremt de ønskes medtaget i 2002, kan de derfor kombineres med analysen af NPPE. Vi skal dog nævne, at alkoholethoxylater ligesom LAS er letomsættelig under aerobe forhold, og derfor ikke kan forventes at være et problem i forbindelse med udbringning af gylle på marker.

For *tungmetallerne* er der primært fundet høje indhold af Al, Cu og Zn. Cu og Zn må formodes at stamme fra det anvendte foder.

Generelt gælder der, at det ikke kan udelukkes, at stoffer hvor der ikke er påvist indhold, ville kunne påvises med en analysemetode med lavere detektionsgrænse. Forud for årets målinger har vi imidlertid arbejdet med at sænke detektionsgrænserne for disse stoffer, og det vil

Prøverne har haft et meget variende tørstofindhold. Der bør ved prøvetagningen udvises skærpet opmærksomhed for prøver med meget lavt tørstofindhold, idet disse vil være vanskelige at udtage repræsentativt. Såfremt yderligere forhold ønskes diskuteret, står vi naturligvis til rådighed.

Med venlig hilsen

Birgitte Willumsen
akademiingeniør, M.Sc.

Nis Hansen
civilingeniør

Bilag 4
 Analyseresultater for gylleundersøgelsen præsenteret for de analyserede parametre med analysegennemsnit og standardafvigelse for alle prøver, antallet af prøver med fund over detektionsgrænsen, analysegennemsnit af prøver med fund fordelt på brugstype samt den målte maksimum og minimum koncentration.

Parameter	For alle prøver		Antal prøver med fund over detektionsgrænsen	Gennemsnit af prøver med fund			Maksimum koncentration	Minimum koncentration
	Analyse-gennemsnit	Standard afvigelse		Kvæg	Økologisk Kvæg	Svin		
Tørstof (%)	5,7	2,7	29	7,7	5,1	4,2	14,1	0,80
Glødetab (%)	75,8	4,4	29	78,4	77,4	72,9	83	66,9
Total N (g/kg TS)	76,4	36,7	29	53,2	50,8	105,7	150	38
Total P (g/kg TS)	15,9	7,2	29	11,0	10,2	22,1	28	7,7
		mg/kg TS	antal	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS
PAH-forbindelser								
PAH-sum	0,220	0,255	27	0,290	0,540	0,060	1,116	-
Benz(a)pyren	0,0004	0,000	1	-	0,013	-	0,013	-
Pesticider								
DDT	-	-	0	-	-	-	-	-
DDE	-	-	0	-	-	-	-	-
Parathion	-	-	0	-	-	-	-	-
Parathion-methyl	-	-	0	-	-	-	-	-
PCB								
PCB-sum	-	-	0	-	-	-	-	-
Phenol-forbindelser								
Nonylphenol (NP)	3,4	2,7	24	3,8	2,4	4,8	8,9	-
Nonylphenolpolyethoxylater (NP3-15EO)	0,20	0,58	4	1,58	1,60	0,97	2,60	-
Phenol	476	425	29	503	258	518	2400	120
o-Cresol	0,31	0,26	27	0,36	0,72	0,18	1,30	-
m-Cresol	1482	1686	29	389	185	2613	6000	16
p-Cresol	2262	1339	29	1351	1725	3269	5900	800
Chlorphenoler								
Chlor-methylphenol	-	-	0	-	-	-	-	-
Fosfor-triester								
Tri-n-butylphosphat	-	-	0	-	-	-	-	-
Tricresylphosphat	-	-	0	-	-	-	-	-
Trichlorpropylphosphat	0,008	0	1	-	-	0,24	0,24	-
Triphenylphosphat	0,006	0	1	0,17	-	-	0,17	-

Parameter	For alle prøver		Antal prøver med fund over detektionsgrænsen	Gennemsnit af prøver med fund			Maksimum koncentration mg/kg TS	Minimum koncentration mg/kg TS
	Analyse-gennemsnit	Standard afvigelse		Kvæg mg/kg TS	Økologisk Kvæg mg/kg TS	Svin mg/kg TS		
Phthalater								
Di-n-butylphthalat	0,15	0,37	5	0,65	0,56	1,09	1,30	-
Benzylphthalat	-	-	-	-	-	-	-	-
Di-(2-ethylhexyl)-adipat	-	-	-	-	-	-	-	-
Di-(2-ethylhexyl)-phthalat (DEHP)	1,37	0,90	28	1,20	1,21	1,71	4,7	-
Di-n-octylphthalat	-	-	-	-	-	-	-	-
Detergenter								
LAS	14,5	16,8	23	17,9	28,7	14,9	71,0	-
Metaller								
Aluminium	666	269	29	742	698	503	1100	220
Arsen	0,3	0,4	11	0,7	0,8	0,9	1,3	-
Barium	44	10	29	45	44	42	63	27
Bly	1,5	0,8	29	1,4	2,2	1,3	3,4	0,6
Cadmium	0,30	0,10	29	0,33	0,22	0,30	0,54	0,16
Chrom (III)	3,81	1,80	29	3,13	3,18	4,63	11,00	2,00
Kobber	199	228	29	53	36	383	760	20
Nikkel	6,3	3,4	29	4,4	3,3	9,0	13,0	2,0
Selen	0,56	0,65	14	1,3	-	1,1	2,0	-
Zink	550	496	29	208	158	986	1800	120

Bilag 5
 Gennemsnitlige koncentration af analyseparametre fordelt på brugstype er her sammenlignet med gylleundersøgelsen fra Miljøprojekt nr. 485 (Hansen & Rasmussen, 1999), slamundersøgelser fra Miljøprojekt nr. 328 (Krisensen m. fl., 1996) og fra kommunale og private renseanlæg i 1999 (Miljøstyrelsen, 2001). Til sammenligning er vist grænse- og afskæringsværdier fra Slambekendtgørelsen (Miljøstyrelsen, 2000b).

Parameter	Kvæg		Øko-kvæg		Svin		Miljøprojekt nr. 328 (slamundersøgelse)	Kommunale og private renseanlæg 1999	Grænse- og afskæringsværdier
	Under- søgelse 2001	Miljø- projekt nr. 485	Under- søgelse 2001	Miljø- projekt nr. 485	Under- søgelse 2001	Miljø- projekt nr. 485			
Tørstof (%)	7,7	8,5	5,1	6,1	4,2	3,3			
Glødetab (% af TS)	78,4		77,4		72,9				
Total N (g/kg TS)	53,2		50,8		105,7				
Total P (g/kg TS)	11,0		10,2		22,1				
	mg/kg TS gylle	mg/kg TS gylle	mg/kg TS gylle	mg/kg TS gylle	mg/kg TS gylle	mg/kg TS gylle	mg/kg TS slam	mg/kg tørstof slam	mg/kg tørstof slam
PAH-forbindelser									
PAH-sum	0,29	0,04	0,54	0,11	0,05	0,16		2,4	3,0
Benz(a)pyren	-		0,003		-		0,152		
Pesticider									
DDT	-		-		-		0,05		
DDE	-		-		-		0,05		
Parathion	-		-		-		0,05		
Parathion-methyl	-		-		-				
PCB									
PCB-sum	-		-		-		0,004		
Phenolforbindelser									
Nonylphenoler (NP)	2,5	spor	2,4	spor	4,5	spor	15,2	19,5	30
Nonylphenolpoly- ethoxylater (NP3- 15EO)	0,26		0,40		0,07				
Phenol	503		258		518		0,016		
o-Cresol	0,36		0,72		0,15		0,003		
m-Cresol	689		185		2613				
p-Cresol	1351		1725		3269		0,0178 (sum)		
Chlorphenoler									
Chlor-methylphenol	-		-		-				
Fosfor-triestere									
Fosfor-triestere, sum	0,01		-		0,02		1,82		

Parameter	Kvæg		Øko-kvæg		Svin		Miljøprojekt nr. 328 (slamundersøgelse)	Kommunale og private renseanlæg 1999	Grænse- og afskæringsværdier
	Under- søgelse 2001	Miljø- projekt nr. 485	Under- søgelse 2001	Miljø- projekt nr. 485	Under- søgelse 2001	Miljø- projekt nr. 485			
Phthalater									
Di-n-butylphthalat	0,05	-	0,14	0,15	0,25	0,43	3,88		
Benzylbutylphthalat	-		-		-				
Di-(2-ethylhexyl)- adipat	-		-		-				
Di-(2-ethylhexyl)- phthalat (DEHP)	1,20	0,25	1,21	1,67	1,57	0,62		23,9	50
Di-n-octylphthalat	-		-		-				
Detergenter									
LAS	11,9	24,4	28,7	26,7	12,6	64,4		1055,0	1.300
Metaller									
Aluminium	742		968		503			8	
Arsen	0,30		0,38		0,28		3,7		
Barium	45		44		42				
Bly	1,4		2,2		1,3		72,8	47,2	120
Cadmium	0,33		0,22		0,30		1,7	1,4	0,4
Chrom (III)	3,13		3,18		4,63		35,4	24,6	100
Kobber	53		36		383		287	220	1.000
Nikkel	4,4		3,3		9,0		29,8	20,5	30
Selen	0,32		-		0,97		1,9		
Zink	208		158		986		887	650,0	4.000

Bilag 6

Bilag 6

Belastning af jorde med miljøfremmede stoffer (mg/kg jord) ved udspreddning af kvæg-, økologisk kvæg- og svinegyfle svarende til nuværende harmonikrav (økologisk kvæg: 140 kg N/ha; svin: 170 kg N/ha; kvæg: 210 kg N/ha). Til sammenligning er opstillet de økotoxikologiske jordkvalitetskriterier (Scott-Fordsmand m.fl., 1995; Jensen m.fl., 1997), der er udtryk for jordkoncentrationer (mg/kg jord), der med nuværende viden ikke forventes at give effekter på organismer.

Parameter	Kvæg (mg/kg jord)	Øko-kvæg (mg/kg jord)	Svin (mg/kg jord)	Økotoxiko- logisk jordkvalitets- kriterie (mg/kg jord)
PAH-forbindelser				
PAH-sum	$3,8 \cdot 10^{-4}$	$5,0 \cdot 10^{-4}$	$2,7 \cdot 10^{-5}$	1,0
Benz(a)pyren	-	$2,8 \cdot 10^{-6}$	-	0,1
Pesticider				
DDT	-	-	-	
DDE	-	-	-	
Parathion	-	-	-	
Parathion-methyl	-	-	-	
PCB				
PCB-sum	-	-	-	0,01
Phenol-forbindelser				
Nonylphenoler (NP)	$3,3 \cdot 10^{-3}$	$2,2 \cdot 10^{-3}$	$2,4 \cdot 10^{-3}$	0,01
Nonylphenolpoly-ethoxylater (NP3-15EO)	$3,4 \cdot 10^{-4}$	$3,7 \cdot 10^{-4}$	$3,7 \cdot 10^{-5}$	
Phenol	$6,0 \cdot 10^{-1}$	$2,4 \cdot 10^{-1}$	$2,8 \cdot 10^{-1}$	
o-Cresol	$4,7 \cdot 10^{-4}$	$6,6 \cdot 10^{-4}$	$8,0 \cdot 10^{-5}$	
m-Cresol	$9,0 \cdot 10^{-1}$	$1,7 \cdot 10^{-1}$	1,4	
p-Cresol	1,8	1,6	1,8	
Chlorphenoler				
Chlor-methylphenol	-	-	-	0,01
Fosfor-triester				
Fosfor-triester, sum	$1,3 \cdot 10^{-5}$	-	$1,1 \cdot 10^{-5}$	
Phthalater				
Di-n-butylphthalat	$6,5 \cdot 10^{-5}$	$1,3 \cdot 10^{-4}$	$1,3 \cdot 10^{-4}$	0,1
Benzylbutylphthalat	-	-	-	
Di-(2-ethylhexyl)-adipat	-	-	-	
Di-(2-ethylhexyl)-phthalat (DEHP)	$1,6 \cdot 10^{-3}$	$1,1 \cdot 10^{-3}$	$8,4 \cdot 10^{-4}$	1,0
Di-n-octylphthalat	-	-	-	1,0
Detergenter				
LAS	$1,6 \cdot 10^{-2}$	$2,6 \cdot 10^{-2}$	$6,8 \cdot 10^{-3}$	5,0
Metaller				
Aluminium	1,0	$8,8 \cdot 10^{-1}$	$2,7 \cdot 10^{-1}$	
Arsen	$3,9 \cdot 10^{-4}$	$3,5 \cdot 10^{-4}$	$1,5 \cdot 10^{-4}$	2
Barium	$6,0 \cdot 10^{-2}$	$4,0 \cdot 10^{-2}$	$2,2 \cdot 10^{-2}$	
Bly	$1,8 \cdot 10^{-3}$	$2,0 \cdot 10^{-3}$	$7,1 \cdot 10^{-4}$	50
Cadmium	$4,4 \cdot 10^{-4}$	$2,0 \cdot 10^{-4}$	$1,6 \cdot 10^{-4}$	0,3
Chrom (III)				50
Chrom (IV)	$4,1 \cdot 10^{-3}$	$2,9 \cdot 10^{-3}$	$2,5 \cdot 10^{-3}$	2
Kobber	$7,0 \cdot 10^{-2}$	$3,3 \cdot 10^{-2}$	$2,1 \cdot 10^{-1}$	30
Nikkel	$5,7 \cdot 10^{-3}$	$3,1 \cdot 10^{-3}$	$4,8 \cdot 10^{-3}$	10
Selen	$4,2 \cdot 10^{-4}$	-	$5,2 \cdot 10^{-4}$	1
Zink	$2,7 \cdot 10^{-1}$	$1,4 \cdot 10^{-1}$	$5,3 \cdot 10^{-1}$	100

