

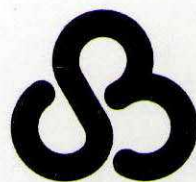
**RAPPORT TIL MILJØSTYRELSEN  
SLAM PÅ LANDBRUGSJORD:**

**Praktiske erfaringer hos  
slamproducent og slambruger**

**November 1989**

**Carl Bro as**

Rådgivende ingeniørfirma F.R.I



Carl Bro Gruppen

**RAPPORT TIL MILJØSTYRELSEN  
SLAM PÅ LANDBRUGSJORD:**

**Praktiske erfaringer hos  
slamproducent og slambruger**

**November 1989**

**MILJØSTYRELSEN  
BIBLIOTEKET  
Strandgade 29  
1401 København K**

**Carl Bro as**

Nordlandsvej 60  
8240 Risskov

Telefon: 86 21 03 11

Telefax: 86 21 08 55

| INDHOLDSFORTEGNELSE                                                       | Side |
|---------------------------------------------------------------------------|------|
| 1. Forord                                                                 | 1    |
| 2. Sammenfatning                                                          | 2    |
| 3. Introduktion                                                           | 6    |
| 4. Undersøgelsens metodik                                                 | 6    |
| 5. Resultater                                                             | 7    |
| 5.1 Slamproducenter, hvis slam anvendes til<br>gødningsformål             | 7    |
| 5.2 Slamproducenter, der slutdeponerer slam<br>på kontrolleret losseplads | 16   |
| 5.3 Slambrugere                                                           | 19   |
| 5.4 Jordbrugere, som ikke anvender slam                                   | 22   |
| 6. Kommentarer                                                            | 24   |
| 7. Konklusion                                                             | 27   |
| 8. Litteraturhenvisning                                                   | 28   |

## 1. FORORD

Nærværende projekt har haft til formål at indsamle praktiske erfaringer hos slamproducenter og slambrugere om anvendelsen af spildevandsslam som gødnings- og jordforbedringsmiddel. Der er desuden indsamlet oplysninger og holdninger hos potentielle slamleverandører, som i dag deponerer slammet på kontrolleret losseplads, og hos jordbrugere, som ikke anvender slam. Projektet er finansieret af Miljøstyrelsen under vandrensningsrådets forskningsprogram for spildevandsområdet.

Vi vil gerne have lov at takke alle de, som har deltaget i spørgeskema-/interviewundersøgelserne, samt styregruppemedlemmerne: H.J. Bendixen (Veterinær direktoratet), Tony Christensen (Miljøstyrelsen), Gertrud Knudsen (Miljøstyrelsen) samt Kirsten B. Sørensen (AUC).

November 1989

Peter Andreasen  
Karl Erik Jensen

## 2. SAMMENFATNING

Undersøgelsen er foretaget på baggrund af en spørgeskema-/interviewundersøgelse. I det følgende resumeres hovedresultaterne.

### SLAMPRODUCENTER, HVIS SLAM ANVENDES TIL GØDNINGSFORMÅL.

Slam, som anvendes til gødningsformål kommer fra renseanlæg med alle typer spildevandsrensning og slamstabilisering. Spildevandet, som slammet er et biprodukt af, har en mangfoldig oprindelse, men det kommer især fra byer og er industribelastet.

Den største slammængde spredes som et afvandet produkt med et gennemsnitligt tørstofindhold på ca. 23%. Det våde slam, som oftest kommer fra mindre renseanlæg, udspreddes med et tørstofindhold på ca. 5%. Slammet transporteres generelt over forholdsvis kort afstand og i gennemsnit 9 km.

Hvor omkostningerne til slamtransport og udspredding har kunnet opstilles, er de i gennemsnit opgjort til henholdsvis 28 kr./t og 35 kr./t., i 1988 priser excl. moms. Der er især en stor variation i spredningsudgifterne. De samlede bortskaffelsesomkostninger er beregnet til ca. 90 kr./t. Baseres dette beløb på tons slamtørstof, som er det egentlige produkt, beløber de samlede omkostninger sig til 419 kr./t TS. Transportomkostninger betales af producenten direkte eller indirekte gennem et mellemlid f.eks. en maskinstation, som sørger for den samlede bortskaffelse. Spredningsudgifterne betales hyppigst af producenten direkte til en maskinstation eller indirekte ved, at bruger spreder slammet og modtager et beløb for deponering og tidsforbrug. Der var ingen producenter, som modtog betaling f.eks. for slammets gødningsværdi.

Bortskaffelse af våd slam er oftest dyrere end for afvandet, beregnet pr. t TS. Dette betyder ikke nødvendigvis, at denne form er uøkonomisk, da der ikke er taget højde for afvandsudstyrets anlægs- og driftsudgifter. Disse er betragtelige og størst for små renseanlæg.

Der foreligger oftest en skriftlig aftale mellem producenten og slambruger om levering af slam, men det forekommer ikke generelt. Der afgives normalt ikke sikkerhedsstillelse mod eventuelle skader på jord og afgrøder som følge af slam anvendelsen.

Slammet spredes hovedsagelig forår og efterår og anvendelsen af mellemdpoter er udbredt som følge heraf. Depoterne findes enten hos slamproducenten eller hos en landmand med oplagingskapacitet.

Der spredes ofte 3-8 t TS pr. ha. hvert 3-5 år. Udspredningen foretages hyppigst af en maskinstation dernæst af slambrugeren. Slammet doseres således, at krav til tungmetalbelastning overholdes, og/eller der doseres efter fosfor og kvælstofbehovet i henhold til en gødningsplan. Sædvanligvis beregner producenten mængden. Det er ikke alle producenter, der ved, om en gødningsplan findes. Dette hænger sammen med, at slambrugeren generelt løser denne opgave senere.

Det administrative arbejde, herunder beregning af mængder/udarbejdelse af matrikelkort til angivelse af anvendte arealer for tilsynsmyndighed m.m., udføres oftest af slamproducenten eventuelt i samarbejde med brugeren. Arbejdet anses oftest som værende moderat til mindre tidsforbrugende, og anvendelsen af de administrative standarder vurderes som enkle eller midt imellem enkle og besværlige.

De fleste slamproducenter oplyser, at det er let at skaffe slambrugere. Færre angiver, at det er svært. De sidste angiver som årsag, at brugerne er angstelige overfor tungmetaller samt, at der ønskes sikkerhedsstillelse for eventuel skade på jord og afgrøder.

De fremtidige forventninger til afsætningen er delt i to lige store grupper, som henholdsvis angiver, at det bliver lettere og sværere. Et mindretal mener, at forholdene vil være uændrede. De som angiver, at det bliver sværere har angivet årsagerne som fremtidige krav om et mere håndterbart og mindre lugtende produkt, og/eller, at der vil blive stillet krav om sikkerhedsstillelse for eventuel beskadigelse af jord og afgrøder.

#### **SLAMPRODUCENTER, SOM SLUTDEPONERER SLAM PÅ KONTROLLERET LOSSEPLADS.**

Slammet som i undersøgelsen deponeres på losseplads kommer hovedsagelig fra mekaniske renseanlæg. Disse er repræsenteret i højere omfang end gældende for producenter, der anvender slammet til gødningsformål.

Årsagerne, til at slammet deponeres på losseplads, kan generelt opdeles i to grupper. Den ene gruppe har tungmetalbelastet slam, som ikke må udsprede, mens den anden benytter metoden af tradition. Ca. 30% af de i undersøgelsen industribelastede renseanlæg var tungmetalbelastede.

Et par slamproducenter deponerer for at undgå mellemdepot/oplagringskapacitet. Det formodes, at antallet af anlæg med tungmetalbelastet slam vil blive mindre, når de mekaniske renseanlæg udbygges. Den tilbageholdte tungmetalmængde vil i mange tilfælde kun stige begrænset, hvorimod

slammængden ca. fordobles, hvorved koncentrationen falder. Desuden begrænses tungmetaludledning fra industrierne. Disse forhold må formodes at bevirke, at større slammængder kan anvendes på landbrugsjord.

Slammet transporteres i gennemsnit ca. 22 km til deponi. Den gennemsnitlige transportudgift er 58 kr/t. Deponeringsafgiften incl. statsafgift er opgjort til ca. 107 kr./t. Deponeringsafgiften har oftest størst betydning for de samlede bortskaffelsessomkostninger, som i gennemsnit er opgjort til 232 kr./t. Dette beløb indeholder i enkelte tilfælde udover udgifter til transport og deponering også udgifter til lønninger m.m. Der er en tendens i materialet til, at det er billigere at deponere slam med et højt tørstofindhold end slam med et lavt.

Beregnet på basis af slamtørstof er den totale udgift i gennemsnit beregnet til 719 kr. pr. tTS. Dette beløb er mere end 50% højere end gennemsnittet for udgifterne til bortskaffelse ved udspreddning på landbrugsjord. Det er kun relativt få producenter som har vurderet økonomien i dette alternativ. De som har vurderet dette har oftest fundet, at deponering er dyrest eller udgiftsneutral.

#### **SLAMBRUGERE.**

Slambrugerne angiver alle på nær en, at brugen af slam til gødningsformål er økonomisk fordelagtig. Slammet anvendes på grund af gødningsværdi og jordforbedrende effekt.

Slambrugere har generelt konstateret positive effekter af anvendelsen. Der er konstateret mindsket behov for handelsgødning og en jordforbedrende effekt bl.a. mod udtørring. Det skal bemærkes, at sandede jorde er i overvægt, men også lerede og "mellem" jorde er repræsenteret.

Ca. 25% af brugerne har konstateret en negativ effekt. Det drejer sig om strukturskader/trykskader forårsaget af spredeskøretøjet, plastartikler samt vanskeligheder ved at dosere kvælstof på grund af svingende tørstofindhold.

#### **JORDBRUGERE, SOM IKKE ANVENDER SLAM.**

Flere jordbrugere, specielt de som ikke har store husdyrhold, har overvejet at anvende slam til gødningsformål. Slammet opfattes ikke som utiltalende/uhygiejnisk.

Årsagen til, at slammet ikke anvendes skyldes hovedsagelig manglende oplysninger om fordele og ulemper samt en vis usikkerhed om, hvorvidt jorden bliver udsat for kemiske forbindelser. Hovedparten ville være interesseret i at benytte slam til gødningsformål og vil genoverveje dette,

såfremt der stilles en skriftlig garanti om, at slammet ikke skader jorden eller afgrøder samt, at der vil blive betalt erstatning i modsat fald.

#### KOMMENTARER.

Slam er ingen standardvare. Slammets gødningsværdi afhænger bl.a. af, om der er fosforfjernelse på renseanlægget.

Afvandet slams fosfor- og kvælstofindhold giver uanset fosforfjernelse en gødnings- og nytteværdi pr. t, som i gennemsnit er højere end for svine- og kreaturgylle. Fosfor bidrager mere til gødningsværdien end kvælstof. Slammet har i forhold til husdyrgylle et lavere indhold af kalium, som må doseres som supplement for at dække afgrødernes behov.

Humus, som dannes i jorden ved nedbrydning af slam, er ikke forskellig fra humus fra husdyrgødning. De jordforbedrende effekter herunder modstandsdygtighed mod udtørring, øget porøsitet, større iobytningsskapacitet m.m. er ligeledes sammenlignelige. Det synes nødvendigt for at sikre et godt og tillidsfuldt samarbejde med slambrugeren, at slammets deklaration/indhold af bl.a. N, P, tørstof og tungmetalindholdelse repræsenterer det slam, som skal udsprede.

### 3. INTRODUKTION

I Danmark bortskaffes spildevandsslam, enten som et affaldsprodukt, idet det deponeres på kontrolleret losseplads eller afbrændes, eller slammet anvendes på landbrugsjord. I 1987 anvendes ca. 37% af slamproduktionen som gødningsmiddel. En større andel op til ca. 70% burde kunne anvendes /1/.

#### Lovgivning

Slambekendtgørelsen af november 1984 /2/ angiver rammerne for den nuværende anvendelse af spildevandsslam som gødnings- og jordbedringsmiddel på landbrugsjord. Denne har til formål, at minimere tungmetaltilførslen til landbrugsjorden, samt at minimere risikoen for spredning af sygdomme til mennesker og husdyr. Bekendtgørelsen står over for en snarlig udskiftning med en bredere bekendtgørelse, som omhandler anvendelsen af på landbrugsjord. Denne er en delvis skærpelse af slambekendtgørelsen, hvor bl.a. slammets indhold af tungmetaller ses i forhold til gødningsværdien. Der stilles desuden krav om kontrol af jordens tungmetalindhold, og der tages højde for en EF - harmonisering på området.

Nærværende rapport omhandler de praktiske erfaringer med at anvende slam som gødnings- og jordforbedringsmiddel under den nuværende lovgivning på området. Der er desuden indsamlet oplysninger fra potentielle kommunale slamleverandører, nemlig nogle af de som i dag deponerer slam på losseplads, og potentielle slambrugere.

#### UNDERSØGELSENS METODIK.

Der er udarbejdet fire forskellige spørgeskemaer som grundlag for indsamlingen af oplysninger fra:

**Kommunale slamproducenter, hvis slam udspreddes på landbrugsjord.**

**Kommunale slamproducenter, som deponerer slam på kontrolleret losseplads.**

**Slambrugere, hvilket er jordbrugere, som anvender slam til gødningsformål.**

**Jordbrugere, som ikke anvender slam.**

Disse grupper har enten fået tilsendt spørgeskemaerne, hvorefter modtageren er kontaktet for at afklare eventuelle spørgsmål før besvarelse, eller skemaerne er anvendt som grundlag for et interview pr. telefon eller ved et møde.

Spørgeskemaerne kan rekvireres hos Carl Bro as. Hvor der har været tale om målinger på slammet m.m. er talmaterialet angivet med et interval, gennemsnit + spredning, og antallet af besvarelser er angivet i en parentes. Antallet varierer ofte fra svar til svar som følge af, at ikke alle har kunne svare eller der er givet flere svar. Slammængder er angivet i tons (t) og tons tørstof (t TS).

På grund af det omfattende datamateriale har det været nødvendigt at begrænse omfanget af kommentarer til de enkelte spørgsmål. Ved de svar, hvor det har været muligt og fordelagtigt, er der udført simple statistiske vurderinger. Der er således anvendt metode for sammenligning af middelværdier (t-test) og regressionsanalyse. Der er valgt et signifikansniveau på 5%. Regressionskoefficienten er angivet med et r.

## 5. Resultater.

### 5.1 Slamproducenter, hvis slam anvendes til gødningsformål.

Der er indsamlet svar fra 19 kommuner, hvis slam spredes på landbrugsjord.

I de tilfælde, hvor kommunerne har angivet oplysninger fra flere renseanlæg, er disse behandlet under et. Hvor dette ikke har været muligt som følge af forskel i anlægstype m.m. stammer tallmaterialet fra det største renseanlæg i pågældende kommune.

|                                     |             |                     |      |
|-------------------------------------|-------------|---------------------|------|
| Belastning af renseanlæggene, PE*1: |             |                     |      |
| Interval                            |             | Gennem.+spredn.     | (n)  |
| 2000 - 256.000                      |             | 66.800 $\pm$ 75.300 | (19) |
| Ialt PE:                            | 1.270.000   |                     |      |
| Anlægstyper*2 (antal):              |             |                     |      |
| M(2), MK(2), MB(4), MBN(2)          |             |                     |      |
| MBNK(6), MBND(1), MBNDK(2)          |             |                     |      |
| Slamstabiliseringsmetode:           |             |                     |      |
|                                     |             |                     | (n)  |
| Aerobstabilisering                  |             |                     | (5)  |
| Anaerobstabilisering                |             |                     | (9)  |
| An- og aerobstabilisering           |             |                     | (2)  |
| Kalkstabilisering                   |             |                     | (3)  |
| Slamproduktion:                     |             |                     |      |
| Anlægstype                          | Interval    | Gennem.+spredn.     | (n)  |
|                                     | kg TS/PE/år | kg TS/PE/år         |      |
| M                                   | -           | 5,8 $\pm$ 0,4       | (2)  |
| MK (kalkfældning)                   |             | 138                 | (1)  |
| MK+MB                               | 7,2-22,8    | 11,5 $\pm$ 6,2      | (6)  |
| MBN+MBNK+                           |             |                     |      |
| MBND+MBNDK                          | 10-28       | 16,0 $\pm$ 5,3      | (10) |

Tabel 1. Opgørelse over anlægsbelastning og anlægstyper.

\*1 PE svarer til 60g BI<sub>5</sub>/d. \*2 Anlægstyper: M (mekanisk), B (biologisk), N (nitrifikation), D (denitrifikation) og K (fosforfjernelse).

Slam fra alle typer anlæg spredes på landbrugsjord

Af tabel 1 fremgår det, at slam, der anvendes som gødnings- og jordbedringsmiddel, produceres på alle typer renseanlæg fra simple mekaniske til

anlæg med både fosfor- og kvælstoffjernelse. Slammet stabiliseres hovedsagelig ved anaerobe- og aerobeprocesser, mens kalkstabilisering anvendes i mindre omfang. Spildevandet er oftest fra byer og er industribelastet. Produktionen af kalkfældet slam er usædvanlig høj.

|                 |          |                       |      |
|-----------------|----------|-----------------------|------|
| Tørstofprocent: |          |                       |      |
|                 | Interval | Gennemsn.+spredn. (n) |      |
|                 | %TS      | %TS                   |      |
| Våd slam        | 2-8      | 5 ± 2                 | (5)  |
| Afvandet slam   | 12-31    | 23 ± 6                | (14) |

|                             |          |                       |     |
|-----------------------------|----------|-----------------------|-----|
| Slammets fosforindhold (P): |          |                       |     |
|                             | Interval | Gennemsn.+spredn. (n) |     |
|                             | kgP/t TS | kgP/t TS              |     |
| Anlægstype:                 |          |                       |     |
| Med P-fjernelse             | 26-43    | 35 ± 6                | (7) |
| Uden P-fjernelse            | 8-22     | 16 ± 5                | (7) |

|                                                        |          |                       |      |
|--------------------------------------------------------|----------|-----------------------|------|
| Slammets kvælstofindhold (N):                          |          |                       |      |
|                                                        | Interval | Gennemsn.+spredn. (n) |      |
|                                                        | kgN/t TS | kgN/t TS              |      |
| Lav BI <sub>5</sub> -fjernelse (M+MK)                  |          |                       |      |
|                                                        | 22-37    | 30 ± 11               | (2)  |
| Højere BI <sub>5</sub> -fjernelse (alle excl. M og MK) |          |                       |      |
|                                                        | 25-72    | 40 ± 12               | (12) |

|                                          |            |                       |     |
|------------------------------------------|------------|-----------------------|-----|
| Tilbageholdelse af fosfor i slam pr. PE. |            |                       |     |
| Anlægstype:                              | Interval   | Gennemsn.+spredn. (n) |     |
|                                          | kgTP/PE/år | kgTP/PE/år            |     |
| Med P-fjernelse:                         | 0,33-1,10  | 0,53 ± 0,28           | (7) |
| Uden P-fjernelse:                        | 0,05-0,37  | 0,21 ± 0,11           | (7) |

Tabel 2. Opgørelse over det udsprede slams tørstof-, N- og P-indhold, + angiver signifikans.

#### Fosforindhold

Af tabel 2 ses, at fosforindholdet og tilbageholdelsen af fosfor pr. PE som forventet er højere i slam fra renseanlæg med fosforfjernelse end fra anlæg uden. Fosforindholdet er i gennemsnit 35 kg. P/t TS for anlæg med fosforfjernelse mod 16 kg P/t TS for anlæg uden. Tilbageholdelsen er 0,53 kg P/PE/år for anlæg med fosforfjernelse og 0,21 kg P/PE/år for anlæg uden.

|                                                                                     |          |                         |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------|-------------------------|-----|
| Slammets gødningsværdig af N og P                                                   |          |                         |     |
|                                                                                     | Interval | Middel + spredn. (n)    |     |
|                                                                                     | kr./t TS | kr./t TS                |     |
| Anlægstyper med P-fjernelse:                                                        |          |                         |     |
|                                                                                     | 464-550  | 520 ± 35                | (7) |
| Uden P-fjernelse:                                                                   |          |                         |     |
|                                                                                     | 163-417  | 335 ± 87                | (7) |
| Slammets nytteværdi baseret på 80% udnyttelse af fosfor (P) og 30% af kvælstof (N): |          |                         |     |
|                                                                                     | Interval | Gennemsn. + spredn. (n) |     |
| Anlægstype:                                                                         |          |                         |     |
| Med P-fjernelse                                                                     |          |                         |     |
|                                                                                     | 268-402  | 341 ± 47                | (7) |
| Uden P-fjernelse                                                                    |          |                         |     |
|                                                                                     | 92-265   | 196 ± 56                | (7) |
| Slammets nytteværdi af kvælstof i forhold til slammets samlede nytteværdi.          |          |                         |     |
|                                                                                     | Interval | Gennemsn.+spredn. (n)   |     |
|                                                                                     | kr/t TS  | kr/t TS                 |     |
| Med P-fjernelse:                                                                    |          |                         |     |
|                                                                                     | 6-15%    | 11 ± 4%                 | (7) |
| Uden P-fjernelse:                                                                   |          |                         |     |
|                                                                                     | 14-36%   | 25 ± 7%                 | (7) |

Tabel 3. Opgørelse over slammets gødnings- og nytteværdi. Priseniveau 1989 excl. moms. 1 kg N er sat til kr. 3,50. 1 kg P er sat til kr. 11,00 + angiver signifikans.

Gødnings- og nytteværdi

Af tabel 3 fremgår det, at gødningsværdien og nytteværdien af kvælstof og fosfor er højere for slam fra anlæg med P-fjernelse end fra anlæg uden. Gødningsværdien er således i gennemsnit 520 kr./t TS for anlæg med P-fjernelse og 335 kr./t TS uden. Nytteværdien, beregnet på baggrund af en 80% udnyttelse af P og 30% af N, andrager 341 kr./t TS for anlæg med 196 kr./t TS for anlæg uden P-fjernelse. For anlæg med P-fjernelse udgør nytteværdien af kvælstof af den samlede værdi relativt ca. 11% mod 25% for anlæg uden.

Udspredning

Slammet spredes i mindre omfang som et vådt produkt med et gennemsnitlig tørstof på 5% TS (5 ud af 19), end som afvandet med et gennemsnitlig tørstof på 23% (14 ud af 19). Slamproducenten, hvis slam anvendes til gødningsformål, oplagrer i overvejende grad (14 ud af 15) slammet i et mellemdapot inden udspredning. Slammet udsprede hovedsageligt (11 ud af 15) herfra om foråret/efteråret. En betydelig del af producenterne spreder slammet hele året (4 ud af 15).

Af disse synes der at være en tendens til, at flere udspreder våd slam, fremfor afvandet (2 ud af 5 med våd mod 2 ud af 11 med afvandet slam).

Slam fra septik-  
tanke

18 ud af 19 anlæg modtager septisk slam. Hovedparten (14 ud af 18) tilleder slammet i anlæggets tilløb, mens 4 stabiliserer/behandler det separat.

Aftale mellem pro-  
ducent og bruger

Slammet aftages ofte på baggrund af en skriftlig aftale (13 ud af 19), men en stor del aftages uden en sådan (6 ud af 19). Der foreligger kun en sikkerhedsstillelse fra producenten mod en negativ indvirkning på jord/afgrøder i et enkelt tilfælde, mens de øvrige ikke har en aftale herom (18 ud af 19).

Kontakten til landbruget er etableret både ved direkte forespørgsel (10 ud af 19), annoncer (3 ud af 19) og konsulent/mellemledskontakt (6 ud af 19).

Afvandet slam transporteres oftest i containere af et vognmandsfirma til enten mellemdetot eller direkte til en plads/mark, hvorfra slammet læsses (ofte med en frontlæsser) på en gødningsspreder. Det våde slam transporteres generelt i en gyllespreder eller en slamsuger.

Ved leverancen af slam til slambrugere entrerer slamproducenten ofte med et mellemlid (11 ud af 19). Mellemlidet har i enkelte tilfælde været et specialfirma (2 ud af 11), men i højere grad en maskinstation, som i forvejen har landbruget som kundekreds (9 ud af 11).

Dosering af slam

Slammængden, som udspredes, beregnes hyppigst af slamproducenterne (10 ud af 18). I færre tilfælde beregner slambrugeren (5 ud af 18) eller konsulent/maskinstationen (3 ud af 18) mængden. Der er forholdsvis mange producenter, som ikke er klar over om slammets gødningssværdi indgår i en gødningssplan (8 ud af 17). Der er dog ingen som mener, at slammet ikke indgår i en sådan plan. Slammets dosering på landbrugsjorden foretages i halvdelen af tilfældene på baggrund af overholdelse af max. tilladelig tungmetaldosering (8 ud af 16) eventuelt i kombination med fosfordoseringen (3 ud af 16). I mindre omfang doseres efter slammets gødningssværdi ved hjælp af fosforindholdet (3 ud af 16) og fosfor- og kvælstofindholdet (2 ud af 16). Der er ingen som oplyser, at der kun doseres efter kvælstofindholdet. Der spredes hyppigst 3-8 t TS pr. ha. hvert 3-5 år.

Maskinstation og  
slambrugere ud-  
spredt slammet

Udspredningen af slammet foretages i overvejende grad af en maskinstation (11 ud af 19), og i mindre omfang af slambrugeren (7 ud af 19).

Det er kun i et enkelt tilfælde slamproducenten som udfører dette.

Det er hyppigst forekommende, at slamproducenten betaler for udspreddingen (14 ud af 19), i de resterende tilfælde udfører brugeren dette arbejde (5 ud af 19). Knap en fjerdedel af slambrugerne modtager penge for deponering af slammet (5 ud af 19). Det er nogenlunde lige så hyppigt, at andre (mellemlid) modtager penge herfor. Halvdelen af producenterne betaler således ikke for deponeringen.

#### Spredningsudstyr

Udspreddingen af afvandet slam foretages hyppigst med en tallerkenspreder (6 ud af 13), mens sprederne med vandrette (4 ud af 19) og lodrette spreddingsvalser (3 ud af 13) anvendes nogenlunde lige hyppigt. Der er en vis udsikkerhed m.h.t., hvilken type spreder der er bedst, idet kun godt halvdelen af de spurgte har svaret (8 ud af 13). Tallerkensprederen anses af de fleste som det bedste udstyr (6 ud af 8), men også lodrette og vandrette (1 ud af 8) anses for det bedste udstyr.

Det våde slam spredes hyppigst med gyllespreder (4 ud af 5), men nedfældning anvendes også (1 ud af 5).

#### Aministration

Det administrative arbejde udføres oftest af slamproducenten, eventuelt i samarbejde med slambrugeren (11 ud af 18). De resterende overlader dette til konsulenter eller maskinstationer (7 ud af 18) eventuelt i samarbejde med producenten. Arbejdet anses for at være moderat (8 ud af 15) til mindre (5 ud af 15) tidsforbrugende. Der anvendes i gennemsnit 4 timer pr. uge i forårs- og efterårsmånederne, i alt anvendes gennemsnitlig 78 timer pr. år.

De administrative standarder (slambekendtgørelsen) opfattes af ca. halvdelen som enkle mens de resterende, delt i to næsten lige store grupper (7 ud af 16) anser dem som midt imellem enkle og besværlige eller besværlige.

#### Ikke-administrativt arbejde

Det ikke-administrative arbejde, herunder slamtransport, udspredding og analyser andrager mindre end 5 timer pr. uge i alle på nær et tilfælde (15 ud af 16), hvor der anvendes mere end 15 timer pr. uge (ca. 720 timer pr. år). Denne producent spreder selv slammet.

| Emne                                                          | Interval | Gennemsn. + spredn. (n) |
|---------------------------------------------------------------|----------|-------------------------|
| Transport afstand mellem renseanlæg og udspretningsareal, km: |          |                         |
| 2-100                                                         |          | 9 ± 4* (12)             |
| Transportudgift kr./t:                                        |          |                         |
| 15-40                                                         |          | 28 ± 7 (11)             |
| Spredningsudgift kr./t:                                       |          |                         |
| 10-80                                                         |          | 35 ± 29 (6)             |
| Totaludgift kr./t:                                            |          |                         |
| 25-169                                                        |          | 90 ± 49 (14)            |
| Totaludgift kr./t TS:                                         |          |                         |
| 71-694                                                        |          | 419 ± 208 (14)          |

Tabel 4. Opgørelse over transportafstande og udgifter for transport og udspretningen af slam, samt totaludgift prisniveau 1988 excl. moms. \* Der er udeladt to afstande som følge af usædvanlig høje værdier (ca. 75 og 100 km).

Transport- og udspretningsomkostninger

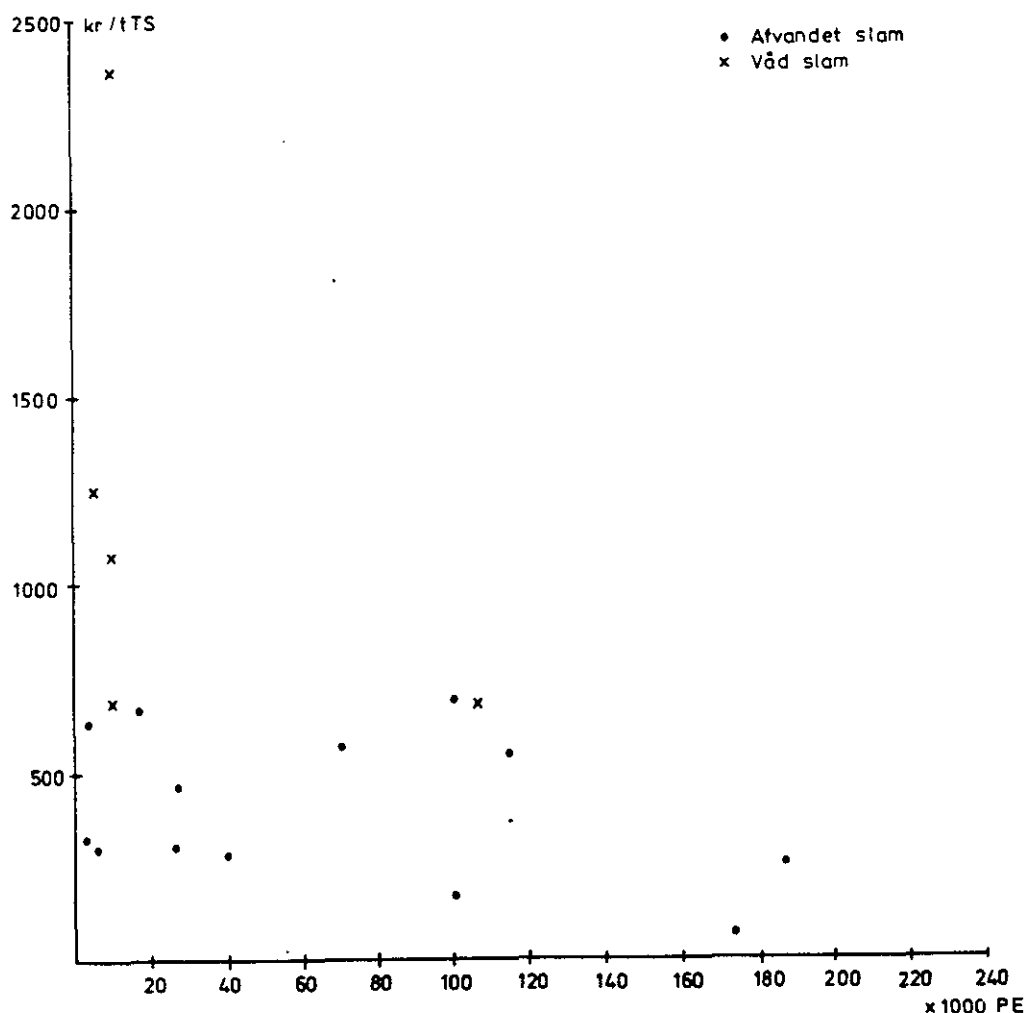
Som det ses af tabel 4 er der en meget varierende afstand fra 2 til 100 km mellem renseanlæg og udspretningssted. Frasorteres de højeste værdier er der dog generelt en forholdsvis kort afstand på 9 km i gennemsnit. Slammet spredtes oftest inden for kommunegrænsen. Transportudgifterne ligger i et forholdsvis snævert interval og gennemsnitsværdien er ca. 28 kr./t slam (svarer ca. til 28 kr./m<sup>3</sup>). Der er ingen klar sammenhæng mellem transportudgift og transportafstand, hvilket sandsynligvis skyldes det forholdsvis snævre interval for transportafstanden. Spredningsudgiften varierer forholdsvis meget, hvilket ikke alene skyldes, at der er tale om spredning af både afvandet og vådt slam (gennemsnitsudgiften er 35 kr./t. slam), men også forskelle i prissætning. Vådt slam kan ofte transporteres og spredes for 25-35 kr./t.

Samlede udgifter ved slambortskaffelsen

Den samlede pris for bortskaffelsen af afvandet slam eksklusiv behandling på renseanlægget varierer fra 18 kr./t til 196 kr./t. Gennemsnittet er på 90 kr./t. totaludgiften indeholder ud over transport- og spredningsudgiften i flere tilfælde udgifter for deponering og leje af mellemdpot.

Der har ikke været tilstrækkeligt med svar til at kunne videregive oplysninger om udgiften til tilladelse til deponering, betaling for levering af slam, konsulentudgiften eller lønudgift ved bortskaffelsen. Der er enkelte som angiver, at der betales skadeserstatning, når slammet om sommeren transporteres over mark til mellemdpot, og afgrøderne beskadiges ved kørslen.

Når udgifterne beregnes for bortskaffelsen af det egentlige biprodukt, nemlig slamtørstoffet, stiger priserne væsentligt. Dette skyldes, at der generelt transporteres ca. 80% vand i afvandet slam. Gennemsnits bortskaffelsesprisen for afvandet slam, når der ses bort for udgiften internt på renseanlægget, udgør 419 kr. pr. t. TS. Prisen pr. t. TS udviser en tilnærmelsesvis lineær tendens mod prisen pr. t (r = 0,80), således at jo højere pris pr. t desto højere pris pr. t TS. Dette forhold skyldes slammets vandindhold. Der synes derimod ikke i det samlede materiale at være en klar tendens til, at omkostningerne pr. PE aftager for afvandet slam med slammets tørstofproducenten (r = - 0,19). Dette kan skyldes, at andre faktorer bl.a. slamproduktion, transport- og spredningsudgiften har større betydning end selve tørstofprocenten. Man kan således ikke generelt antage, at bortskaffelsen på landbrugsjord bliver billigere jo mere man afvander slammet.



Figur 1. Pris for bortskaffelse af slam (kr. pr. t TS) mod anlæggets aktuelle belastning i PE.

Våd slam er dyrere  
at bortskaffe end  
afvandet

Som det ses at figur 1 er priserne for bortskaffelse af vådt slam betydeligt højere end for afvandet slam.

Der er en tendens til, at prisen for bortskaffelse af afvandet slam falder med anlæggets aktuelle belastning i PE ( $r = -0,40$ ).

Ønsker til udstyr

Vedrørende ønsker om udvikling/anvendelse af specielt udstyr har der været en stor gruppe, som ingen ønsker har haft (7 ud af 19). Der var to lige store grupper, som havde ønsker om udstyr til afvanding og spredning (4 ud af 19). Der har været ønsker om slamstabilisering (2 ud af 19), kompostering og afbrænding (1 ud af 19).

Ønsker til administrative værktøjer

Slamproducenterne har desuden svaret, at de har ønsker om fortrykte beregningsark for beregning af udspredning/gødningsværdi/registrering af tungmetaller (11 ud af 25 svar). Der er en stor gruppe som kunne ønske EDB-programmer til styring/registrering af udspretningsmængde samt anvendte arealer/gødningsværdi m.m. (9 ud af 25). En mindre gruppe har ønsket kurser om slam (5 ud af 25).

Nuværende afsætning af slam

Der er ingen slamproducenter, som har angivet, at samarbejdet med slambrugeren er dårligt. Tværtimod angiver 11 ud af 17, at det er godt, og 6 angiver, at det er tilfredsstillende. Hovedparten (14 ud af 18) angiver, at det er let at skaffe slambrugere. Færre angiver, at dette er vanskeligt, hvilket forklares med, at landmænd er ængstelige over for tungmetaller og uspecifikke kemiske stoffer samt, at landmændene ønsker garanti mod en negativ virkning på jorden m.m. Slammets lugt og udseende anses overvejende at være uden indflydelse på afsætningen (13 ud af 18).

Fremtidig afsætning

Svarende vedrørende de fremtidige muligheder for at kunne sprede slam på landbrugsjord kan opdeles i to hovedgrupper. Knap halvdelen mener, at det bliver lettere (7 af 17), mens et tilsvarende antal mener det modsatte. Et mindretal mener, at forholdene vil være uændrede (3 ud af 18). Slambrugernes krav til kvaliteten af slammet forventes at blive et lugtfrit og mere håndterbart produkt (15 ud af 18), og hovedparten (13 ud af 18) mener, at der vil blive stillet krav om sikkerhedsstillelse for eventuel beskadigelse af afgrøder og landbrugsjorden.

## 5.2 SLAMPRODUCENTER, DER SLUTDEPONERER SLAM PÅ KONTROLLERET LOSSEPLADS.

I det følgende opgøres svarene fra slamproducenter, der deponerer slam på losseplads.

|                                            |             |                     |      |
|--------------------------------------------|-------------|---------------------|------|
| Belastning, PE:                            | Interval    | Gennemsn. + spredn. | (n)  |
|                                            | 3500-140000 | 50000 ± 48000       | (15) |
| Ialt:                                      | PE: 755000  |                     |      |
| Anlægstyper: M(9), MK(1), MB(4), MBNDK (1) |             |                     |      |
| Slamproduktion (kg TS/PE/år)               |             |                     |      |
|                                            | Interval    | Gennemsn. + spredn. | (n)  |
| Anlægstype                                 |             |                     |      |
| M                                          | 5,5-32      | 15,7 ± 8,7          | (8)  |
| MB                                         | 2,5-15,5    | 10,4 ± 6,9          | (3)  |
| MK                                         | 12          |                     | (1)  |
| MBNDK                                      |             |                     | (1)  |
| Slamstabiliseringsmetode, antal:           |             |                     |      |
| Anaerobstabilisering                       |             |                     | (12) |
| Aerobstabilisering                         |             |                     | (1)  |
| Kalkstabilisering                          |             |                     | (1)  |
| Anaerob- og aerob-stabilisering            |             |                     | (1)  |

Tabel 5. Opgørelse over belastning, anlægstyper, slammængde og stabilisering for slamproducenter, der deponerer slam på losseplads.

### Anlægstyper

Som det ses af tabel 3, er der overvejende tale om mekaniske renseanlæg (9 ud af 15). Slammet stabiliseres overvejende anaerobt (12 ud af 15), men aerobstabilisering og kalkstabilisering er repræsenteret.

Der har været forholdsvis få slamproducenter, som har fået analyseret slammet for næringssalte (6 ud af 15), hvorfor disse resultater ikke er præsenteret.

| Oprindelse             | Industri | Uden Industri | Ialt   |
|------------------------|----------|---------------|--------|
| By                     | 10 (7)   | 2 (0)         | 12 (7) |
| Spredt be-<br>byggelse | 1 (0)    | 2 (0)         | 3 (0)  |
| Ialt                   | 11 (7)   | 4 (0)         | 15 (7) |

Tabel 6. Opgørelse over oprindelse af spildevandet. Renseanlæg, som modtager mere end 10% af belastningen fra industrier, er pr. definition industribelastede. Tallene i parentes angiver antallet, som deponerer på losseplads som følge af tungmetaller.

Anlæg som har tungmetalproblemer er industribelastede

Af tabel 6 ses det, at hovedparten af renseanlæggene modtager spildevand fra byer (12 ud af 15). Heraf er hovedparten industribelastede (10 ud af 12). Det er kun industribelastede anlæg, (7 ud af 11), som deponerer slammet på losseplads p.g.a. tungmetalindholdet. Ud af disse ville hovedparten (6 ud af 7) sprede slammet på landbrugsjord, hvis kilderne til tungmetallerne kunne fjernes.

Deponering skyldes ofte tradition

Af de producenter, som ikke har tungmetalproblemer, angiver de fleste (7 ud af 8), at deponeringsformen skyldes en tradition. En enkelt angiver som årsag, at anvendelsen af mellemdepot undgås. Indirekte har en anden slamproducent samme svar, idet lossepladsen kun anvendes, når jorden er frossen, og slammet derfor ikke kan udsprede på landbrugsjord. Der er få som anvender mellemdepot (2 ud af 15).

Deponering af affald er dyrere end udspredning på landbrugsjord

Flertallet har ikke foretaget en økonomisk vurdering af udspredning på landbrugsjord som alternativ til deponering (9 ud af 15). Af de som har vurderet dette, var anvendelsen af losseplads ikke billigere for hovedparten vedkommende (4 ud af 6). En enkelt finder alternativet udgiftsneutral (1 ud af 6) og samme antal finder, at lossepladsen er billigst.

| Interval                                             | Gennemsn. + spredn. | (n)  |
|------------------------------------------------------|---------------------|------|
| Transportafstand, km<br>1-70                         | 22 ± 20             | (15) |
| Transportudgift, kr./t<br>20-150                     | 58 ± 46             | (13) |
| Deponeringsafgift incl. statsafgift, kr./t<br>40-228 | 107 ± 54            | (13) |
| Tørstofindhold, %TS<br>8-31                          | 26 ± 7              | (13) |
| Total udgift ved deponering, kr./t<br>95-314         | 232 ± 182           | (11) |
| Total udgift ved deponering, kr./tTS<br>315-1278     | 719 ± 432           | (9)  |

Tabel 7. Opgørelse over transportafstand, og udgiften ved deponering af slam på losseplads. Priseniveau 1988, excl. moms.

Transportomkostninger

Deponeringsudgifter

Af tabel 7 fremgår det, at den gennemsnitlige afstand til lossepladsen er ca. 22 km. Der anvendes i enkelte tilfælde deponi i andre kommuner. Afstanden varierer meget i det samlede materiale. Transportudgiften varierer ligeledes meget. Den gennemsnitlige udgift er 58 kr./t. Transportomkostningerne udviser en stigende tendens med stigende afstand ( $r=0,42$ ). Deponeringsudgiften svinger fra statsafgiften på 40 kr./t til 228 kr./t. Gennemsnitlig er udgiften 107 kr./t. De samlede bortskaffelsesomkostninger, excl. udgifterne til behandling på renseanlægget, beløber sig i gennemsnit til 232 kr./t og 719 kr./t TS.

Der er en stor variation i materialet. Deponeringsudgifterne har større betydning end transportomkostningerne for de samlede omkostninger, idet der er en tættere sammenhæng mellem disse udgifter og de samlede omkostninger ( $r = 0,79$  mod  $r = 0,52$ ). I det samlede materiale er der en tendens til, at de samlede omkostninger pr. PE falder med en stigende tørstofindhold ( $r = -0,57$ ). Der er således en tendens til, at det er billigere at deponere slam med en høj tørstofprocent.

Samarbejdet med det kommunale affaldsselskab anses af hovedparten for godt (9 ud af 12) eller tilfredsstillende (3 ud af 12).

Der er kun få som har angivet ønsker til specialudstyr (3 ud af 15), og for alles vedkommende, er der ønske om afvandingsudstyr.

# SLAMBRUGERE.

Der er indhentet oplysninger fra 18 jordbrugere, der anvender slam. Kendskabet til brugerne stammer fra oplysninger fra slamproducenter og i enkelte tilfælde fra planteavlskonsulenter. Det indhentede materiale tager ikke højde for forskelle i arealstørrelse, jordtype eller planteproduktion. Den geografiske placering er således, at der er 5 landbrug fra østjylland, 6 fra det nordlige Jylland (nord for Viborg), 6 fra Sjælland og Lolland-Falster og en enkelt fra Fyn.

I det følgende opgøres svarene fra slambrugerne.

|                                                            |                                 |                                            |                  |
|------------------------------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------------|------------------|
| Areal størrelse, ha:                                       |                                 |                                            |                  |
| Interval                                                   | Gennemsn.+spredn. (n)           |                                            |                  |
| 10-1900                                                    | 200 $\pm$ 490 (14)              |                                            |                  |
| Jordtype:                                                  | Sandet                          | Leret                                      | midt imellem (n) |
|                                                            | 13                              | 3                                          | 7 (18)           |
| Slammet anvendes p.g.a.:                                   |                                 |                                            |                  |
| Gødnings-                                                  | Jordforbed-                     | Andet (n)                                  |                  |
| værdi                                                      | rende effekt                    |                                            |                  |
| 17                                                         | 13                              | 2 (17)                                     |                  |
| Er der konstateret positive effekter ved anvendelsen?: (n) |                                 |                                            |                  |
|                                                            | Ja                              | Nej                                        |                  |
|                                                            | 16                              | 1                                          | (17)             |
| Hvilke ?:                                                  | Mindsket brug af handelsgødning | Jordforbedrende effekt bl.a. mod udtørring | Andet            |
|                                                            | 11                              | 9                                          | 1 (17)           |
| Er der konstateret negative effekter ved anvendelsen?: (n) |                                 |                                            |                  |
|                                                            | Ja                              | Nej                                        |                  |
|                                                            | 5                               | 12                                         | (17)             |
| Hvilke ?:                                                  | Struktur-skader                 | Mindsket afgrødeproduktion                 | Andet            |
|                                                            | 3                               | 0                                          | 2                |
| Er anvendelsen økonomisk fordelagtig? (n)                  |                                 |                                            |                  |
|                                                            | Ja                              | Nej                                        |                  |
|                                                            | 16                              | 1                                          | (17)             |

Tabel 8. Opgørelse over slambrugernes erfaringer med brug af slam.

|                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Jordtyper                                                   | <p>Af tabel 8 fremgår det, at der er en stor variation af størrelsen af jordbrugenes areal.</p> <p>Slambrugerne har overvejende haft en jordtype, som i dette materiale er angivet som sandet (13 ud af 18). Der er færrest med leret jord (3 ud af 18).</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Anvendelsen skyldes gødningsværdi og jordforbedrende effekt | <p>Alle slambrugerne angiver, at slammet anvendes p.g.a. dets gødningsværdi (18 ud af 18). Desuden angiver hovedparten (13 ud af 18), at de desuden gør det p.g.a. jordforbedrende effekt. Et mindretal angiver, at der modtages betaling mod tilsladelse til udspredning (2 ud af 18).</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Konstaterede positive effekter                              | <p>Alle på nær en slambruger (16 ud af 17) angiver, at der er konstateret en positiv effekt ved anvendelsen af slam. Der er således registreret mindsket behov for handelsgødning (11 ud af 15), bedring af jordens egenskaber, herunder modstandsdygtighed mod udtørring (9 ud af 15) og en enkelt angiver, at slammet mindsker sandflugt. Under jordforbedrende effekt angiver en slambruger, at nedmuldning af halmstubbe og slam sammen er fordelagtig.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Konstaterede negative effekter                              | <p>Hovedparten angiver, at der ikke er konstateret negative effekter ved slamanvendelsen (12 ud af 17). De resterende har konstateret en negativ effekt (5 ud af 17). De negative effekter omfatter strukturskader forårsaget af kørsel/spredning på et dårligt tidspunkt (3 ud af 5), et højt indhold af plastartikler i slammet, doseringsbesvær som følge af svingende tørstofindhold. Tryksskader er et normalt forekommende problem i landbruget. Skaderne kan delvis forebygges /11/. Der er dog ingen angivelse af, at slammet har bevirket mindsket afgrødeproduktion. Tværtimod angiver alle på nær en, at anvendelsen af slam er økonomisk fordelagtig (16 ud af 17). En enkelt bruger er så ny, at det ikke har været muligt at give en bedømmelse af slamanvendelsen.</p> |
| Iværksættelsen af anvendelsen                               | <p>Brugen af slam er for de fleste kommet istand som følge af direkte kontakt med slamproducenten (11 ud af 17). Næsthøypigst er mellemledskontakt (5 ud af 17) og en enkelt har fået kontakt via slamproducentens annoncering (1 ud af 17). Det er oftest et mellemlid (maskinstation m.fl.) som tager sig af aftalen om slamleverancen (11 ud af 18), således at brugeren hverken modtager penge eller betaler for slammet. Generelt oplyses det, at slamproducenten betaler for transporten til udspridningsstedet (15 ud af 18). I et enkelt tilfælde gør mellemliddet dette og afregner senere med producenten.</p>                                                                                                                                                              |
| Betalingsforhold                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

Udspreddingen af slammet foretages lige hyppigt af slambruger og maskinstation, mens en enkelt slamproducent selv spreder slammet.

Det er hovedsageligt slamproducenten, som betaler for udspredding enten direkte (9 ud af 18) eller via aftale med mellemløbet (2 ud af 18). Knap en trediedel af slambrugerne, forestår og har derved omkostninger ved udspreddingen. Det er dog muligt, at der indirekte betales herfor, idet flere slamproducenter betaler for deponering samt eventuelt tidsforbrug m.m. (4 ud af 18). De fleste angiver dog, at brugen af slam er udgiftsneutral (10 ud af 14), således at brugeren hverken modtager penge eller betaler for slammet. Det skal nævnes, at slambrugeren selv foretager harvning eller pløjning efter udspredding. Dette beløber sig til ca. 75-125 kr./ha, hvis en maskinstation udfører arbejdet. Der er ingen brugere, der betaler for slammets gødningsværdi.

#### Arbejdsopgaver

Det administrative arbejder herunder, hvor meget slam, der må spredes, beregnes hovedsagelig af slamproducenten (9 ud af 17) eller af slambrugeren (6 ud af 17). I færre tilfælde foretages det i et samarbejde (2 ud af ovenstående 17). I de færreste tilfælde er det mellemløbet, der foretager det administrative arbejder (3 ud af 17). Samarbejdet med slamproducenten er hovedsageligt godt eller tilfredsstillende (16 ud af 17). En enkelt er ikke tilfreds.

#### Udspreddingstider

#### Supplerende brug af handelsgødning

Slammet udspreddes hovedsagelig forår og efterår (14 ud af 18), med hovedvægt på efteråret. De øvrige udspredder hele året. Det efterfølgende skøn over supplerende forbrug af handelsgødning, der indgår i en gødningsplan, foretages hovedsageligt af slambrugeren (12 ud af 18) og i et lidt mindre omfang af en landbrugskonsulent (6 ud af 18). Slammets indhold af fosfor og kvælstof indregnes med en nyttevärdi. Der anvendes ofte henholdsvis 80% og 30%. Dette er et udtryk for, at indholdet er mindre brugbart for afgrøderne end handelsgødning. Den lavere nyttevärdi for kvælstof skyldes hovedsagelig fordampning og denitrifikation.

#### Nyttevärdi af N og P

#### Afgrøder

Der dyrkes en lang række afgrøder på de anvendte jorde, herunder vinterrug, vinterhvede, vinterbyg, kartofler og roer til industrielt brug.

#### Kalk

Der benyttes generelt kalk for at regulere jordens pH (12 ud af 15), mængden svinger fra 500-1500 kg pr. ha pr. år fordelt hvert 3 til 5 år.

De som ikke anvender kalk direkte, doserer det indirekte i form af kalkstabiliseret slam.

#### Spredningsudstyr

De fleste slambrugere (14 ud af 18) har ønsker/krav om, at spredningsudstyret spreder jævnt.

Der synes at være flere brugere, som er tilfredse med spredere af tallerkentypen for afvandet slam. Det er registreret, at flere slambrugere opfatter afvandet slam som vådt (som gylle).

Slammet anvendes hyppigt som supplement til husdyrgødning (7 ud af 18), dog ikke samtidigt. Af de som ikke anvender husdyrgødning, anses slammet af de fleste som et alternativ hertil (9 ud af 11).

#### Slammets kvalitet

Slammets kvalitet er overvejende vurderet som god eller tilfredsstillende (14 ud af 18). Der er dog en gruppe som angiver en svingende kvalitet (4 ud af 18). Der er ingen, som mener, at slammet har en dårlig kvalitet.

#### Lugt og konsistens ved udspredning

Lidt over halvdelen (10 ud af 17) angiver, at der er lugtproblemer ved slamudspredningen. De øvrige angiver ingen lugtproblemer. De som angiver, at slammet har en svingende kvalitet, angiver også at slammet giver lugtproblemer (4 ud af 4). Lidt over flertallet (10 ud af 18) angiver, at lugt og konsistens af slammet ikke har betydning for anvendelsen af slam. Knap halvdelen (8 ud af 18) mener dog, at lugt og konsistens har betydning for om slammet anvendes. Flertallet angiver samtidigt, at det ikke skal kræves fra miljømyn- digheder m.fl., at slammet er accepterbart for offentligheden (10 ud af 18). Der er dog en betydelig andel, som angiver, at dette burde være tilfældet (8 ud af 18).

### 5.2 Jordbrugere, som ikke anvender slam.

Der er indhentet oplysninger fra 17 landbrug, hvor slam ikke anvendes. Disse er generelt kon- taktet på baggrund af oplysninger fra plan- teavlkonsulenter. Herved er landbrug med stort husdyrhold i nogen grad fraserteret, da disse formodes at ville anvende egen husdyrgødning fremfor slam. De adspurgte landmænd er geografisk beliggende i sydsjælland (3) og Jylland (14).

#### Slam opfattes ikke som et utiltalende produkt

Ca. to trediedele (12 ud af 17) har overvejet at anvende slam til gødningsformål. Slammet opfattes ikke som utiltalende/uhygiejnisk (13 ud af 13). Årsagen til, at slammet trods overvejelser ikke anvendes er hovedsagelig, at der for jordbruger- ne er usikkerhed om, hvorvidt jorden bliver udsat for kemiske forbindelser (tungmetaller, giftige organiske forbindelser) og sygdomsfremkaldende smitstoffer (9 ud af 13). Ved nærmere gennemgang viste det sig, at smitstoffer ikke var et egent- lig usikkerhedsmoment, men et falsk svar som følge af, at tungmetaller og smittestoffer var slået sammen i spørgeskemaet. Det passer også bedre med ovenstående, hvor slammet ikke opfat- tes, som et utiltalende/uhygiejnisk produkt. I

#### Årsager til at slam ikke anvendes

mindre omfang er der usikkerhed om brugen er økonomisk fordelagtig (3 ud af 10).

Ikke-brugen skyldes til dels, at jordbrugeren har hørt om negative erfaringer (3 ud af 13), hvor der har været overdoseret slam. Tilfældene var fra før den nuværende lovgivning, som ikke tillader dette.

Oplysning om fordele og ulemper

De fleste jordbrugere angiver, at de mangler oplysninger om fordele og ulemper ved slamanvendelsen (11 ud af 12). Hovedparten af jordbrugerne ville være interesseret i at benytte slam og ville genoverveje dette, såfremt der gives en skriftlig garanti fra producenten om, at slammet ikke skader jorden eller afgrøder samt, at der bliver betalt erstatning i modsat fald (12 ud af 15).

Sikkerhedsstillelse

## KOMMENTARER

Denne undersøgelse er baseret på svar fra 35 ud af landets 275 kommuner. Den samlede belastning udgør 2.025.000 PE ud af en total på ca. 9.595.000 svarende til 21% /1/.

Oplysningerne fra slamproducenterne må derfor formodes at være rimelige repræsentative. Slambrugere og jordbrugere er derimod repræsenteret i samme omfang som følge af, at de er mere talrige og sværere at få kontakt til. Det sidste skyldes bl.a. at arbejdet i landbruget ikke er et 8-16-job. Der synes, uden at det kan dokumenteres, at være en tendens til, at det i området med stor befolkningstæthed vil blive sværere at anvende slammet på landbrugsjord. Der vil her være brug for større ressourcer for at få etableret et genbrug af slammet.

### Tendenser

Firmaer begynder at overtage slambortskaffelsen

Der synes, uden at det kan dokumenteres i undersøgelsen, at være en tendens til, at kommunerne overlader slambortskaffelsen på landbrugsjord til mellemled/private firmaer. Årsagen angives at være tidspres og, at det er lettere. I nogle tilfælde transporteres slammet over store afstande og uden for kommunen.

Det kan dreje sig om afstande på mere end 100 km. Transporten sker gerne til slambrugere med meget store arealer til rådighed.

Der er både fordele og ulemper ved sådanne ordninger. Fordelene er bl.a. brug for mindre arbejdskraft og, at det er fagfolk, som udfører arbejdet. Ulemperne kan være af økonomisk art samt at kommunen ikke har direkte kontrol med udspreddingen.

Færre fremtidige renseanlæg får måske tungmetalproblemer

I undersøgelsen er det overvejende slam fra mekaniske renseanlæg, der deponeres på losseplads. Hvor dette skyldes tungmetalproblemer, kan det hænde, at koncentrationen af tungmetaller vil falde efter udbygning med mere omfattende spildevandsrensning, idet mængden (kg) af de fleste tungmetaller som tilbageholdes ikke vil stige særligt meget herved /3/. Da slamproduktionen typisk vil øges/fordobles som følge af vandmiljøplanens rensekraav, kan koncentrationen af tungmetaller blive knap halveret efter udbygningen. Tilsvarende vil kunne forekomme på MB anlæg, som udbygges, men dog i mindre grad. Desuden vil det forebyggende arbejde med at undgå udslip af tungmetaller samtidig mindske den fremtidige mængde af tungmetalbelastet slam. Det må således forventes, at mængden af slam, som kan anvendes på landbrugsjord vil stige både som følge af en større slamproduktion og mindre mængder med tungmetalproblemer.

Det er samtidigt værd at bemærke, at slammets gødningsværdi vil stige betydeligt som følge af vandmiljøplanen.

Undersøgelsen viser, at det for øjeblikket generelt er let at få aftagere til det kommunale slam. Slambrugerne mener, at anvendelsen er økonomisk fordelagtig. De har konstateret et mindre behov for kunstgødning og flertallet har konstateret en positiv effekt på jordens egenskaber.

De positive effekter på jorden er bl.a. også citeret af Coker /4/. Det organiske stof i slammet bliver til humus, hvis effekt er angivet som ikke forskellig fra humus fra husdyrgødning. Anvendelsen af slam enten øger eller vedligeholder eksisterende humus. Humus øger mængden af porehuller i jorden, reducerer massefylden og øger stabiliteten af jordpartikler. Dybden og tætheden af planternes rodsystem øges og vandbindingsevnen øges. Humus har også en ionbytnings- og vandledningsevnen, som er højere end for lerpartikler.

Det er interessant at sammenligne slam med husdyrgødning.

| Emne                            | TS<br>% | N<br>kgN/<br>t TS | P<br>kgP/<br>t TS | Gødningsværdi<br>kr/<br>t TS | Nytteværdi<br>kr/<br>t TS | Gødningsværdi<br>kr/<br>t | Nytteværdi<br>kr/<br>t |
|---------------------------------|---------|-------------------|-------------------|------------------------------|---------------------------|---------------------------|------------------------|
| Svinegylle                      | 8,1     | 90                | 31                | 665                          | 53                        | 367                       | 30                     |
| Kreaturgylle                    | 8,8     | 48                | 11                | 289                          | 25                        | 147                       | 13                     |
| Afv. slam fra fosforfjernelse:  | 13      | 40                | 35                | 525                          | 121                       | 350                       | 81                     |
| Afv. slam uden fosforfjernelse: | 23      | 40                | 16                | 316                          | 73                        | 183                       | 42                     |
| Våd slam fra fosforfjernelse:   | 5       | 40                | 35                | 525                          | 26                        | 350                       | 18                     |
| Våd slam uden fosforfjernelse:  | 5       | 40                | 16                | 316                          | 16                        | 183                       | 9                      |

Tabel 9. Sammenligning af gødnings- og nytteværdi af svine- og kreaturgylle og slam. Prisen for N og P er sat til henholdsvis 3,5 og til 11 kr./kg. Udnyttelse er for N sat til 30% og for P til 80% /5/ /6/. Indholdet af N og P i gylle er fra /7/.

Som det ses af tabel 9 har svinegylle højest værdi pr. tTS, men pr. t produkt har afvandet slam med og uden P-fjernelse større værdi.

Jordforbedrende  
effekt

Sammenligning af  
slam med husdyr-  
gødning

Kreaturgylle har lavest værdi indtil, der sammenlignes med våd slam uden fosforfjernelse. Det skal dog bemærkes, at husdyrgødning har et indhold af kalium, som er højere end for slam. Dette skyldes, at gødningen bortskaffes tørt uden nævneværdigt tab af kalium og kvælstof i modsætning til forholdene for slammet. Svinegylle kan i nogle områder med underskud af husdyrgødning sælges for 10-20 kr. pr. t, udbragt. Slam er ikke en standardprodukt. Slammets egenskaber vil være afhængig af det spildevand, som det er et biprodukt af, samt af stabilisering, hygiejnisering m.m. Disse forhold gør det væsentligt, at foretage hyppige målinger af tørstofindholdet, således at der kan spredes de for gødningsplanen rigtige mængder. Tilgængeligheden af let omsættelig (vandopløseligt) kvælstof vil være varierende afhængigt af slamtype.

#### Deklaration af slam

For at sikre et tillidsfuldt samarbejde med slambrugeren er det nødvendigt med en slamdeklaration, som repræsenterer det slam, som skal spredes. Det er relevant at indrage ændringer i slammets tørstof- og kvælstofindhold, som følge af lagring i mellemdapot /8/.

#### Sammenligning af krav til slam i EF og Danmark

Problematikken vedrørende tungmetaller er i de senere år så godt belyst, at vore samarbejdspartnere i EF har tilladt anvendelsen af slam med højere indhold end der fremover vil blive tilladt i Danmark /9/. Der er herved mindre risiko for, at danske produkter ikke kan afsættes som følge af tungmetalbelastning. Vedrørende smitterisiko er de danske bestemmelser ligeledes skærpede i forhold til de fleste EF-lande. Vedrørende et indhold af miljøfremmede organiske stoffer er der en lav risiko for toksitet selv ved højere doseringer end de som anvendes i Danmark /10/. Desuden er overførslen fra jord til planter lav. Det er i denne sammenhæng værd at bemærke, at mange mere eller mindre toksiske stoffer herunder herbicider og pesticider tilføres anvendt under kontrol på landbrugsjord. Det må forventes, at problematikken vedrørende uspecifikke organiske stoffer, løbende må følges som følge af en stigende produktion heraf. I kontroløjemed kan flere typer virksomheder, der bidrager med sådanne stoffer på forhånd udpeges, og en effekt på renseanlæggets slam monitoreres.

## KONKLUSION

Nærværende spørgeskema-/interviewundersøgelse viser, at det generelt er økonomisk fordelagtigt at genanvende slam som gødnings- og jordforbedringsmiddel frem for at deponere slammet på kontrolleret losseplads.

Slambrugerne kan generelt konstatere, at slam anvendelsen mindsker behovet for brug af handelsgødning, og at slammet forbedrer jordens egenskaber bl.a. mod udtørring.

De potentielle slamleverandører, som i dag deponerer slam på losseplads, er interesserede i, at iværksætte en genbrugsordning.

En betydelig del af disse vil umiddelbart kunne iværksætte en genanvendelse, da slammet deponeres på grund af tradition og ikke som følge af, at slammet er tungmetalbelastet.

Jordbrugere, som ikke anvender slam, er generelt positive over for genanvendelse af slam. De mangler dog viden om fordele og ulemper. Jordbrugerne vil i mange tilfælde kræve en sikkerhedsstillelse mod eventuelle skader på jord og afgrøder som følge af slam anvendelsen.

## LITTERATURHENVISNING

- /1/ Miljøstyrelsen (1989):  
"Spildevandsslam fra kommunale renseanlæg". Orientering fra Miljøstyrelsen.
- /2/ Miljøministeriet (1985):  
Bekendtgørelse om anvendelse af slam i landbruget. 1984-11-14-B.574.
- /3/ Lester N. John (ed) (1987):  
"Primary mechanical treatment" in "Heavy metals in wastewater and sludge treatment processes".  
Volume 2, pp. 3-14. CRC Press, Florida.
- /4/ Coker E.G. (1983):  
The use of sewage sludge in agriculture. Wat. sci. Tech vol. 15  
pp. 195-208. IAWPRC/Pergamou Press Ltd. Great Britain.
- /5/ A. Bruce (Ed). (1984):  
"Stabilisation and disinfection - their relevance to agricultural utilisation of sludge" in "Sewage sludge stabilisation and disinfection". WRC Ellis Horwood.
- /6/ Nielsen N.E. (1986):  
"Kvælstof, jordbrug, vand og miljø" i "Jordbrug og miljø".  
Særhæfte af Vand & Miljø nr. 2 1986.
- /7/ Kofoed, Dama, Williams & L'Hermite (Eds) (1985):  
"Efficient Land use of sludge and manure", pp 57. Proc of a  
Round-Table Seminar, CEC, on Efficient land use og sludge and  
manure.  
Brørup-Askov. June 25-27. Elsevier applied science publishers.  
London and New York.
- /8/ Haeni, Hall H.J. & L'Hermite Eds (1988): "Farmyard manure and  
sewage sludge" in "Agricultural use of organic sludge and liquid  
agricultural wastes". CEC. Concerted Action. Cost projekt 681.
- /9/ EF-direktiv af 12. juni 1986 om beskyttelse af miljøet, navnlig  
jorden i forbindelse med anvendelse af slam fra renseanlæg i  
landbruget (86/278/EØF).
- /10/ Naylor L.M. and Loehr R.C. (1982):  
"Priority pollutants in municipal sewage sludge. A perspective  
on the potential health risk of land application". Biocycle 23,  
4, 18.1982.
- /11/ Per Schjønning (1989):  
"Jordpakning". Erhvervsjordbruget 2. 1989.