

Orientering fra Miljøstyrelsen Nr. 3 2001

## Spildevandsslam fra kommunale og private renselanlæg i 1999



# Indhold

<b>FORORD</b>	<b>5</b>
<b>SAMMENFATNING OG KONKLUSIONER</b>	<b>7</b>
<b>1 INDLEDNING</b>	<b>13</b>
<b>2 BAGGRUND FOR OPGØRELSEN</b>	<b>15</b>
2.1 INDBERETNINGER OM SLAM	15
2.2 BEHANDLING AF INDBERETNINGER	16
<b>3 AFFALDSPRODUKTION PÅ RENSEANLÆG</b>	<b>17</b>
3.1 RENSEANLÆG	17
3.2 SLAMMÆNGDER	18
3.3 AFFALD FRA RENSEANLÆG	19
3.4 VURDERING AF SLAMPRODUKTIONEN	20
<b>4 SLAMBEHANDLING PÅ RENSEANLÆG</b>	<b>21</b>
4.1 GENERELT	21
4.2 SLAMSTABILISERING	21
4.3 SLAMAFVANDING	22
4.4 YDERLIGERE BEHANDLING AF SLAMMET	24
<b>5 SLUTDEPONERING AF SPILDEVANDSSLAM</b>	<b>25</b>
5.1 OPLAGRING	25
5.2 DISPONERING	25
5.3 KOMMENTARER TIL DISPONERINGEN	28
<b>6 SLAMKVALITET</b>	<b>31</b>
6.1 INDLEDNING	31
6.2 KVALITETSKRAV M.M.	31
6.3 GRUNDLAG FOR OPGØRELSEN	32
6.4 INDHOLD AF NÆRINGSSTOFFER	33
6.5 INDHOLD AF TUNGMETALLER M.M.	34
6.5.1 <i>Koncentrationer beregnet i forhold til tørstof</i>	34
6.5.2 <i>Koncentrationer beregnet i forhold til total fosfor</i>	36
6.6 INDHOLD AF MILJØFREMMEDE STOFFER	37
6.6.1 <i>Sammenligning med de tidligere data</i>	39
6.7 STOFKONCENTRATIONERNE I FORHOLD TIL KRAVENE	41
<b>7 BILAG TIL RAPPORTEN</b>	<b>45</b>
7.1 BILAG TIL KAP. 1	45
7.2 BILAG TIL KAP. 2	45
7.3 BILAG TIL KAP. 3	47
7.4 BILAG TIL KAP. 4	48
7.5 BILAG TIL KAP. 5	52
7.6 BILAG TIL KAP. 6	54



# Forord

Denne rapport er udarbejdet af Miljøstyrelsen på baggrund af data, der er indsamlet af amterne. Rapporten indeholder data for spildevandsslam fra kommunale og private danske renselanlæg i 1999. I rapporten er der dog vist en udvikling fra 1997 til 1999 i indholdet af miljøfremmede stoffer i spildevandsslammet.

Det første år, Miljøstyrelsen indsamlede oplysninger om spildevandsslam fra de danske renselanlæg, var i 1987. Disse oplysninger blev i 1989 bearbejdet og offentliggjort i orientering fra Miljøstyrelsen nr. 10, 1989 som statistiske indberetninger.

Efter en periode på 6 år blev bearbejdning af indberetninger om spildevandsslam fra kommunale renselanlæg og private renselanlæg for husspildevand genoptaget. Miljøstyrelsen har på basis af disse bearbejdnings udarbejdet slamopgørelse for årene 1994, 1995 og 1996, som er udgivet i form af interne notater.

I forbindelse med bearbejdningen af slamdata for 1997 har Miljøstyrelsen udgivet en rapport som Miljøprojekt nr. 473 1999 ”Spildevandsslam fra kommunale og private renselanlæg i 1997”, hvor der ud over data for 1997 vist alle data for 1987 og for perioden 1994 til 1996, som muliggør at se udviklingen i slammængder samt i behandling af og indholdet af stoffer i spildevandsslammet i hele periode.

Endvidere har Miljøstyrelsen udarbejdet en rapport af maj 2000, der indeholder resultaterne af bearbejdning af slamdataene for 1998.

I denne rapport er der kun gengivet slamdataene for 1999. For perioden fra 1987 til 1997 henvises det til Miljøprojekt nr. 473, hvis man ønsker at vurdere data for 1999 i større sammenhæng. Miljøprojekt nr. 473 kan købes i Miljø- & Energiministeriets Miljøbutik.

Rapporten vedrørende spildevandsslam i 1998 kan i begrænsende omfang rekvireres i Miljøstyrelsen.



# Sammenfatning og konklusioner

Denne rapport indeholder en opgørelse over spildevandsslam fra kommunale og private renselanlæg i 1999. Rapporten er udarbejdet af Miljøstyrelsen på baggrund af data, der er indsamlet af amterne.

I Danmark er der siden 1987 indsamlet data om spildevandsslam fra kommunale og private renselanlæg. De anlæg, som indgår i undersøgelserne, har alle en kapacitet større end 30 personækvivalenter (PE). Miljøstyrelsen foretog i 1989 den første indsamling og statistiske bearbejdning af data for 1987. Resultaterne af dette arbejde er offentliggjort i orientering fra Miljøstyrelsen nr.10, 1989, "Spildevandsslam fra kommunale renselanlæg i 1987".

I perioden fra 1987 til 1990 er der i en vis udstrækning indsamlet data for mængder, behandlingsformer, slutdisponering og næringsstoffer. Samtidig er der i enkelte år udformet opgørelser over tungmetallerne cadmium, kviksølv, bly og nikkel.

Fra 1990 til 1994 omfatter indsamling af data om mængder til dels behandlingsformer, slutdisponering og slamkvalitet for de renselanlæg, hvor slammet blev anvendt til jordbrugsformål. Fra 1995 blev indberetningerne udvidet til at omfatte alle oplysninger om samtlige renselanlæg. Samtidig blev måleprogrammet udvidet med undersøgelse af slam for indholdet af tungmetallerne zink, kobber, krom samt arsen.

Miljøstyrelsen har på grundlag af disse oplysninger udarbejdet slamopgørelser for 1994, 1995 og 1996, som ikke er publiceret. Disse foreligger i form af styrelsens interne notater.

I forbindelse med bearbejdningen af slamdata for 1997 har Miljøstyrelsen udgivet en rapport som Miljøprojekt nr. 473 1999 "Spildevandsslam fra kommunale og private renselanlæg i 1997". I Miljøprojektet er ud over data for 1997 vist alle data for 1987 og for perioden fra 1994 til 1996, som muliggør at se udviklingen i slammængder samt i behandling af og indholdet af stoffer i spildevandsslammet i hele perioden.

Endvidere har Miljøstyrelsen udarbejdet en rapport af maj 2000, der indeholder resultaterne af bearbejdning af slamdataene for 1998.

Denne rapport indeholder næsten udelukkende resultaterne af en bearbejdning af data for 1999.

## **Renselanlæg og slammængder**

Opgørelsen er udarbejdet på baggrund af indberetninger fra 1.401 renselanlæg ud af det totale antal anlæg i 1999 på 1.409. De statistiske beregninger er baseret på data fra 594 anlæg, der ikke eller kun delvis leverer slammet til et andet anlæg.

Den samlede slamproduktion i 1999 på samtlige 1.409 renselanlæg kan opgøres til:

- Slammængde i vådvægt (VV) 1.442.930 tons
- Slammængde i tørvægt (TS) 155.621 tons

Slammængde i vådvægt betegner den totale vægt af slamtørstof inkl. vandindholdet, der produceres, mens slammængde i tørvægt kun angiver vægten af tørstoffet, hvilket er en beregnet størrelse.

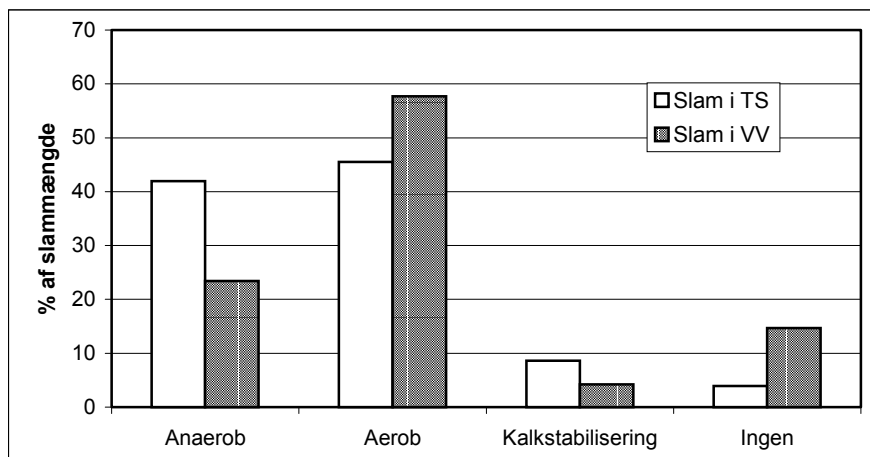
Da belastningen af anlæggene i 1999 var på 8,09 mill. PE kan den gennemsnitlige årlige slamproduktion pr. PE beregnes til 19,2 kg TS.

Produktion af spildevandsslam i vådvægt (VV) på de danske renseanlæg har i perioden fra 1987 til 1999 varieret mellem 1.100.000 og 1.445.000 tons VV, medens de samlede mængder tørstof i samme periode har varieret mellem 130.000 og 170.000 tons tørstof (TS) pr. år. Fra 1987 til 1994 har der været en jævn stigning i den samlede mængde tørstof. Stigningen skyldes sandsynligvis udbygningen i denne periode af en lang række renseanlæg til forbedret rensning. Siden 1994 har mængden af tørstof ligget på et niveau mellem 150.000 og 170.000 t TS/år.

### Slambehandling

Til stabilisering af slam anvendes dels biologiske processer, dels kemiske processer. De biologiske processer omfatter anaerob stabilisering ved udrådning og aerob stabilisering ved langtidsbeluftning. De kemiske processer foregår hovedsageligt ved stabilisering med tilsætning af hydratkalk.

Slamstabiliseringen i 1999 fordelt på stabiliseringsmetoder opgjort i procent af slammængden i våd- og tørvægt er vist på følgende diagram:

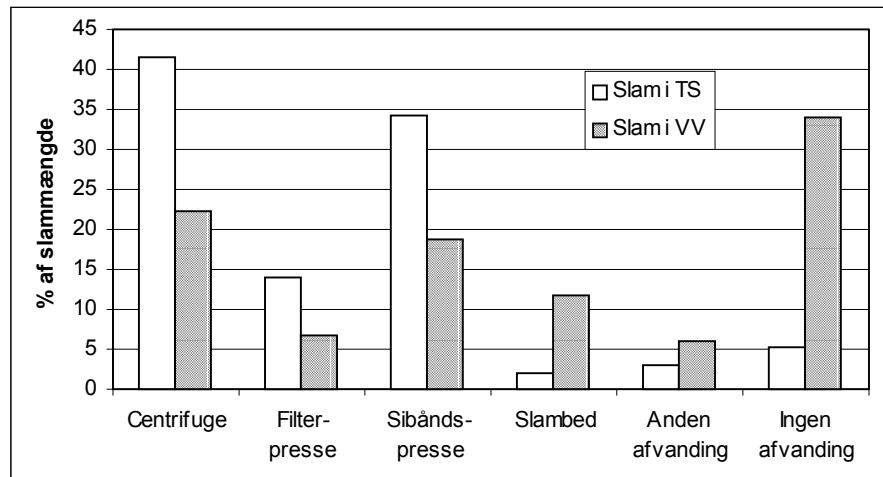


Til afvanding af slammet anvendes mekanisk separering samt naturlig og tvungen filtrering.

Slamafvanding i 1999 fordelt på afvandingsformer opgjort i procent af slammængden i våd- og tørvægt fremgår af følgende diagram.

Det ses i diagrammet, at næsten 90% af slammængden i TS slammet afvandes i stationære udstyr og anlæg, mens de resterende 10% gennemgår enten ingen eller anden afvanding, der repræsenterer henholdsvis slammineraliseringsanlæg eller mobilt udstyr. Tilsvarende fordeling for slammængden i VV, som rent fysisk skal fjernes efter endt behandling på renseanlæg, er væsentligt anderledes og udgør henholdsvis 60% og 40%.

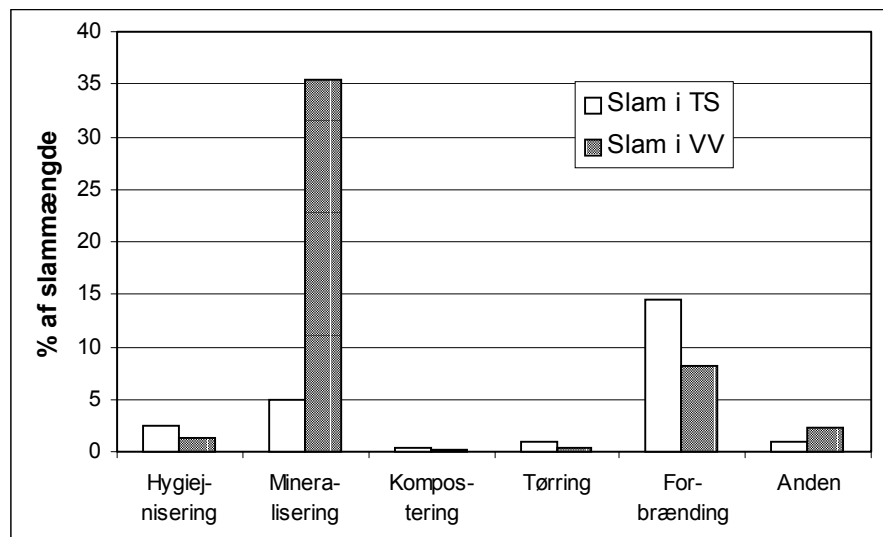




Det fremgår endvidere af diagrammet, at afvandingen af slammet i 1999, som i tidligere år hovedsageligt foregik i centrifuger og sibåndspreser, henholdsvis ca. 22% og 19%, mens slambede og filterpresser bidrager med henholdsvis ca. 12% og 7% af slammængden i VV.

Ud over stabilisering og afvanding af slammet er der på en række renselanlæg etableret yderligere behandling af slammet, før det slutdisponeres.

Yderligere slambehandling i 1999 fordelt på behandlingsformer, opgjort i procent af slammængden i våd- og tørvægt, fremgår af følgende diagram.



Den langt overvejende del af slammet, ca. 52% af VV og 76% af TS, gennemgår dog ingen yderligere behandling på renselanlægget.

Samlet blev 7,8% af slamtørstoffet behandlet med én af metoderne hygiejnisering, mineralisering eller kompostering i 1999, hvilket er en stigning på over 50% i forhold til eksempelvis 1997-tallet på 5%.

### Slamdisponering

Der findes principielt tre hovedmuligheder for den endelige anbringelse af spildevandsslam. Disse er anvendelse på landbrugsjord, forbrænding i eksternt eller internt anlæg eller anbringelse på kontrolleret losseplads.

Desuden er der i slamopgørelsen for 1997 indført *Langtidslager* som disponeringsområde, der fortrinsvis dækker over spildevandsslam som skal

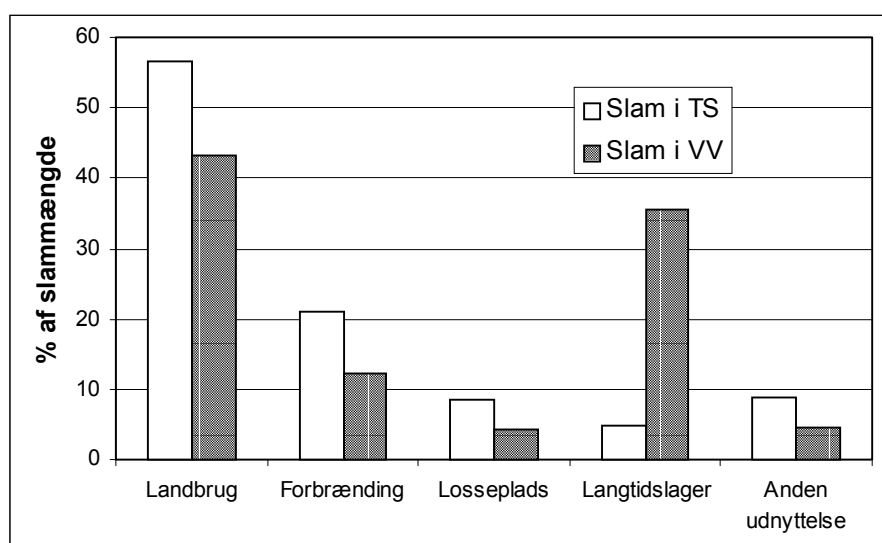
behandles i mineraliseringsanlæg, hvor anlæggene samtidig fungerer som langtidslager for slammet.

I rapporten for 1998 er der endvidere indført *Anden udnyttelse*, der dækker over slammet som behandles efter nye metoder, hvor af slammets uorganiske indhold, efter forbrænding, udnyttes.

For at kunne udbringe spildevandsslam fra et kommunalt renselanlæg skal der efter 1. oktober 1999, i medfør bestemmelserne i slambekendtgørelsen, rådes over en opbevaringskapacitet svarende til 9 måneders produktion.

I 1999 kunne 216 anlæg eller 36,4% af de 594 anlæg uden slamleverancer til et andet anlæg, umiddelbart overholde kravet til lagerkapaciteten. Dette omfatter ca. 52,6% og 29,3% af slammængden i henholdsvis våd- og tørvægt.

Slamdisponering i 1999 fordelt på disponeringsområder, opgjort i procent af slammængden i våd- og tørvægt fremgår af følgende diagram.



Som det ses af diagrammet, genanvendtes i 1999 56,5% af slammængden i TS på landbrugsjord, som er 4,3% og 2,7% mindre end de tilsvarende tal i henholdsvis 1997 og 1998.

Der er beregnet de gennemsnitlige tørstofprocenter i slammængder, som i 1999 er disponeret til de fem områder for disponeringen. Beregningen viser, at denne tørstofprocent i slammet anbragt på landbrugsjord, forbrænding, lossepladser, langtidslager og anden udnyttelse var på henholdsvis 14,1%, 18,6%, 21,4%, 1,5% og 20,8%.

### Indholdsstoffer og slamkvalitet

I 1999 var det vægtede gennemsnitlige tørstofindhold i slammet på 10,8%, som er et fald i forhold til tørstofindhold i perioden fra 1987 til 1998. Indholdet af tørstof har i perioden varieret mellem 11,4% og 16%.

I 1999 blev ca. 94,5% af tørstofmængden undersøgt for indholdet af kvælstof og fosfor. Det vægtede gennemsnitsindhold var på henholdsvis 4,3% og 3,1% af tørstofindholdet. Dette svarer til et samlet indhold i den undersøgte slammængde på 6.350 tons N og 4.550 tons P.

I 1999 blev ca. 94,5% af tørstofmængden undersøgt for tungmetaller. Indholdet af tungmetaller som de vægtede gennemsnitlige koncentrationer for 1999 fremgår af nedenstående tabel.

Stof	Koncentration i mg/kg TS
Cadmium	2,00
Kviksølv	1,20
Bly	81,2
Nikkel	25,7
Krom	33,2
Zink	764,0
Kobber	285,0

Grænseværdierne for slam, der udbringes på landbrugsjord, er opstillet sådan, at der enten skal overholdes en værdi for indholdet pr. tørstofenhed eller for indholdet i forhold til fosformængden i slammet. Baggrunden for at Danmark har opstillet kravværdier til indholdet af tungmetaller i forhold til fosformængden i slammet er, at slammet erstatter fosforgødning, som har et vist indhold af tungmetaller, specielt cadmium.

I slambekendtgørelsen blev der opstillet nye grænseværdier for indholdet af tungmetaller, og pr. 1. juli 2000 vil der ske en skærpelse af grænseværdien for cadmium. Der er på basis af 1999-data foretaget en beregning, der har vist, at denne skærpelse ikke vil have de store konsekvenser for den mængde af slam, der kan bringes på landbrugsjord.

Tages imidlertid hele slammængde i 1999 i betragtning ser beregningen anderledes ud. Den slammængde, der ikke vil kunne anbringes på landbrugsjord vil stige fra 183 tons TS til 24.942 tons TS. Den voldsomme stigning skyldes dog store anlæg, der er forsynet med eget slamforbrændingsanlæg.

Ifølge bestemmelserne i slambekendtgørelsen skal slam, der anvendes på landbrugsjord, undersøges for indholdet af fire miljøfremmede stoffer: LAS (lineære alkylbensensulfonater), PAH (polycykliske, aromatiske hydrocarbonater), NPE (nonylphenol og nonylphenolethoxylater) og DEHP (diethylhexylphthalat). For disse fire stoffer er der i bekendtgørelsen fastsat følgende afskæringsværdier:

Stof	Indtil den 30. juni 2000	Fra den 1. juli 2000
LAS mg/kg TS	2.600	1.300
PAH mg/kg TS	6	3
NPE mg/kg TS	50	30
DEHP mg/kg TS	100	50

Der er i 1999 undersøgt mellem 79,2% (kun LAS) og 92,4% (de andre stoffer) af den samlede slammængde i tørstof for miljøfremmede stoffer. Indholdet af disse stoffer som de vægtede gennemsnitlige koncentrationer i 1999 fremgår af nedenstående tabel.

Stof	Koncentration mg/kg TS
LAS	1.055,0
PAH	2,4
NPE	19,5
DEHP	23,9

I nedenstående tabel er vist hvor stor slammængde og hvor mange anlæg i 1999, der ikke kunne overholde de i 1999 gældende og fremtidige grænse- eller afskæringsværdier for miljøfremmede stoffer.

Parameter	Grænse- eller afskæringsværdi			
	Gældende til 30. juni 2000		Gældende fra 1. juli 2000	
	Mængde i tons TS	Antal anlæg	Mængde i tons TS	Antal anlæg
LAS	18.498	18	43.317	52
NPE 50/30	9.919	11	29.888	27
PAH	2.914	6	41.767	46
DEHP	112	1	4.785	21

Der må imidlertid være en række renseanlæg, der overtræder grænseværdier for mere end ét stof, hvilket betyder, at slammængden og antal anlæg der ikke overholder kravene, bliver reduceret væsentligt i forhold til en simpel sum af tallene for de pågældende stoffer i tabellen.

Ud fra 1999-data er der også foretaget en beregning af, hvor stor en andel af slammængden, der er undersøgt for miljøfremmede stoffer ikke vil kunne overholde én eller flere afskæringsværdier samtidigt. Beregningen, der er foretaget for både de for år 1999 og efter 1. juli 2000 gældende krav, viser, at der i 1999 var slammængde på 23.721 t TS fra 31 anlæg og 68.835 t TS fra 106 anlæg, som ikke kunne overholde kravene gældende henholdsvis til 30. juni 2000 og fra den 1. juli 2000.

Flere miljøprojekter har vist, at aerobe biologiske processer reducerer indholdet af miljøfremmede stoffer i slam. I lighed med 1998 og 1997 er der i denne rapport undersøgt en sammenhæng mellem indholdet af disse stoffer og den anaerobe eller aerobe stabilisering af slammet.

Resultaterne viser, at der er en stor forskel på koncentrationer af LAS og NPE i anaerobt og aerobt stabiliseret slam. Som et eksempel er der, i nedenstående tabel, vist 50% fraktilen for stofkoncentrationerne i forhold til tørstofindholdet i aerobt og anaerobt stabiliseret slam, alt slam, i 1999.

Stof		Aerobt slam 50% fraktil	Anaerobt slam 50% fraktil
LAS	mg/kg TS	80,0	1707,0
PAH	mg/kg TS	1,7	2,6
NPE	mg/kg TS	6,0	21,5
DEHP	mg/kg TS	22,0	22,0

Til resultaterne af undersøgelsen er det vigtigt at bemærke, at de store forskelle på stofkoncentrationerne i anaerobt og aerobt stabiliseret slam ikke alene kan tilskrives stabiliseringsmetoden. Det er nemlig Miljøstyrelsens vurdering, at det behandlede slam, der sammenlignes, i mange tilfælde er af vidt forskellig kvalitet.

# 1 Indledning

Denne rapport indeholder resultater af bearbejdning af indberetninger om mængder, behandling, disponering og kvalitet af spildevandsslam i 1999 fra kommunale renseanlæg samt private renseanlæg for husspildevand, , som har en kapacitet større end 30 personækvivalenter (i det følgende betegnet PE), dog undtaget nedsivningsanlæg. Opgørelsen omfatter derfor også den slammængde, der stammer fra ordninger for tømning af septiktanke og andre mindre anlæg i den udstrækning slammet tilføres renseanlæg større end 30 PE.

Slam fra virksomheder med egen spildevandsrensning, betegnet som industrislam, indgår ikke i opgørelsen. Det samme gør sig gældende for slammet, der stammer fra den del af ovennævnte tønningsordninger, som ikke tilføres kommunale renseanlæg.

Slammængden er i denne rapport opgjort både i tons vådvægt og i tons tørstof, som i det følgende forkortes til henholdsvis VV og TS.

Slammængden i vådvægt betegner den totale vægt af slamtørstof med vandindholdet, der produceres, mens slammængden i tørvægt kun angiver vægten af tørstoffet, hvilke er en beregnet størrelse.

Slammængden angivet i vådvægt repræsenterer derfor den reelle mængde, som i sin helhed skal håndteres og behandles på et renseanlæg samt bortskaffes fra anlægget til områder for deponering. Til en vurdering af områder for slambehandling kan med fordel anvendes fordelingen af slammængden i vådvægt.



## 2 Baggrund for opgørelsen

Til brug for genanvendelse af gødningsholdigt affald, herunder spildevandsslam, på landbrugsjord har Miljøministeriet i medfør af lov om miljøbeskyttelse udstedt en bekendtgørelse om anvendelse af affaldsprodukter til jordbrugsformål, bekendtgørelse nr. 823 af 16. september 1996. Bekendtgørelsen, som i det følgende kaldes slambekendtgørelsen, indeholder blandt andet en række krav til produktets kvalitet, som skal være opfyldt, for at slammet må anbringes på landbrugsjord.

Denne bekendtgørelse danner det egentlige lovgrundlag for en central indsamling af oplysninger om spildevandsslam. I overensstemmelse med bestemmelserne, der er anført i bekendtgørelsen, skal affaldsproducenten, herunder kommunale og private renseanlæg, der lader affaldet/slammet anbringe på landbrugsjord, hvert år inden 1. marts indberette oplysninger om affaldsproduktet til amtsrådet, som igen senest den 1. juli videresender disse oplysninger til Miljøstyrelsen.

I opgørelsen er der i en vis udstrækning (slamkvaliteten) henvist til den reviderede slambekendtgørelse, jf. bekendtgørelse nr. 49 af 20. januar 2000.

### 2.1 INDBERETNINGER OM SLAM

En indberetning om spildevandsslam indeholder ud over identifikation af renseanlæg oplysninger om affaldsmængden i våd- og tørvægt samt efterbehandling, kvalitet og disponering af slammet.

Af hensyn til anvendelse af slammet på landbrugsjord omfatter slamkvaliteten oplysninger om indeholdt af:

- Næringsstoffer
- Forurenende stoffer i form af tungmetaller
- Forurenende stoffer i form af fire miljøfremmede stoffer.

Indberetningerne blev i perioden 1990 til 1994 foretaget på et til formålet udarbejdet skema, som var gældende for samtlige affaldsprodukter. Miljøstyrelsen har i forbindelse med indberetninger for 1995 besluttet at ændre indberetningsskemaet, således at dette er blevet mere tidssvarende og tilpasset udviklingen på edb-området. Med amternes samtykke er der derfor udarbejdet to typer indberetningsskemaer, nemlig et for spildevandsslam og et for de øvrige affaldsprodukter.

Det nye indberetningsskema for spildevandsslam blev samtidig udvidet således, at indberetningen, ud over de i slambekendtgørelsen krævede oplysninger, omfatter oplysninger om slammets håndtering, såsom stabilisering, afvanding, forbrænding o.l., på renseanlægget samt slutdisponering. I skemaets afsnit om slutdeponeringen skal det ud over deponeringen på landbrugsjord m.m. oplyses, hvorvidt slammet fra anlægget er blevet tilført et andet renseanlæg og i givet fald hvilket, kørt på en losseplads, brændt på et eksternt forbrændingsanlæg, tilført et anlæg for biologisk bearbejdning af slammet, såsom biogas-, komposterings-, mineraliseringsanlæg eller anden behandling. Indberetningsskema for spildevandsslam er vedlagt denne rapport som bilag 2.1.1.

For hvert indberetningsår udsender Miljøstyrelsen fortrykte indberetningsskemaer for samtlige renseanlæg med en kapacitet større end 30 PE, der året før blev registreret i Miljøstyrelsens database. Skemaerne sendes via amterne til udfyldelse hos kommunerne.

Ordningen med de fortrykte indberetningsskemaer har nu fungeret tilfredsstillende på det 5. år.

I Miljøstyrelsens database for renseanlæg er der i 1999 registreret i alt 1.409 anlæg med en kapacitet på over 30 PE (nedsivningsanlæggene er ikke medtaget). Erfaringsmæssigt kan det næppe forventes, inden for en enkel indberetningsperiode, at modtage samtlige indberetninger/oplysninger. Men som regel mangler der indberetninger fra mindre, private renseanlæg, der ikke har stor betydning i statistisk sammenhæng.

For 1998 manglede Miljøstyrelsen oplysninger om spildevandsslam fra mellem 50 og 70 renseanlæg, svarende til knap 5% af det totale antal anlæg.

De manglende oplysninger blev dog reduceret til 8 anlæg, 8 vandværker. Reduktionen er fortrinsvis opnået ved at benytte de tidligere indberetninger eller indhentede supplerende oplysninger om disse anlæg, og i en mindre grad ved en direkte henvendelse til kommuner.

## 2.2 BEHANDLING AF INDBERETNINGER

Miljøstyrelsen modtager hver år omkring den 1. juli indberetningsskemaerne. De modtagne skemaer bliver i første omgang gennemgået med henblik på dels at rette de umiddelbare mangler og fejl, der opstår ved besvarelse af spørgsmålene i skemaet, dels at gøre et viderearbejde med skemaerne lettere.

Indlægningen af data i Miljøstyrelsens slamdatabase er foretaget ved en manuel indtastning af oplysninger på et skærbillede, der nøje svarer til indberetningsskemaet.

De i slamdatabasen indlagte data systematiseres, udtrækkes og behandles ved hjælp af Accessprogrammel og Excelprogrammel. Resultatet af arbejdet i form af statistiske indberetninger, årlige slamopgørelser og lignende, der offentliggøres i forskellige sammenhænge, skal naturligvis kvalitetssikres på bedst mulig måde.

Kvalitetssikringen er foretaget i 2 sammenhængende niveauer:

- Kvalitetssikringens 1. niveau bør sikre, at der er etableret et så fyldestgørende og fejlfrit datagrundlag som muligt. Dette kan gøres dels ved en hurtig gennemgang af indberetningsskemaer for de umiddelbare mangler og fejl, dels ved at gennemføre en række kontrolprocedurer og beregninger, der kan afdække indtastningsfejl, manglende eller fejlagtige oplysninger, analyser o.l.. Disse skal i de fleste tilfælde fremskaffes eller berigtiges ved at kontakte vedkommende kommune, renseanlæg eller amt.
- Kvalitetssikringens 2. niveau bør sikre, at de statistiske sammenstillinger og beregninger er baseret på de rigtige fra databasen udvalgte data. Dette kan opnås ved at etablere et sæt referencedata, der muliggør på en overskuelig måde løbende at kontrollere alle sammenstillinger og beregninger. Efter Miljøstyrelsens vurdering kan eksempelvis et kendskab til nøgletal vedrørende slammængderne samt antallet af renseanlæg fordelt på anlægskategorier, som er involverede i de forskellige sammenstillinger, benyttes til dette formål.



## 3 Affaldsproduktion på renselanlæg

Ved rensning af spildevandet fra husholdninger, industrier m.m. tilbageholdes en stor mængde restprodukter i form af slam, ristestof, sand og fedt. Disse affaldsprodukter skal enten genanvendes eller bortskaffes på en miljømæssigt forsvarlig måde. Denne rapport omhandler udelukkende spildevandsslam, medens de andre affaldsprodukter kun behandles summarisk.

### 3.1 RENSEANLÆG

I det følgende er der foretaget en systematisering af de 1.401 renselanlæg med kapacitet på over 30 PE, som er benyttet til kvalitetssikringen af de statistiske indberetninger.

Ud fra oplysningerne i indberetningsskemaerne er der mulighed for at opdele renselanlæggene i 3 følgende anlægskategorier:

- **Kategori A** omfatter renselanlæg med en slambehandlingsdel, der modtager slammet fra andre renselanlæg.
- **Kategori B** omfatter renselanlæg med eventuel en slambehandlingsdel, der ikke modtager slammet fra andre renselanlæg.
- **Kategori C** omfatter renselanlæg, der helt eller delvist leverer slammet til andet renselanlæg.

I slammæssig sammenhæng mangler der dog samtlige oplysninger om slam fra 8 renselanlæg/vandværker, som holdes uden for kategorisering.

De 1.409 renselanlæg der var registreret i 1999, repræsenterer en samlet kapacitet på 12,01 mio. PE, medens deres samlede belastning var opgjort til ca. 8,09 mio. PE. I øvrigt kan der henvises til Miljøstyrelsens Orientering nr. 16 af 2000 "Punktkilder 1999".

Overordnet kan de 1.401 renselanlæg med slamoplysninger opdeles på 575 anlæg uden levering og 826 anlæg med levering af slammet til andre renselanlæg. Fordeling af antallet på de 3 anlægskategorier er følgende:

Anlægskategori	Antal anlæg
A	239
B	336
C	826
I alt	1.401

Til denne oversigt bemærkes,

– at anlægskategori C indeholder dog 19 anlæg, hvor kun en del af slammet leveres til andre anlæg. Derfor indgår disse anlæg for den resterende slammængdes vedkommende i opgørelsen som renselanlæg af kategori A eller B.

– at anlægskategori B omfatter 53 anlæg, hvor slamproduktionen på anlæggene ikke kunne oplyses. Dette skyldes en række forhold omkring afhentning og disponering af slammet samt dets eventuelle eksterne behandling.

Den samlede oversigt over antallet af de i 1999 registrerede renseanlæg ser herefter således ud:

Anlægskategori	Antal
A og B	522
C (delvis lev.)	19
B (uden slammgd.)	53
C	807
Ingen, uden opl.	8
I alt	1.409

Denne oversigt fordelt på amter fremgår endvidere af bilag 3.1.1.

### 3.2 SLAMMÆNGDER

Grundlaget for den endelige opgørelse over den samlede slammængde produceret i 1999 på de danske renseanlæg er de faktiske oplysninger om slammængden og tørstofindholdet fra 539 anlæg. Dette antal svarer nøgletunde til summen af anlæg, der er anført i de to første rækker i ovennævnte oversigt og består af samtlige 239 anlæg af kategori A, 283 anlæg af kategori B og 17 af 19 anlæg af kategori C.

Slammængderne i tørvægt (TS) på renseanlæggene beregnes ved at multiplicere den målte slammængde i vådvægt (VV) med et gennemsnitligt tørstofindhold i slammet. Tørstofindholdet, der angives i procent, tørstofprocenten, fastsættes efter de i slambekendtgørelsen fastsatte regler.

Ved opgørelsen af slammængden antages, at de indberettede slammængder fra de 239 renseanlæg, der tilhører kategori A, fuldt ud indbefatter slamleverancer til disse anlæg fra samtlige 826 anlæg af kategori C. Indberetningskemaet for et anlæg indeholder imidlertid ikke en endelig bekræftelse på, hvorvidt forudsætningen er opfyldt for det pågældende anlæg. Det er dog Miljøstyrelsens opfattelse, at antagelsen er rigtig i langt de fleste tilfælde.

Som det fremgår af tabel 3.2.1 er slammængden i 1998 opgjort til henholdsvis 1.437.953 tons VV og 155.422 tons TS. Herefter kan et vægtet gennemsnitligt tørstofindhold i slammet beregnes til 10,8%.

En fordeling af slammængden i både våd- og tørstand på amterne samt det gennemsnitlige tørstofindhold i procent for hvert amt fremgår af bilag 3.2.1.

Miljøstyrelsens program for behandling af slamdata er indrettet således, at programmet automatisk erstatter de manglende angivelser med beregnede slammængder i tons TS. Slamproduktion i tørstof på de indberettede 1.401 anlæg er derfor opgjort til 155.621 tons TS, som i forhold til 155.422 tons TS giver en difference på 199 tons TS. Forskellen tilskrives de 53 + 2 anlæg, som tilhører anlægskategori B og C, hvor der ikke er angivet slammængde. De

199 tons TS, der kun udgør omkring 0,1% af tørstofmængden, svarer skønmæssigt til ca. 4.975 tons VV.

Tilsvarende beregning og skøn er foretaget for de 8 vandværker, der er medtaget med 1 PE hver, svarende til 0,08 ton TS. Resultaterne fremgår af tabel 3.2.1.

Beregningsen af slammængder er foretaget på grundlag af forudantegne erfaringer enhedstal for årlig slamproduktion i kg TS pr. personækvivalent for den pågældende rensningstype og belastning af anlægget i det aktuelle år. Dette beregningssystem kan naturligvis gøres dynamisk, således at de anvendte enhedstal beregnes løbende på grundlag af de aktuelle data. Man har dog ikke fundet dette arbejde formålstjenligt.

Som nævnt før indgår den faktiske mængde af vandværksslam ikke i slamopgørelsen. Om vandværksslammet, som er jernholdigt, kan dog oplyses, at dette er et affaldsprodukt ved filterskylleprocessen på vandværkerne. Mængden udgør skønmæssigt 5 tons TS pr. 1 mill m<sup>3</sup> rensset vandværkssvand. Da de 8 værker i 1997 har oppumpet knap 20 mill. m<sup>3</sup> vand kan den samlede mængde opgøres til 100 tons TS.

På landsplan produceres der ca. 3.000 tons af denne type slam, der som regel bliver anbragt på landets lossepladser.

Den samlede opgørelse over slamproduktion i 1999 på samtlige 1.409 renseanlæg, baseret på dels de faktiske oplysninger dels erfaringstal, fremgår af tabel 3.2.1.

**TABEL 3.2.1**  
SLAMMÆNGDER PRODUCERET PÅ 1.409 RENSEANLÆG

<i>Antal ren- seanlæg</i>	<i>Anlægs- kategori</i>	<i>Slammængde i tons</i>	
		<i>Vådvegt (VV)</i>	<i>Tørvegt (TS)</i>
539	A, B og C	<b>1.437.953</b>	<b>155.422</b>
55	B og C	4.975	199
807	C	0	0
<b>1.401</b>	A, B og C	1.442.928	<b>155.621</b>
8	Ingen	2	0
<b>1.409</b>	Alle	<b>1.442.930</b>	<b>155.622</b>

De med kursiv markerede tal er skønnede eller beregnede størrelser.

De i tabel 3.2.1 med fedtskrift markerede tal, nemlig **1.437.953 tons VV** og **155.422 tons TS** samt **155.621 tons TS**, betragtes som nøgle- og kontroltal for våd og tør slammængde, der gentagne gange optræder i rapportens statistiske beregninger og sammenstillinger.

På grundlag af ovenstående værdier for de 1.409 anlæg samt belastning af anlæggene i 1999 på 8,09 mio. PE kan den gennemsnitlige årlige slamproduktion i 1999 pr. PE beregnes til 19,2 kg TS.

### 3.3 AFFALD FRA RENSEANLÆG

Ud over selve spildevandsslammet omfatter affaldsproduktionen på et renseanlæg sand og ristestof samt fedt. Ud fra den samlede belastning af renseanlæggene på 8,09 mio. PE kan den samlede mængde af sand og ristestof i 1999 anslås til at ligge på henholdsvis 39-74.000 m<sup>3</sup> eller 79-158.000

tons VV (tørstofindholdet ligger på ca. 75%) og 18-34.000 m<sup>3</sup> eller 21-41.000 tons VV (tørstofindholdet ligger på ca. 25%). Fedtet skønnes at bidrage med 160-180 tons.

De anførte talværdier for sand og ristestof samt fedt er fortrinsvis baseret på erfaringstal angivet i faglitteratur, idet der ikke foreligger en samlet, landsdækkende opgørelse over mængder, behandling og slutdisponering af disse affaldsprodukter fra danske renseanlæg.

Den samlede affaldsmængde produceret i 1999 på 1.409 renseanlæg kan derefter beregnes til 1,45-1,55 mio. tons i vådvægt. Heraf udgør spildevandsslammet de knap 1,35 mio. tons VV.

### 3.4 VURDERING AF SLAMPRODUKTIONEN

Produktionen af spildevandsslam i årene 1987 og 1994-1999 kan med de korrigerede værdier sammenstilles i tabel 3.4.1.

**TABEL 3.4.1**  
SLAMPRODUKTION I ÅRENE 1987 OG 1994 - 1999

År	Slammængde i 1.000 tons	
	Vådvægt (VV)	Tørvægt (TS)
1987	1.086	131
1994	1.090	170
1995	1.208	165
1996	1.187	157
1997	1.164	151
1998	1.350	154
1999	1.443	156

Slammængderne i vådvægt er i tabellen angivet som korresponderende værdier til mængderne i tørvægt. Dette betyder, at disse i lighed med tørvægtsmængder indeholder beregnede/skønnede mængder, der dækker over manglende indberetninger. Hertil bemærkes, at slammængden i vådvægt for 1994 er baseret på et skøn i en væsentlig større grad end værdierne for de øvrige år. Dette skyldes blandt andet, at der kun forelå indberetninger for den del af slammet, der er anbragt på landbrugsjord, medens de resterende oplysning er blevet indhentet på anden vis.

På basis af data i Miljøprojekt nr. 473 1999 vurderede Miljøstyrelsen, at mængden af spildevandsslam på ca. 151.000 tons TS repræsenterer et produktionsniveau, der vil holde sig nogenlunde konstant de næste 2-3 år. En stigning fra 1997 til 1998 på ca. 2.600 tons TS eller 1,7% og fra 1998 til 1999 på 2.000 tons TS eller 1,3% tyder imidlertid på, at vurderingen ikke helt er i overensstemmelse med virkeligheden. Det skønnes dog, at en del af stigningen må tilskrives den statslige spildevandsafgift, der medfører, at mange renseanlæg, fortrinsvis ved hjælp af fældningsmidler, renser spildevandet bedre end krævet i udledningstilladelsen.

Endvidere må der nok forventes en lille stigning i slammængden, når forbedring af spildevandsforholdene i det åbne land er gennemført.

# 4 Slambehandling på renseanlæg

## 4.1 GENERELT

Indberetningsskemaet er opdelt i tre hovedgrupper, hvor de to første, slamstabilisering og slamafvanding, dækker over den egentlige slambehandling. Den tredje gruppe, yderligere slambehandling på renseanlæg, omfatter metoder, der er en kombination af viderebehandling med langtidsopebevaring eller den endelige bortskaffelse af slammet.

Siden undersøgelserne af slamforholdene i 1987 har der i kommunerne kunnet observeres en tendens til en centralisering af slambehandlingen, således at slammet fra små renseanlæg typisk køres til videre behandling på større renseanlæg. I mange kommuner benyttes kun ét anlæg til behandling af slammet fra hele kommunen.

Centraliseringsprocessen er stagneret i årene 1995 - 96, og antallet af anlæg, der modtager og behandler slam har efter Miljøstyrelsens vurdering opnået et naturligt, optimalt niveau, der ligger omkring 235 anlæg, hvilket er lidt over de 230 og lidt mindre end de 239 renseanlæg af kategori A i henholdsvis 1998 og 1999.

De seneste to års udvikling omkring slamhåndtering går i retning af, at kommunerne i hastigt stigende grad planlægger etablering af slammineraliseringsanlæg. Disse anlæg etableres som regel i tilknytning til store renseanlæg og fungerer som anlæg for en integreret behandling af spildevandsslam, hvor der sker en afvanding, yderligere stabilisering og langtidslagring af slammet. Dette medfører, at mange renseanlæg fremover vil ligge inde med overskydende afvandingsudstyr.

Desuden er der fortsat en tendens til, at en række mindre landkommuner benytter mobilt udstyr til afvanding og stabilisering af slammet, før dette slutdisponeres. Slamhåndteringen kan enten varetages af kommunen selv med købt eller lejet udstyr, eller overlades til firmaer, der er specialister i en total slamhåndtering.

Det præciseres, at der kun er anlæg af kategori A og B samt C i det omfang hvor slammet ikke transporteres til andre anlæg, indgår i tabeller og bilag i afsnittene om slamstabilisering, slamafvanding og yderligere slambehandling.

## 4.2 SLAMSTABILISERING

Til stabilisering af spildevandsslam anvendes dels biologiske processer, der omfatter blandt andet anaerob stabilisering ved udrådning af slammet i rådnetanke og aerob stabilisering ved langtidobeluftning af slammet, dels kemiske processer, herunder kalkstabilisering ved tilsætning af hydratkalk.

I tabel 4.2.1 er vist slamstabiliseringen fordelt på stabiliseringsmetoder opgjort i tons VV og TS samt i procent af slammængden i våd- og tørvægt, betegnet

**TABEL 4.2.1**  
SLAMSTABILISERING FORDELT PÅ STABILISERINGSMETODER

	<i>Anaerob stab.</i>	<i>Aerob stab.</i>	<i>Kalkstab.</i>	<i>Ingen stab.</i>	<i>Ej oplyst</i>	<i>I alt</i>
Slammængden i t VV	336.654	829.349	60.992	210.957	0	1.437.953
Fordeling i % af VV	23,4	57,7	4,2	14,7	0,0	100,0
Slammængden i t TS	65.268	70.854	13.425	6.074	0	155.621
Fordeling i % af TS	41,9	45,5	8,6	3,9	0,0	100,0
Antal anordninger	82	318	85	147	0	632

henholdsvis % af VV og % af TS. Endvidere er der vist antallet af anordninger for stabiliseringen inden for de enkelte stabiliseringsmetoder.

Det antages generelt, at hvis slammængderne er anført i tabellens kolonne *Ej oplyst* må det være udtryk for *Ingen stab.*, hvorfor disse kolonner sammenlægges.

Tabellen er udarbejdet på baggrund af bilag 4.2.3, bilag 4.2.1 og bilag 4.2.2, der også viser slammængden i våd- og tørvægt samt antal indretninger fordelt på amter. Det fremgår af tabellen, at der er i alt 632 anordninger for stabilisering af slammet, fordelt på 594 renseanlæg, hvilket betyder, at nogle renseanlæg er forsynet med to eller tre forskellige former for stabilisering af slammet. Der er eksempelvis 29? anlæg med både anaerob og aerob stabilisering.

Man skal være opmærksom på, at tallene i tabel 4.2.1 kan være forbundet med en vis usikkerhed, idet begrebet slamstabilisering ikke er opfattet entydigt. Hvis et renseanlæg ikke er forsynet med en rådnetank, en slamluftningstank eller et anlæg for kalktilsætning, er kommunens besvarelse af spørgsmålet om stabiliseringsform nemlig ofte baseret på et skøn.

#### 4.3 SLAMAFVANDING

Afvanding af spildevandsslam medfører en væsentlig reduktion af slammængden, der eventuelt skal håndteres yderligere på anlægget eller borttransporteres. Afvandingen må derfor betragtes som et centralt led i slambehandlingen på et renseanlæg. Til afvanding af slammet anvendes mekanisk separering, omfattende centrifugering og filtrering, herunder filterpresse, sibåndspresse og slambede.

I tabel 4.3.1 er vist slamafvanding fordelt på afvandingsformer opgjort i tons VV og TS samt i procent af slammængden i våd- og tørvægt, betegnet henholdsvis % af VV og % af TS. Endvidere er vist antallet af installationer for afvanding inden for de enkelte afvandingsformer.

**TABEL 4.3.1**  
SLAMAFVANDING FORDELT PÅ AFVANDINGSFORMER

<i>Udstyr m.m.</i>	<i>Centrifuge</i>	<i>Filterpresse</i>	<i>Sibåndspresse</i>	<i>Slambed</i>	<i>Andet afvand.</i>	<i>Ingen afvand.</i>	<i>Ej oplyst</i>	<i>I alt</i>
Slammængden i t VV	320.795	98.023	271.177	170.640	87.691	489.627	0	1.437.953
Fordeling i % af VV	22,3	6,8	18,9	11,9	6,1	34,1	0,0	100,0
Slammængden i t TS	64.456	21.775	53.460	3.128	4.618	8.184	0	155.621
Fordeling i % af TS	41,4	14,0	34,4	2,0	3,0	5,3	0,0	100,0
Antal udstyr og anlæg	81	36	141	28	138	196	0	620

Det antages fortsat, at hvis slammængderne er anført i tabellens kolonne *Ej oplyst* må det være udtryk for *Ingen afvandning*, hvorfor disse kolonner sammenlægges.

Tabel 4.3.1 er udarbejdet på baggrund af bilag 4.3.1, bilag 4.3.2 og bilag 4.3.3, der også viser slammængden i våd- og tørstand samt antal installationer fordelt på amter. Der er således i alt 620 udstyr og anlæg til afvandning af slammet fordelt på 594 renseanlæg, hvilket betyder, at nogle renseanlæg er forsynet med to eller tre forskellige afvandingsudstyr.

Generelt kan det dog på trods af de mindre svingninger vurderes, at der i årene 1996 og 1998 er opnået et stabilt niveau på slamafvandingsområdet, efter at anvendelse af filterpresser igennem de sidste 5-6 år hvor er faldet væsentligt. Den stabile tilstand kunne også konstateres i 1999.

Den tidligere nævnte centralisering af slambehandling i kommunerne kan netop ses på afvandingsområdet, idet der kun er etableret 258 installationer, i form af centrifuger, filterpresser eller sibåndspreser, for en effektiv afvandning af slammet, hvilket tal skal sammenlignes med 239 renseanlæg af anlægskategori A, der modtager og behandler slam fra andre anlæg.

Endvidere fremgår det af tabel 4.3.1, at centrifuger, filterpresser og sibåndspreser tilsammen afvander 48% og næsten 90% af slammængden i henholdsvis våd- og tørvægt. Dette er en reduktion med henholdsvis 3% og 1,3% i forhold til tilsvarende procenttal i 1998. Reduktionen skyldes sandsynligvis det forhold, at en række kommuner i løbet af 1996 til 1999 har etableret mineraliseringsanlæg, hvori slammet kan anbringes uden forudgående afvandning. Denne antagelse er underbygget af, at disse reduktionstal næsten svarer til den tilvækst, der er sket på mineraliseringsområdet.

Afvandningen indebærer en reduktion af vandindholdet i slammet, og graden for slamafvandning kan udtrykkes ved tørstofindholdet i slammet i procent, tørstofprocenten, som er forholdet mellem slammængden i tør- og vådvægt.

Ved anvendelse af de forannævnte afvandingsformer kan der opnås en forskellig afvandingsgrad. Ud fra tallene i tabel 4.3.1 kan det gennemsnitlige, vægtede tørstofindhold i slammet for 1999 afvandet i henholdsvis centrifuger, filterpresser og sibåndspreser beregnes til henholdsvis 20,1%, 22,2% og 19,7%. Disse procenttal stemmer meget godt overens med tilsvarende procenttal for 1998 og 1997.

Det samlede gennemsnitlige, vægtede tørstofindhold for alle korresponderede slammængder, der er vist i tabel 3.2.1, kan imidlertid opgøres til 10,8% mod

11,4% og 13,0% i henholdsvis 1998 og 1997. Dette markant fald må igen skyldes udviklingen på mineraliseringsområdet.

#### 4.4 YDERLIGERE BEHANDLING AF SLAMMET

Ud over stabiliseringen og afvandingen af slammet er der på en række renseanlæg foretaget en yderligere behandling af slammet, før dette slutdisponeres. Yderligere behandling af slammet omfatter hygiejnisering, mineralisering, kompostering, tørring og forbrænding samt anden behandling som fortrinsvis består af kalktilsætning.

I tabel 4.4.1 er vist yderligere behandling af slam fordelt på behandlingsformer opgjort i tons VV og TS samt i procent af slammængden i våd- og tørvægt, betegnet henholdsvis % af VV og % af TS. Endvidere er der vist antallet af behandlingsanlæg inden for de enkelte behandlingsformer.

**TABEL 4.4.1**  
YDERLIGERE BEHANDLING AF SLAMMET PÅ RENSEANLÆG

	<i>Hygiejnisering</i>	<i>Mineralisering</i>	<i>Kompostering</i>	<i>Tørring</i>	<i>Forbrænding</i>	<i>Anden beh.</i>	<i>Ingen beh.</i>	<i>Ej oplyst</i>	<i>I alt</i>
Slammængden i t VV	18.017	510.155	2.925	5.122	117.650	31.952	752.132	0	1.437.953
Fordeling i % af VV	1,3	35,5	0,2	0,4	8,2	2,2	52,3	0,0	100,0
Slammængden i t TS	3.837	7.702	608	1.566	22.448	1.620	117.841	0	155.621
Fordeling i % af TS	2,5	4,9	0,4	1,0	14,4	1,0	75,7	0,0	100,0
Antal behandlingsanlæg	14	50	9	5	5	25	509	0	617

Tabellen er udarbejdet på baggrund af bilag 4.4.3, bilag 4.4.1 og bilag 4.4.2, der også viser slammængden i våd- og tørstand samt antal behandlingsanlæg fordelt på amter.

Det fremgår af tabellen, at der er 509 renseanlæg ud af 617 behandlingsanlæg, der ingen eller delvis ingen (22 anlæg) efterbehandling af slammet har. Dette betyder, at der i alt er 108 anlæg for videre behandling af slammet, fordelt på 107 renseanlæg.

I den forbindelse er det vigtigt at fremhæve, at anlæg for hygiejnisering eller kompostering af slammet, ud over en reduktion af slammets vandindhold, automatisk medfører en opbevaringskapacitet for slammet på 3-6 måneder inden udbringelse på landbrugsjord. For anlæg for mineralisering af slammet påregnes opbevaringstiden at være ca. 10 år.



# 5 Slutdeponering af spildevandsslam

## 5.1 OPLAGRING

Som det fremgår af § 15 i slambekendtgørelsen skal kommunalbestyrelsen råde over opbevaringsfaciliteter for kommunalt spildevandsslam, der agtes udbragt på landbrugsjord. Det fremgår endvidere af bestemmelsen, at der efter 1. oktober 1999 skal rådes over en opbevaringskapacitet svarende til 9 måneders produktion.

I den forbindelse er det undersøgt, i hvilket omfang kommunerne i 1999 havde opbevaringskapacitet svarende til mindst 9 mdr.

I 1999 var der således 412 anlæg, der rådede over opbevaringsfaciliteter for spildevandsslam. Undersøgelsen blev dog kun foretaget på basis af angivelser fra 322 anlæg. Dette begrundes med, at slamproduktion fra de resterende 90 anlæg bliver leveret til andet renseanlæg til videre behandling og derfor er indregnet i produktionen på de anlæg, der modtager slammet.

Resultater af undersøgelsen fremgår af tabel 5.1.1.

**TABEL 5.1.1**  
SLAMOPBEVARING

Lagerkapacitet i måneder	Antal anlæg	Slammængde i tons		% af slammængden	
		Vådvægt	Tørvægt	Vådvægt	Tørvægt
>9	216	758.921	45.566	52,6	29,3
5 til 8	42	45.267	6.726	3,1	4,3
1 til 4	64	118.078	15.096	8,2	9,7
I alt	322	922.266	67.387	63,9	43,3

Som det fremgår af tabellen kan 216 anlæg eller 36,4% af de 594 anlæg uden slamleverancer til et andet anlæg, umiddelbart overholde det fremtidige krav til lagerkapaciteten. Dette svarer til 29,3% af slammængden i tørvægt (TS) eller 34,4%, hvis man ser bort fra slammængden, der er forbrændt internt hvert år, og som i nær fremtid næppe kommer på landbrugsjord.

## 5.2 DISPONERING

Efter endt behandling på et renseanlæg skal slammet bortskaffes. Der fandtes indtil 1995-96 i princippet tre hovedmuligheder for den endelige bortskaffelse af spildevandsslam, nemlig anbringelse på landbrugsjord, forbrænding i eksternt eller internt anlæg samt anbringelse på kontrolleret losseplads.

Udviklingen omkring bortskaffelsen af spildevandsslam har bevirket, at der i de seneste år er anvendt andre muligheder for disponering af spildevandsslam, som ikke kan indpasses i hovedområderne for slamdisponering.

Med begyndelsen i 1995-96 er der i Danmark etableret en række anlæg til mineralisering af slammet, og antallet af disse anlæg er steget mærkbart i de

seneste år. Slammineraliseringsanlæg betragtes i kommunerne som en alternativ mulighed for slambortskaffelsen. Der regnes nemlig med, at slammet kan opbevares i et mineraliseringsanlæg i ca. 10 år, før der skal tages stilling til, hvorvidt det mineraliserede slam kan spredes på landbrugsjord, forbrændes eller anbringes på kontrolleret losseplads.

Da det endelige bestemmelsessted for slam fra et mineraliseringsanlæg således ikke er kendt før om 10 år, har Miljøstyrelsen fundet det nødvendigt i slamrapporten for 1997 at opføre slammængden, der er anbragt i mineraliseringsanlæg som et selvstændigt disponeringsområde for slambortskaffelsen under betegnelsen *Langtidslager*.

Desuden har en række firmaer i løbet af 1997-98 arbejdet på at etablere alternative metoder for bortskaffelse af slam, hvor den uorganiske del af slammet (asken) indbygges og hermed genanvendes i produkter som sandblæsningsmidler og cement. Ét af disse firmaer har allerede i 1998 aftaget væsentlige mængder af slam.

I slamrapporten for 1998 er der derfor indført et nyt disponeringsområde, *Anden udnyttelse*, der dækker over slammet som behandles efter nye metoder.

Den grundlæggende fordeling af slammængden i tør- og vådvægt samt i procent på disponeringsområder, som svarer til indberetningsskemaets pkt. 7, samt amter fremgår af bilag 5.2.1 og bilag 5.2.3. Desuden fremgår fordelingen af slammængden i tør- og vådvægt samt i procent disponeret til mineraliseringsanlæggene og brændt på renseanlæggenes egne (interne) forbrændingsanlæg af bilag 4.4.1 og bilag 4.4.3.

Disse bilag danner det endelige grundlag for udarbejdelse af bilag 5.2.2 og bilag 5.2.4 samt de efterfølgende tabeller, som viser fordelingen af slammængden grupperet efter alle de fornævnte hoveddisponeringsområder.

Det fremgår af bilag 5.2.1 og bilag 5.2.3, at slammet ud over anbringelse på den egentlige landbrugsjord kan anvendes på skovbrug, gartnerier, parker og private haver. Disse områder kan imidlertid lægges sammen, hvorefter i tabel 5.2.2 er benævnt som *Dyrket jord*.

Slam til jordbrugsformål kan desuden disponeres enten direkte til dyrkede jord eller til et andet behandlingsanlæg, biogas- eller komposteringsanlæg, hvorefter dette efter kort- eller langvarig opbevaring kan slutdeponeres på landbrugsjord. Alt dette slam samt eventuelt slam under *Ej oplyst* betegnes som slam til *Landbrug m.m.*

Ved indtastningen af dataene er der sørget for, at de slammængder, der er anført under *Andet* svarer nøje til mængderne disponeret til *Anden udnyttelse*.

Da der er tale om et begrænset antal anlæg, er der udarbejdet en oversigt over renseanlæg, der er forsynet med interne forbrændingsanlæg. Oversigten fremgår af tabel 5.2.1, hvor der ud over de forbrændte slammængder også er angivet slammets disponeringsmæssige placering.

Det skønnes, at mængden af aske fra forbrænding, der slutdeponeres, udgør mellem 5.750 t og 10.350 t, svarende til et glødetab på mellem ca. 75% og 55% af slammet i tons TS.

**TABEL 5.2.1**  
RENSEANLÆG MED INTERNE FORBRÆNDINGSANLÆG

Amtnavn	Renseanlæg	Slam i t VV	Slam i t TS	Angivet dispon.
København Kom.	Lynetten	67.030	12.803	Losseplads
København	Avedøre Kloakværk	38.664	6.921	Losseplads
Roskilde	Køge-Egnens RA	7.540	1.885	Losseplads
Viborg	Bjerringbro	4.416	839	Losseplads
Nordjylland	Brøndeslev	3.500	560	Losseplads
I alt		121.150	23.008	

I tabel 5.2.2 er vist slammængden fordelt på disponeringsområder opgjort i tons VV og TS samt i procent af slammængden i våd- og tørvægt, betegnet henholdsvis % af VV og % af TS.

**TABEL 5.2.2**  
DISPONERING AF SLAM

	Dyrket jord	Forbr. int.	Forbr. ext.	Losse- plads	Minerli- sering	Biogas	Kom- post	Andet	Ej oplyst	I alt
Slammængden i t VV	556.951	121.150	55.783	62.166	510.155	25.217	39.553	66.978	0	1.437.953
Fordeling af VV i %	38,7	8,4	3,9	4,3	35,5	1,8	2,8	4,7	0,0	100,0
Slammængden i t TS	77.115	23.008	9.845	13.305	7.702	2.972	7.766	13.909	0	155.621
Fordeling af TS i %	49,6	14,8	6,3	8,5	4,9	1,9	5,0	8,9	0,0	100,0

Det fremgår endvidere af tabel 5.2.2 og bilag 5.2.1, at 86,6% af den totale slammængde i tons TS til landbruget tilføres landbrugsjord direkte. Den resterende andel på 11,4% tilføres enten skovbrug og gartnerier (0,1%), eller går til biogasanlæg og komposteringsanlæg (11,3%) inden anbringelse på landbrugsjord.

I tabel 5.2.3 er vist slamdisponering fordelt på hovedområder opgjort i tons VV og TS samt i procent af slammængden i våd- og tørvægt, betegnet henholdsvis % af VV og % af TS

**TABEL 5.2.3**  
HOVEDOMRÅDER FOR SLAMDIPONERING

	Landbrug m.m.	Forbrændi- ng	Losse- plads	Langtids- lager	Anden udnyttelse	I alt
Slammængden i t	621.721	176.933	62.166	510.155	66.978	1.437.953
Fordeling i % VV	43,2	12,3	4,3	35,5	4,7	100,0
Slammængden i t	87.852	32.853	13.305	7.702	13.909	155.621
Fordeling i % TS	56,5	21,1	8,5	4,9	8,9	100,0

Tabel 5.2.3 er udarbejdet på baggrund af bilag 5.2.2 og bilag 5.2.4, der også viser slammængden i våd- og tørstand fordelt på amter.

Som det ses i tabellen, kan en vurdering af slamdeponering, i lighed med den øvrige slamhåndtering, være forskellig, afhængigt af, hvilke af de to slammængder der lægges til grund for en vurdering. Slamdisponeringen bør, i lighed med andre områder inden for slamhåndteringen, vurderes på grundlag af fordelingen af slammængden i vådvægt, idet denne i højere grad end slammængden i tørvægt antages at afspejle det faktiske forhold omkring slammængderne, som skal håndteres.

Den gennemsnitlige tørstofprocent i det spildevandsslam, der i 1999 blev disponeret til landbrug, forbrænding, lossepladser, langtidsopbevaring og anden udnyttelse, kan ud fra tabellen beregnes til henholdsvis 14,1%, 18,6%, 21,4%, 1,5% og 20,8%. Tilsvarende tal i 1998 var på 13,5%, 23,1%, 20,5%, 1,1% og 15,9%

### 5.3 KOMMENTARER TIL DISPONERINGEN

#### **Landbrug m.m.**

Det kan konstateres, at mængden af spildevandsslam i TS i 1999 anvendt i landbruget igen er faldet med 2,7% i forhold til året før. Fra 1996 til 1999 er denne mængde faldet fra 65,8% til 56,5% af den årlige slammængde i tons TS. Dette jævne fald må efter Miljøstyrelsens opfattelse tillægges usikkerheden omkring bortskaffelse af slammet på landbrugsarealer som følge af de skærpede krav fra 1. juli 2000 til slammets kvalitet, det nye krav fra 1. oktober 1999 om 9 måneders opbevaringskapacitet samt en generel usikkerhed om landbrugets fremtidige stillingtagen til at anbringe spildevandsslam på landbrugsjord.

Det er vanskeligt at forudse en udviklingstendens, men det vurderes, at faldet i slammængden anbragt på landbrugsjord nok vil fortsætte i de følgende år. Denne vurdering kan, ud over det førnævnte ræsonnement, yderligere begrundes med, at der i de sidste 4-5 år er taget andre afsætningsmuligheder i brug.

#### **Forbrænding**

Forbrænding af slammet foretages enten på et anlæg, der er etableret på selve renseanlægget eller på et eksternt forbrændingsanlæg. Den totale slammængde, der er brændt i 1999, er lidt større end den tilsvarende mængde i 1998, men variationer i de sidste tre år var begrænsede. Det skal dog bemærkes, at slammængden til eksternt forbrænding steg mærkbart fra 1997 til 1999 på bekostning af slammængden til intern forbrænding.

Dette disponeringsområde er generelt vanskeligt at give en samlet vurdering af udviklingstendenser på, idet området er domineret af tre store renseanlæg i Københavnsområdet, hvorfra 75% af den forbrændte slammængde stammer.

Selv om der i nærmeste fremtid vil blive etableret et fælleskommunalt anlæg til forbrænding af spildevandsslam, er det Miljøstyrelsens umiddelbare opfattelse, at hovedstrømningerne i udviklingen omkring bortskaffelse af spildevandsslam i de kommende år næppe vil gå i retning af etablering af flere store interne forbrændingsanlæg. Dette kan begrundes med, at disse anlæg blandt andet er forbundet med en omfattende godkendelse, samt at der er risiko for en række driftsproblemer.

Desuden er forbrændingen generelt forbundet med en ikke problemfri bortskaffelse af aske i betydelige mængder. Askemængden udgør nemlig mellem 25% og 45% af tørstofmængden.

### **Lossepladser**

Slammængden, der i 1999 er deponeret på kontrollerede lossepladser, er faldet til næsten det halve af niveauet fra 1997. med ca. 4.000 t TS eller ca. 17% i forhold til 1997, hvor faldet i absolutte tal var på ca. 7.000 t TS og ca. 10.700 t TS i forhold til henholdsvis 1998 og 1997. Der vurderes, at den væsentlige reduktion af slammængde, der blev deponeret på kontrollerede lossepladser må tilskrives udviklingen på disponeringsområderne *Langtidslager* og *Anden udnyttelse*.

### **Langtidslager**

Dette disponeringsområde omfatter udelukkende slammængden, der anbringes i mineraliseringsanlæg, hvor opbevaringstiden skønnes at være ca. 10 år. Der er imidlertid ikke fastlagt en mindste opbevaringsperiode, før en opbevaring af slammet kan betegnes som en langtidsofopbevaring. Det skønnes, at denne nedre grænse bør ligge mellem 2 og 4 år.

Anbringelse af spildevandsslam på et mineraliseringsanlæg giver en række fordele. Ud over mineralisering af slammet, der medfører forøgelse af tørstofindholdet, samt dets opbevaring sker der også i anlægget afvanding af slam, hvilket medfører, at slammet inden anbringelsen i anlægget ikke nødvendigvis skal gennemgå en afvanding, der kan være investeringstung og påføre merudgift til drift (kemikalier). Som det også fremgår af afsnit 5.2 om disponering af slammet, har slammængden disponeret til mineraliseringsanlæg et gennemsnitligt tørstofindhold på 1,5%. Dette slam anses derfor for at være ret "tyndt".

Slammængden, der i 1999 er disponeret til mineraliseringsanlæg er steget med 3,3% i forhold til 1,6% i 1997, eller over 300% i perioden fra 1997 til 1999.

### **Anden udnyttelse**

I Danmark har en række firmaer i løbet af 1997-98 arbejdet på at etablere alternative metoder for bortskaffelse af slam. Disse metoder baseres på, at efter forbrænding af slammet genanvendes den uorganiske del af slammet (asken) til produktion af eksempelvis sandblæsningsmidler eller cement. Firmaet, der agter at producere et sandblæsningsmiddel, Carbogrit, har i 1999 aftaget 8,9% af slammængden i 1999, hvilket er over en fordobling i forhold til 1998. Firmaet forventer at kunne aftage helt op til 70.000 tons TS.



# 6 Slamkvalitet

## 6.1 INDLEDNING

I dette kapitel er beskrevet de data for slamkvalitet, der er indberettet for 1999. De slamanalyser, der er indberettet, er både data for den slammængde, som bruges på landbrugsjord og den slammængde, der disponeres på anden vis.

Der er udarbejdet separate statistiske sammenstillinger for både den samlede slammængde og slammængden, der går til landbruget, ekskl. slammet disponeret til mineralisering. I det følgende benyttes derfor betegnelser henholdsvis **Alt slam** og **Landbrug**, som refererer til disse to slammængder. Disse betegnelser dækker dog over varierende slammængder, idet slammet kun medtages i beregningen i den udstrækning, hvor slammet er undersøgt og der foreligger analyseresultater.

Koncentrationer af stoffer i alle sammenstillinger i dette kapitel er angivet som fraktiler, det vil sige den procentdel af den undersøgte slammængde, der har en koncentration af stoffet, som er lig med eller mindre end den anførte værdi. Desuden er der for de fleste stoffer også angivet den mængdevægtede gennemsnitskoncentration, VG koncentration.

Generelt udspringer anvendelse af spildevandsslammet til jordbrugsformål af et ønske om en genanvendelse af alt affald, herunder spildevandsslam, der repræsenterer en gødningsværdi for landbrugsjord. For at kunne genanvende spildevandsslam skal dette opfylde en række kvalitetskrav.

Kravene til, hvornår slam kan anvendes på landbrugsjord, er beskrevet i bekendtgørelse nr. 823 af 16. september 1996 om anvendelse af affaldsprodukter til jordbrugsformål. Denne er således gældende for forholdene i 1999.

Som nævnt før blev der i 1999 foretaget en revision af denne bekendtgørelse, jf. bekendtgørelse nr. 49 af 20. januar 2000. I den forbindelse skal der gøres opmærksom på, at nedsættelse af afskæringsværdien for koncentration af NPE fra 50 mg/kg TS til 10 mg/kg TS i den nye bekendtgørelse er udskudt fra den 1. juli 2000 til den 1. juli 2002. I den mellemliggende toårige periode er afskæringsværdien imidlertid fastsat til 30 mg/kg TS.

## 6.2 KVALITETSKRAV M.M.

I slambekendtgørelsen er der ikke stillet direkte krav til indeholdet af gødningsstoffer i form af næringssalte kvælstof (N), fosfor (P) og kalium (K), men det forudsættes, at der er en tilfredsstillende sammenhæng mellem den tilladelige slammængde, der er udbragt på landbrugsjord og dens gødningsværdi.

Det fremgår dog af slambekendtgørelsen, at slammet skal analyseres for total kvælstof (Tot-N) og total fosfor (Tot-P). Dette betyder, at når næringssalte

kvælstof (N) og fosfor (P) er nævnt i denne rapport, uanset benævnelsen, er det tale om koncentrationer eller mængder i total kvælstof (Tot-N) eller total fosfor (Tot-P).

Der er derimod stillet en række hygiejnisk begrundede kvalitetskrav til spildevandsslam samt krav til maksimale koncentrationer af forurenende stoffer i slammet.

Der er således opstillet grænseværdier for koncentrationen af tungmetallerne: cadmium (Cd), kviksølv (Hg), bly (Pb), nikkel (Ni), krom (Cr), zink (Zn) og kobber (Cu). Samtidig er der opstillet afskæringsværdier for koncentration af miljøfremmede stoffer: LAS (lineære alkylbenzensulfonater), PAH (polycykliske, aromatiske hydrocarbonater), NPE (nonylphenol og nonylphenolethoxylater) og DEHP (diethylhexylphthalat). Disse værdier er i bekendtgørelsen angivet i forhold til 1kg/1t tørstof (TS) og/eller for cadmium, kviksølv, bly og nikkel vedkommende i forhold til 1kg total fosfor (P). Endvidere er en del af de nugældende værdier blevet skærpede fra den 1. juli 2000.

I tabel 6.2.1 er vist en oversigt over de i den nye slambekendtgørelse fastsatte grænse- og afskæringsværdier for koncentrationer af tungmetallerne og arsen samt miljøfremmede stoffer.

**TABEL 6.2.1**  
TILLADELIGE KONCENTRATIONER I SPILDEVANDSSLAMMET TIL LANDBRUG

Parameter	Til den 30. juni 2000	Fra den 1. juli 2000
<b>a. Grænseværdier for tungmetaller i mg pr. kg TS</b>		
Cadmium	0,8	0,4
Kviksølv	0,8	0,8
Bly	120	120
Nikkel	30	30
Chrom	100	100
Zink	4.000	4.000
Kobber	1.000	1.000
<b>b. Grænseværdier for tungmetaller i mg pr. kg total fosfor</b>		
Cadmium	200	100
Kviksølv	200	200
Bly	10.000	10.000
Nikkel	2.500	2.500
<b>c. Afskæringsværdier for miljøfremmede stoffer i mg pr. kg</b>		
LAS	2.600	1.300
PAH	6	3
NPE	50	30
DEHP	100	50

### 6.3 GRUNDLAG FOR OPGØRELSEN

Med hensyn til slammængderne er der i dette kapitel taget udgangspunkt i nøglemængden på 155.621 tons TS, svarende nogenlunde til den totale slammængde i tørvægt i 1999. Af denne mængde er 148.417 tons TS, eller 95,3% blevet undersøgt for indholdet af mindst ét af de fornævnte stoffer.



Som det fremgår af tabel 5.2.3 i afsnittet om slamdisponering er der i 1999 udlagt 87.852 tons TS på landbrugsjord. Af denne mængde er 85.632 tons TS, eller 97,5 % blevet undersøgt for indholdet af mindst ét af de før nævnte stoffer.

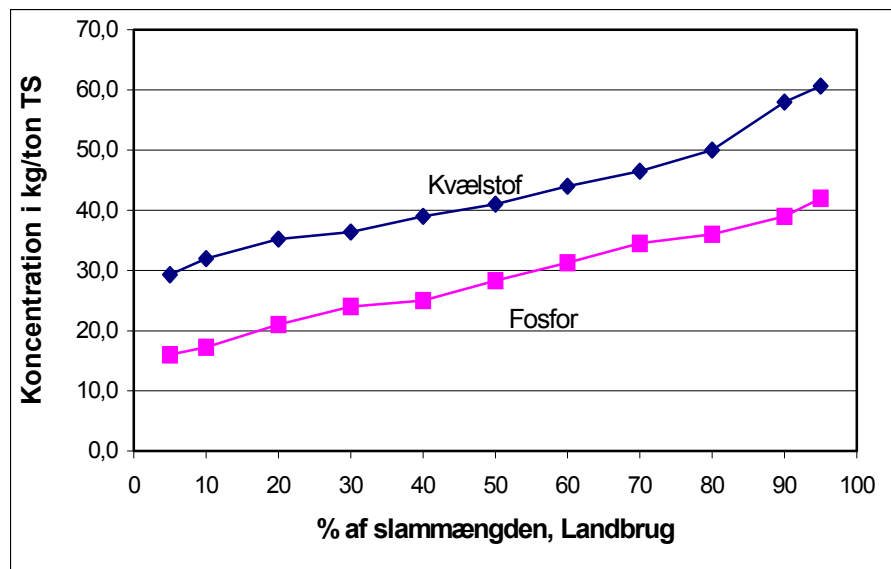
Af tabel 6.3.1 fremgår slammængderne inden for kategori alt slam og slam til landbruget, der i 1999 er blevet undersøgt for indholdet af de i tabellen angivne stoffer eller stofgrupperne. De nøjagtige slammængder i tons TS, der er undersøgt for nævnte stoffer, fremgår af bilag til kapitel 6.

**TABEL 6.3.1**  
SLAMMÆNGDER DER ER UNDERSØGT FOR INDHOLDET AF DE PÅGÆLDENDE STOFFER

Stoffer og stofgrupper	Slammængde i 1.000 tons TS	
	Alt slam	Landbrug
<b>Næringsstoffer:</b>		
N og P	147,1	90,4
K	67,7	53
<b>Tungmetaller:</b>		
Cd, Hg, Pb og Ni	148,4	85,6
Cr, Zn, og Cu	148,4	85,6
Arsen	15,9	8,3
<b>Miljøfremmede stoffer:</b>		
LAS, PAH, NPE og DEHP	123,3 – 143,8	81,7 – 83,6

#### 6.4 INDHOLD AF NÆRINGSSTOFFER

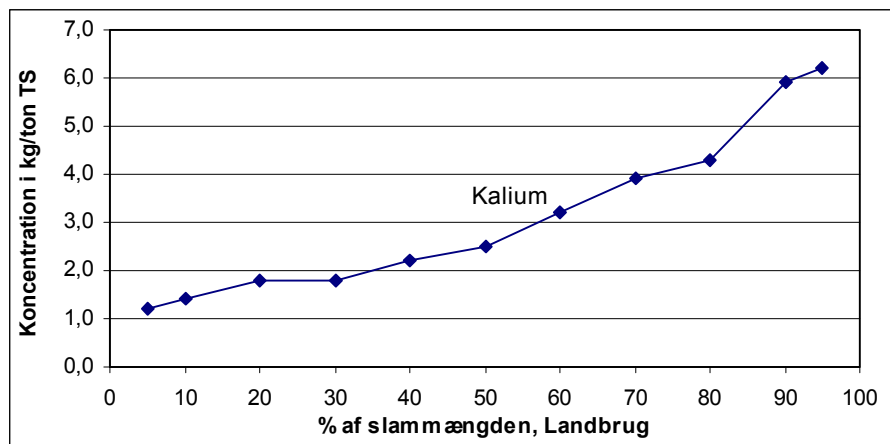
Koncentrationerne af kvælstof, fosfor og kalium i spildevandsslam, der går til landbrug, fremgår af fig. 6.4.1 og fig. 6.4.2. Der er angivet koncentration i kg pr. tons TS svarende til g pr. kg TS som fraktiler af den undersøgte slammængde. Figureerne er udarbejdet på basis af bilag 6.4.2.



**FIGUR 6.4.1**  
KONCENTRATIONER AF TOTALKVÆLSTOF OG TOTALFOSFOR SOM FRAKTILO AF I SLAMMÆNGDEN TIL LANDBRUG

Det fremgår af bilag 6.4.1, at den vægtede gennemsnitlige koncentration af kvælstof og fosfor er i alt slam henholdsvis 4,3% og 3,1% af slammængden i tørvægt.

Endvidere fremgår det af de relevante bilag, at mængde af kvælstof og fosfor i slammængden anvendt på landbrugsjord i runde tal udgør henholdsvis 3.700 tons og 2.500 tons. Indeholdet af kvælstof og fosfor i den samlede slammængde, alt slam, i 1999 var henholdsvis på 6.300 tons og 4.500 tons.



**FIGUR 6.4.2**  
KALIAMKONCENTRATIONER I SLAMMET SOM FRAKTILER AF SLAMMÆNGDEN TIL LANDBRUG

Samtidig fremgår det af bilag 6.4.2, at den vægtede gennemsnitlige koncentration af kalium er 0,32% af slammængden i tørvægt anbragt på landbrugsjord. Dette svarer til en total mængde kalium på 174 tons, der er anvendt i landbruget.

## 6.5 INDHOLD AF TUNGMETALLER M.M.

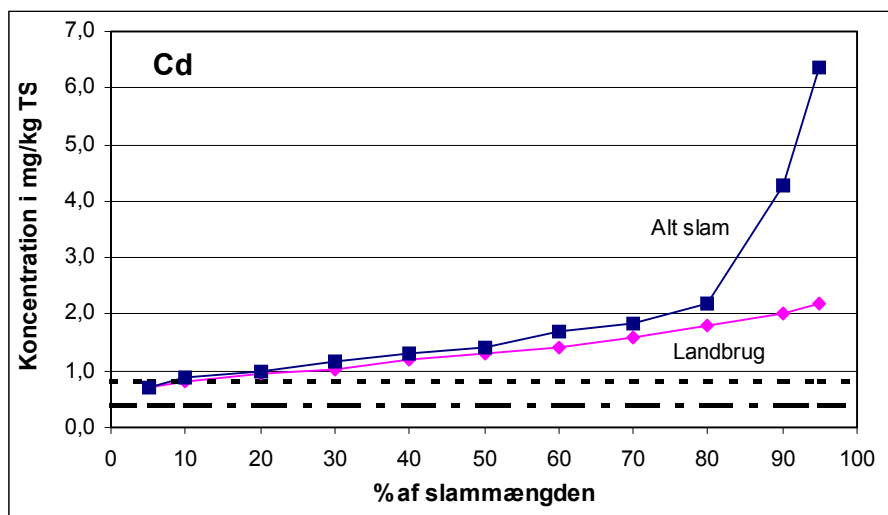
### 6.5.1 Koncentrationer beregnet i forhold til tørstof

Koncentrationerne af cadmium, kviksølv, bly og nikkel i g pr. tons TS svarende til mg pr. kg TS som fraktiler af den undersøgte slammængde fordelt på Alt slam og slam til Landbrug fremgår af figur 6.5.1 til figur 6.5.4. Figurerne er udarbejdet på basis af bilag 6.5.1 og bilag 6.5.2.

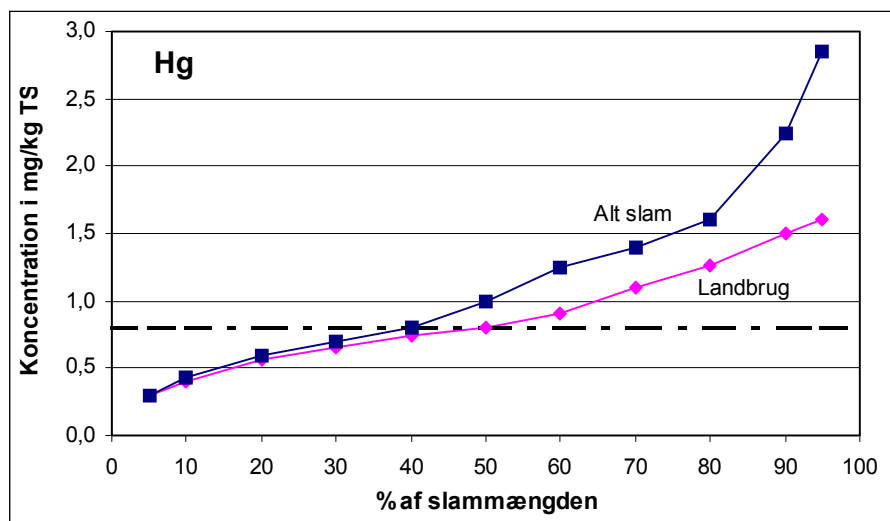
Koncentrationerne af de øvrige tungmetaller krom, zink, kobber og arsen som fraktiler af den undersøgte slammængde fremgår kun af bilag 6.5.1 og bilag 6.5.2, der ligeledes danner grundlaget for tabel 6.5.1. I tabellen er vist de vægtede gennemsnitlige (VG) koncentrationer og de samlede mængder af stofferne i 1999.

**TABEL 6.5.1**  
VÆGTED GENNEMSNITLIGE KONCENTRATIONER OG STOFMÆNGDER

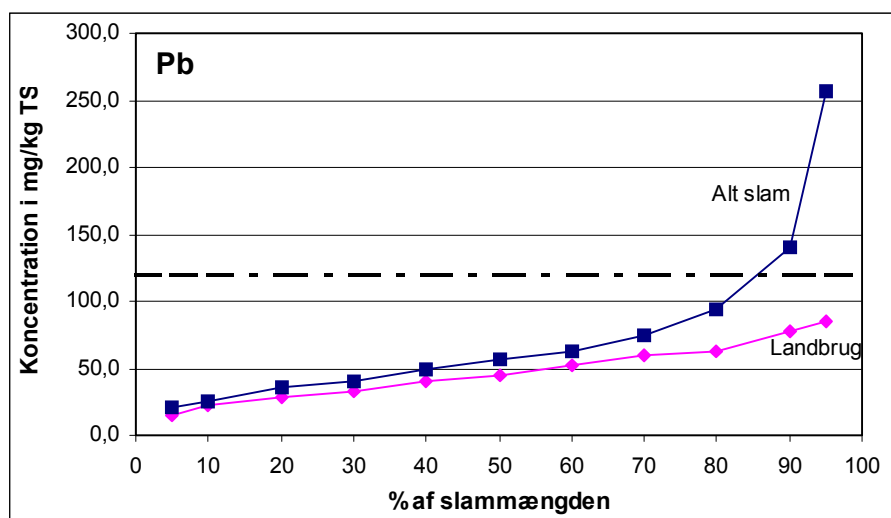
Stof	VG koncentration i g/t TS		Mængde af stoffet i kg	
	Alt slam	Landbrug	Alt slam	Landbrug
Cd	2,00	1,39	297	119
Hg	1,20	0,91	178	78
Pb	81,2	47,2	12.048	4.043
Ni	25,7	20,5	3.817	1.752
Cr	33,2	24,6	4.931	2.103
Zn	764,0	650,0	113.404	55.661
Cu	285,0	220,0	42.250	18.851
As	8,2	8,0	130	67



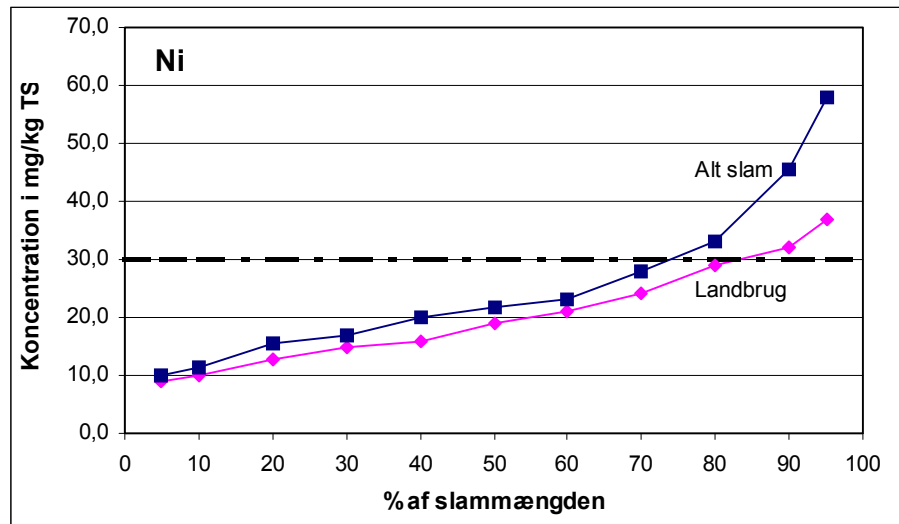
**FIGUR 6.5.1**  
CADMIUMKONCENTRATIONER SOM FRAKTILER AF ALT SLAM OG SLAM TIL LANDBRUG



**FIGUR 6.5.2**  
KVIKSØLVKONCENTRATIONER SOM FRAKTILER AF ALT SLAM OG SLAM TIL LANDBRUG



**FIGUR 6.5.3**  
BLYKONCENTRATIONER SOM FRAKTILER AF ALT SLAM OG SLAM TIL LANDBRUG



**FIGUR 6.5.4**  
 NIKKELKONCENTRATIONER SOM FRAKTILER AF ALT SLAM OG SLAM TIL LANDBRUG

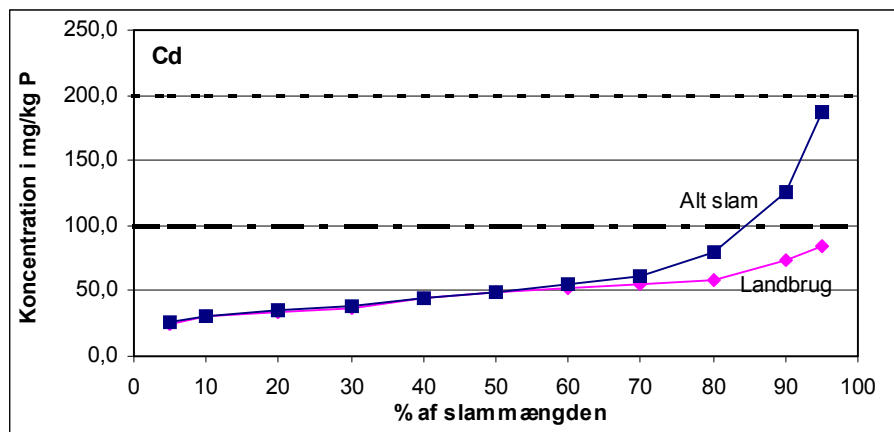
Sammenholdes figurene 6.5.1 til 6.5.4 med de tilladelige koncentrationer af tungmetaller, anført i tabel 6.2.1 (også vist på diagrammerne), kan det aflæses, hvor stor procentdel af slammængden, der overholder de enkelte krav til maksimal koncentration opgjort pr. tørstofenhed.

I den forbindelse kan det konstateres, at langt den overvejende del af slammængden ikke kan overholde det tørstofbaserede krav til koncentrationer af cadmium. For kviksølv vedkommende kan mindre end 50% af slammængden overholder kravet.

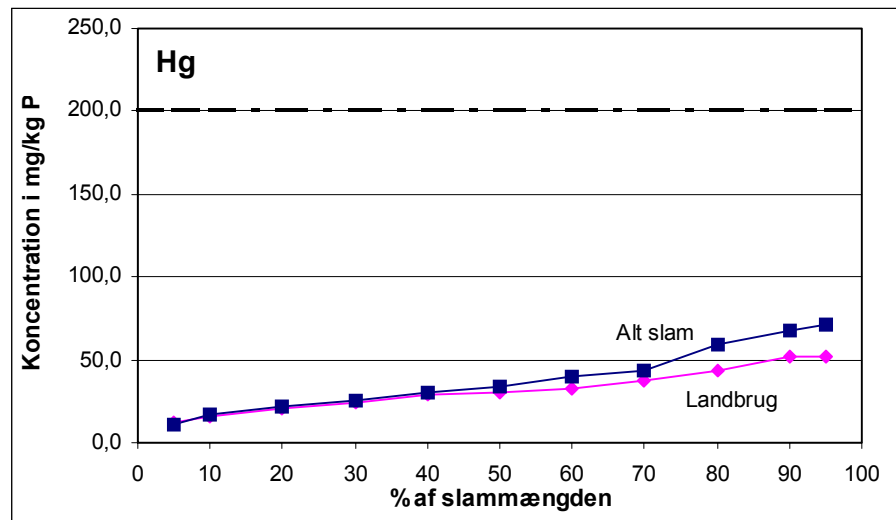
### 6.5.2 Koncentrationer beregnet i forhold til total fosfor

Som det fremgår af slambekendtgørelsen skal indeholdet af cadmium, kviksølv, bly og nikkel opfylde enten krav til koncentrationen beregnet pr. tørstofenhed eller krav til koncentrationen beregnet pr. fosforenhed.

Koncentrationerne af cadmium og kviksølv i mg pr. kg total fosfor (tot-P) som fraktiler af slammængderne Alt slam og Landbrug, der er undersøgt, og som går til landbrug, fremgår af figur 6.5.5 og figur 6.5.6 samt bilag 6.5.3. Tilsvarende koncentrationer for bly og nikkel fremgår kun af bilag 6.5.3.



**FIGUR 6.5.5**  
 CADMIUMKONCENTRATIONER SOM FRAKTILER AF ALT SLAM OG SLAM TIL LANDBRUG



**FIGUR 6.5.6**

KVIKSØLVKONCENTRATIONER SOM FRAKTILER AF ALT SLAM OG SLAM TIL LANDBRUG

Sammenholdes figurerne 6.5.5 og 6.5.6 med de tilladelige koncentrationer af tungmetaller, anført i tabel 6.2.1 (også vist på Cd-diagrammet) kan det aflæses, at over 95% af slammængden nemt kan overholde grænseværdier for fosforbaserede koncentrationer for cadmium og kviksølv, og denne mængde kan hermed udbringes på landbrugsjord.

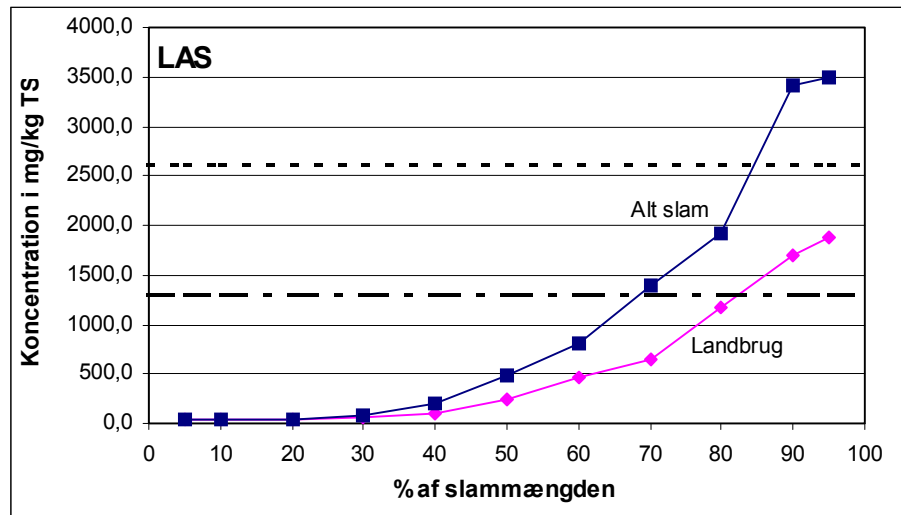
Det fremgår endvidere af figurerne, at kurver for Alt slam og Landbrug ligger tæt på hinanden, hvilket skyldes, at de to kurver repræsenterer stort set den samme slammængde. Dette er en følge af, at analyser af slam for indholdet af fosfor, der danner grundlag for beregning af koncentrationerne, næsten udelukkende er foretaget på den del af slammet, som påregnes at blive afsat til landbruget.

## 6.6 INDHOLD AF MILJØFREMMEDE STOFFER

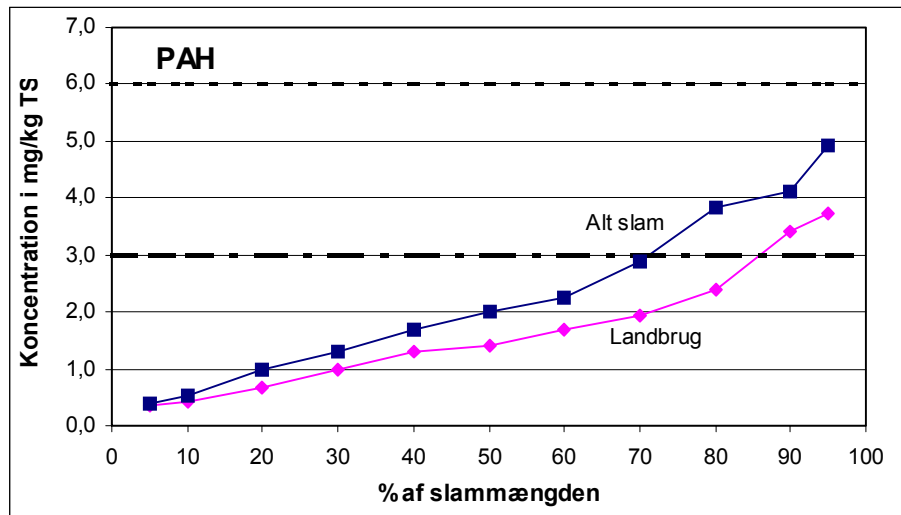
I overensstemmelse med bestemmelserne i slambekendtgørelsen skulle undersøgelse af spildevandsslam, der anvendes på landbrugsjord, fra den 1. juli 1997 udvides med undersøgelse for indholdet af de i afsnit 6.2 nævnte miljøfremmede stoffer LAS, PAH, NPE og DEHP. Stofferne LAS og NPE kommer blandt andet fra sæbe, shampoo, vaske- og rengøringsmidler, mens PAH og DEHP kommer fra henholdsvis olie-, tjærehodigstoffer og plastblødgørere.

Der foreligger således på nuværende tidspunkt datamateriale om miljøfremmede stoffer i spildevandsslammet fra sidste tre år. I 1997 blev en slammængde på ca. 110.000 tons TS og i 1998 slammængden på ca. 126.000 tons TS undersøgt for disse stoffer. I 1999 omfatter undersøgelsen knap 144.000 tons TS, med undtagelse af LAS, som indeholdet kun blev undersøgt i slammængden på ca. 123.000 tons TS. Denne forskel skyldes fortrinsvis, at der ikke i 1999 foretaget måling af LAS i slammet fra Lynette Renseanlæg, der bidrog med knap 13.000 tons TS.

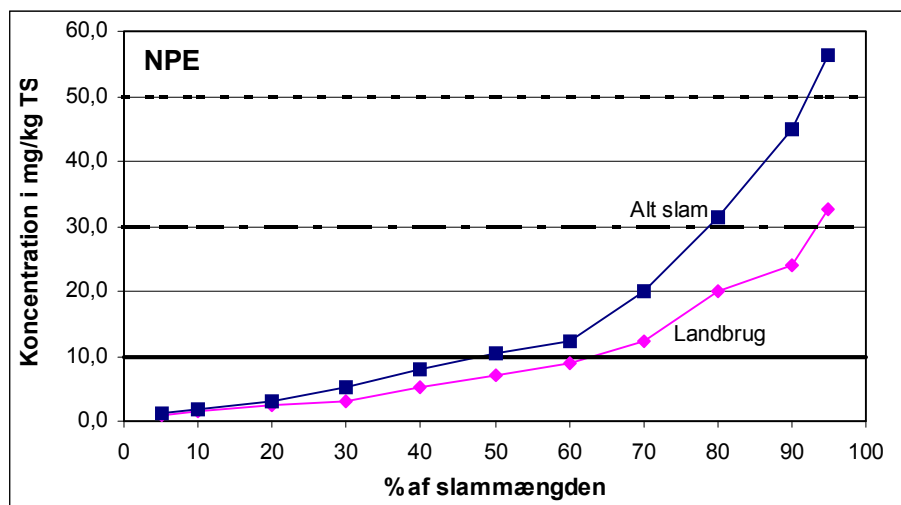
Koncentrationerne af LAS, PAH, NPE og DEHP i g pr. tons TS, svarende til mg pr. kg TS som fraktiler af den undersøgte slammængde fordelt på Alt slam og slam til Landbrug fremgår af figur 6.6.1 til figur 6.6.4. Figurerne er udarbejdet på basis af bilag 6.6.1 og bilag 6.6.2.



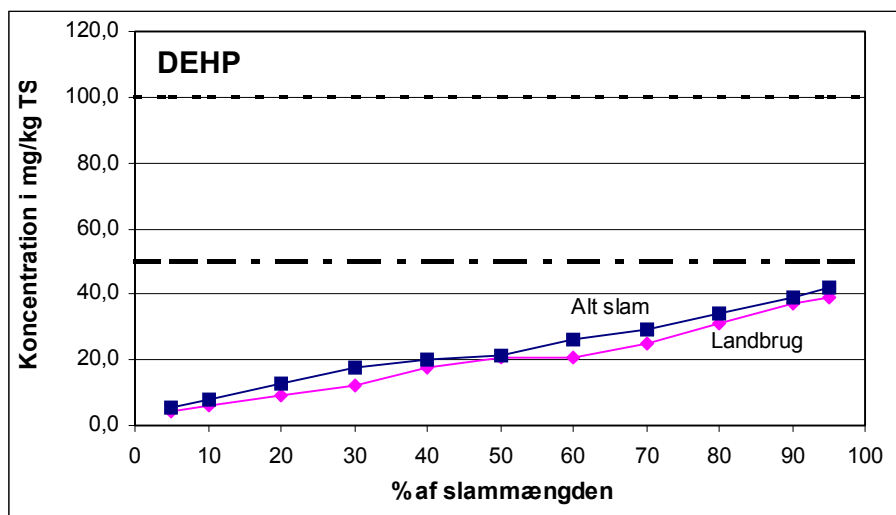
**FIGUR 6.6.1**  
KONCENTRATIONER AF LAS SOM FRAKTILER AF SLAMMÆNGDE AF ALT SLAM OG SLAM TIL LANDBRUG



**FIGUR 6.6.2**  
KONCENTRATIONER AF PAH SOM FRAKTILER AF SLAMMÆNGDERNE ALT SLAM OG LANDBRUG



**FIGUR 6.6.3**  
KONCENTRATIONER AF NPE SOM FRAKTILER AF SLAMMÆNGDERNE ALT SLAM OG LANDBRUG



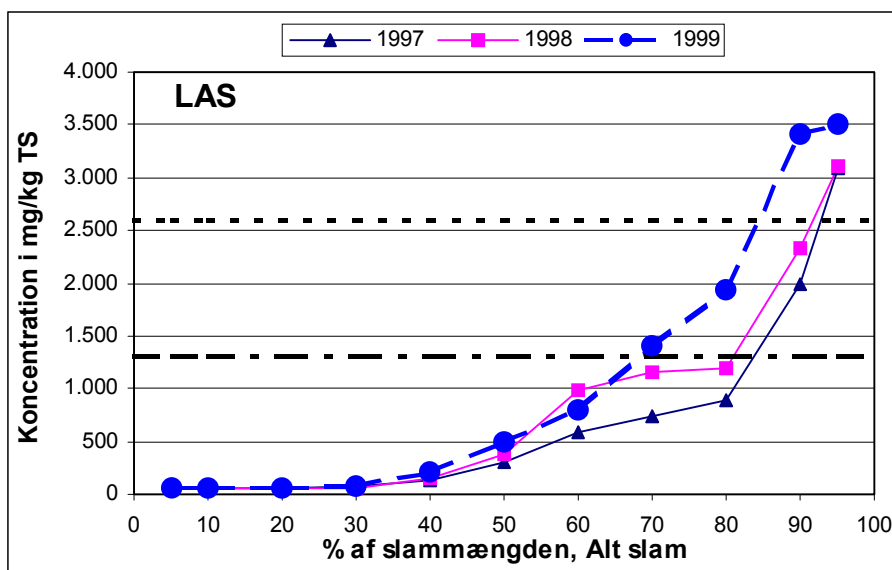
**FIGUR 6.6.4**  
KONCENTRATIONER AF DEHP SOM FRAKTILER AF SLAMMÆNGDERNE ALT SLAM OG LANDBRUG

Der er desuden på basis af 1999-data foretaget beregning af koncentrationer af miljøfremmede stoffer som fraktiler af den slammængde der blev anbragt direkte på landbrugsjord, uden at dette er gennemgået nogen form for forbehandling, herunder i mineraliserings-, komposterings- eller biogasanlæg. Resultaterne af beregningen fremgår af bilag 6.6.3.

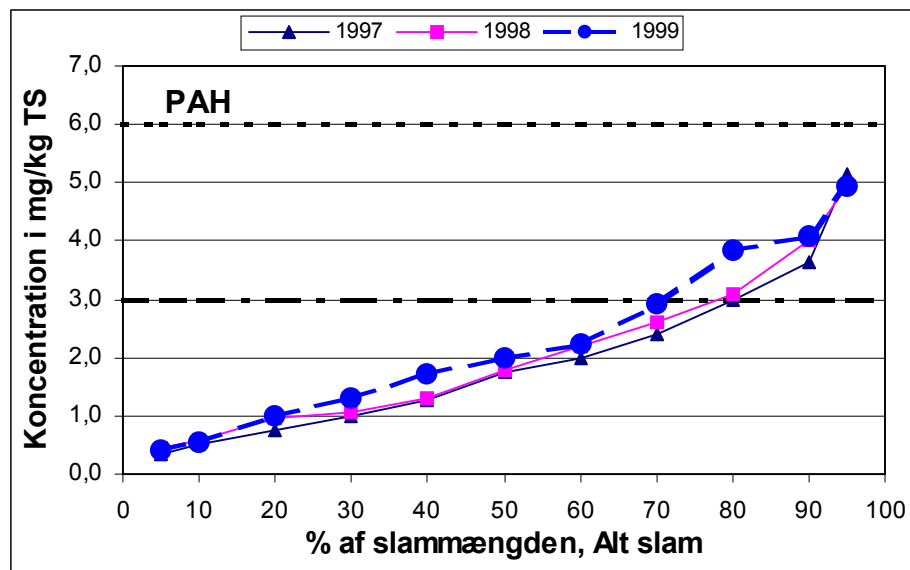
### 6.6.1 Sammenligning med de tidligere data

Da der nu foreligger 1997-, 1998- og 1999-data af miljøfremmede stoffer i spildevandsslam er der udarbejdet figurene 6.6.5 til 6.6.8, der viser koncentrationerne af LAS, PAH, NPE og DEHP i g pr. tons TS, svarende til mg pr. kg TS som fraktiler af den undersøgte slammængde, Alt slam, i disse tre år.

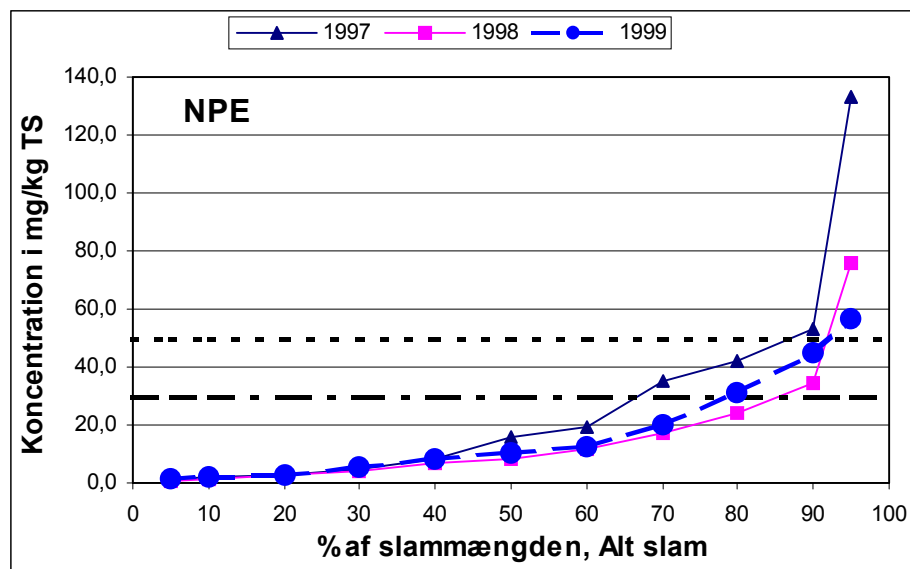
I figurene er der med tykke punkterede og stiplede linier tillige vist henholdsvis de gamle og de nye afskæringsværdier for miljøfremmede stoffer.



**FIGUR 6.6.5**  
KONCENTRATIONER AF LAS SOM FRAKTILER AF ALT SLAM I 1997, 1998 OG 1999

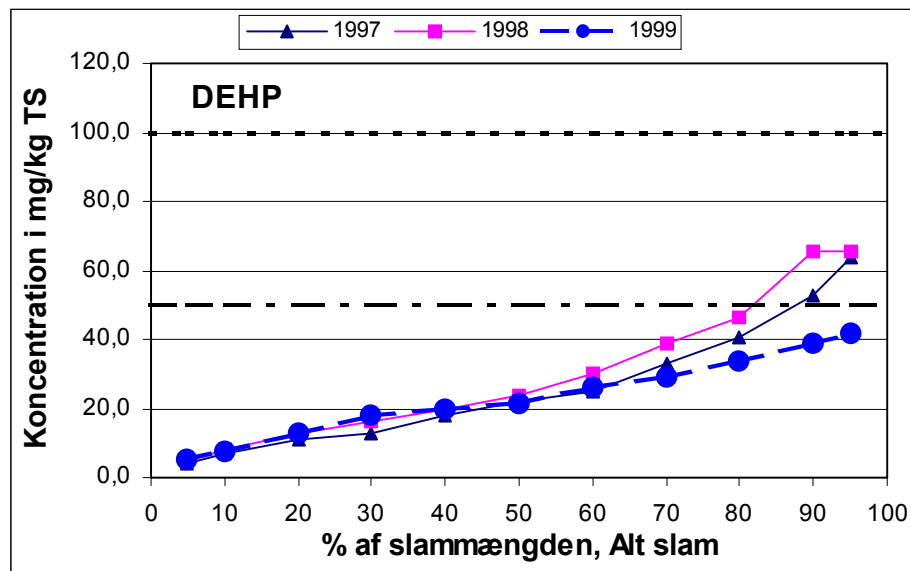


FIGUR 6.6.6  
KONCENTRATIONER AF PAH SOM FRAKTILER AF ALT SLAM I 1997, 1998 OG 1999



FIGUR 6.6.7  
KONCENTRATIONER AF NPE SOM FRAKTILER AF ALT SLAM I 1997, 1998 OG 1999





**FIGUR 6.6.8**  
KONCENTRATIONER AF DEHP SOM FRAKTILER AF ALT SLAM I 1997, 1998 OG 1999

Som det fremgår af figurerne 6.6.5 til 6.6.8 er der sket en ret markant stigning af koncentrationer af LAS i slammet, mens koncentrationerne af DEHP er blevet mindre i 1999. Koncentrationerne af de to øvrige miljøfremmede stoffer holder sig stabilt i forhold til 1998-data.

#### 6.7 STOFKONCENTRATIONERNE I FORHOLD TIL KRAVENE

Ved vurdering af dels overholdelse af de i 1999 gældende krav til koncentrationer af tungmetaller og miljøfremmede stoffer, dels konsekvensen af skærpelsen fra den 1. juli 2000 af grænse- og afskæringsværdier til koncentrationer af cadmium og miljøfremmede stoffer, er der taget udgangspunktet i de indberettede data for 1999. Vurderingen er udelukkende baseret på den totale undersøgte slammængde.

Begrundelsen herfor er, at man i sin vurdering næppe skal tage udgangspunkt i en vilkårlig slammængde, der tilfældigvis i 1999 lykkedes at afsætte på landbrugsjord.

I nedenstående tabel 6.7.1 er vist, hvor stor slammængde og hvor mange anlæg i 1999, der ikke kunne overholde de i 1999 gældende og fremtidige grænse- eller afskæringsværdier for de forskellige stoffer.

Der må imidlertid være en række renseanlæg, der overtræder grænseværdier for mere end ét stof, hvilket betyder, at slammængden og antal anlæg der ikke overholder kravene, bliver reduceret væsentligt i forhold til en simpel sum af tallene for de pågældende stoffer i tabellen.

Den problemstilling er kun undersøgt for de fire miljøfremmede stoffer, og resultater af sammenkøringen er følgende:

Af den totale slammængde i 1999, der blev undersøgt for indholdet af miljøfremmede stoffer, på ca. 143.800 tons TS (dog kun 123.500 tons TS er undersøgt for LAS), var der 23.721 tons TS, som ikke kunne overholde kravene gældende frem til den 30. juni 2000. Slammængden var fordelt på 31 renseanlæg, hvoraf 10 anlæg, svarende til 8.114 tons TS, ikke kunne overholde 2 parametre og 21 anlæg, svarende til 15.607 tons TS, ikke kunne overholde 1 parameter.

Af samme mængde på ca. 143.800 tons TS (123.500 tons TS for LAS) var der i 1999 68.835 tons TS, som ikke vil kunne overholde kravene gældende fra den 1. juli 2000. Denne slammængde er fordelt på 106 renseanlæg, hvoraf 3 anlæg, svarende til 2.333 tons TS, ikke kunne overholde 4 parametre, 9 anlæg, svarende til 5.917 tons TS, ikke kunne overholde 3 parametre, 25 anlæg, svarende til 32.807 tons TS, ikke kunne overholde 2 parametre og 69 anlæg, svarende til 27.778 tons TS, ikke kunne overholde 1 parameter.

Således var der kun 55,8% af den totale slammængde i 1999 på 155.621 tons TS der uden nogen form for efterbehandling kan overholde de nye afskæringsværdier for miljøfremmede stoffer.

Det skal dog gøres opmærksom på, at den nuværende sammenstilling ikke helt kan sammenlignes med tilsvarende tal i den første opgørelse for miljøfremmede stoffer fra 1997, idet der i denne opgørelsen, og i opgørelsen for 1998, anvendes ny afskæringsværdier for NPE på 30 mg/kg TS mod 10 mg/kg TS i opgørelsen for 1997.

**TABEL 6.7.1**

SLAMMÆNGDER OG ANTAL ANLÆG DER IKKE OVERHOLDER KRAVENE

Parameter	Grænse- eller afskæringsværdi			
	Gældende til 30. juni 2000		Gældende fra 1. juli 2000	
	Mængde i ca. tons TS	Antal anlæg	Mængde i ca. tons TS	Antal anlæg
Cadmium pr. kg P	183	12	24.942	66
Kviksølv pr. kg P	85	6	85	6
Bly pr. kg P	126	8	126	8
Nikkel pr. kg P	1.028	13	1.028	13
Krom	863	3	863	3
Zink	0	0	0	0
Kopper	1.885	1	1.885	1
LAS	18.498	18	43.317	52
NPE 50/30	9.919	11	29.888	27
PAH	2.914	6	41.767	46
DEHP	112	1	4.785	21

I Danmark er der for nogle år siden gennemført en række pilotforsøg med efterbehandling af spildevandsslam ved hjælp af komposteringsproces samt aerobe (iltrige) biologiske processer. Resultaterne af forsøgene tyder på, at det er muligt næsten helt at fjerne LAS og NPE fra slammet samt at reducere indeholdet af DEHP i slammet væsentligt. I disse forsøg er det derimod ikke konstateret, at koncentrationen af PAH, der er en sum af koncentrationer af 9 stoffer, reduceres i væsentlig grad.

Det seneste forsøg med beluftning af slam der er komposteret viser imidlertid, at den samlede koncentration af PAH'erne alligevel bliver reduceret under aerobe forhold.

Da der er konstateret indvirkning af aerobe biologiske processer på indeholdet af de fire miljøfremmede stoffer i slammet blev der, på basis af 1997- og 1998-data, undersøgt, hvorvidt der findes en sammenhæng mellem indeholdet af miljøfremmede stoffer og anaerob eller aerob stabilisering af slammet. Resultaterne af undersøgelserne viser, at der er en væsentlig forskel på koncentrationer af LAS og NPE, mens forskellen for koncentrationer af PAH og DEHP er klart mindre.

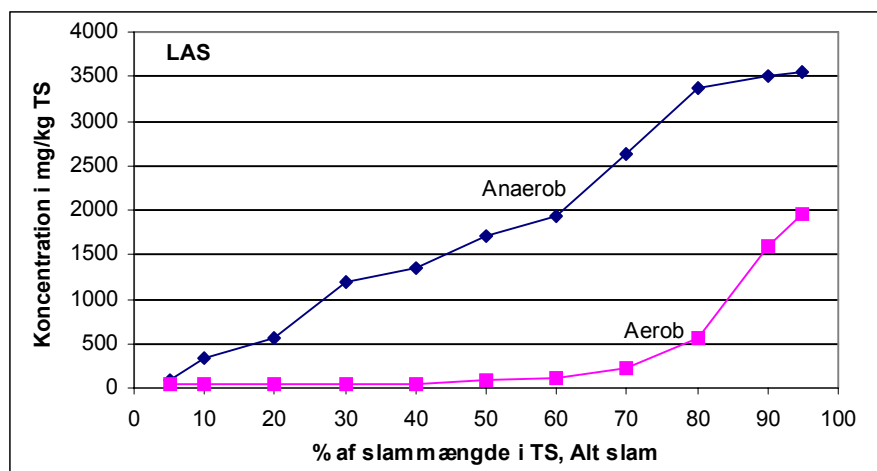
I den forbindelse er det vigtigt at bemærke, at de konstaterede forskelle på stofkoncentrationerne i anaerobt og aerobt stabiliseret slam, efter Miljøstyrelsens opfattelse ikke alene skal tilskrives stabiliseringsmetoden, idet det behandlede slam i forvejen kan have en forskellig kvalitet.

Der er dog igen på grundlag af 1999-data gennemført en undersøgelse af koncentrationer af miljøfremmede stoffer i anaerobt og aerobt stabiliseret slam. Slammængderne, der danner grundlag for 1999-undersøgelsen, er følgende:

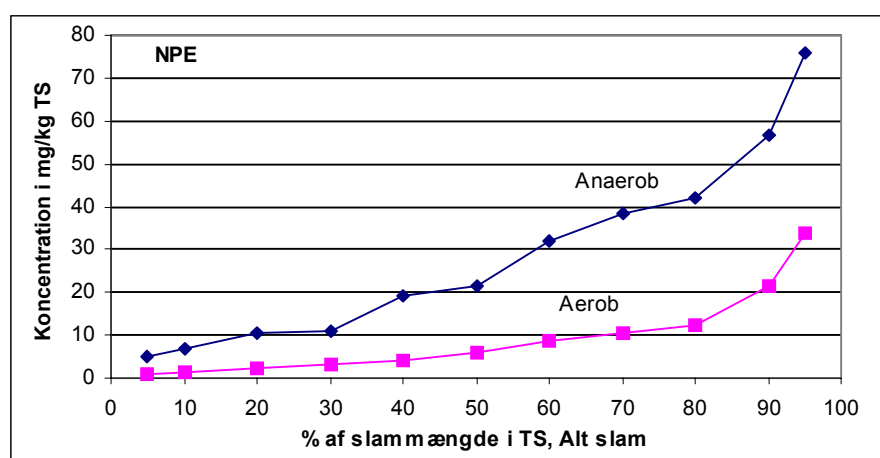
- Undersøgt for indeholdet af LAS ca. 52.400 tons TS fra 64 anlæg, og ca. 55.000 tons TS fra 271 anlæg med henholdsvis anaerob og aerob stabilisering.
- Undersøgt for indeholdet af de øvige miljøfremmede stoffer ca. 61.400 tons TS fra 69 anlæg, og ca. 65.300 tons TS fra 281 anlæg med henholdsvis anaerob og aerob stabilisering.

Der er i lighed med to foregående år 29 anlæg, der stabiliserer slammet med begge metoder.

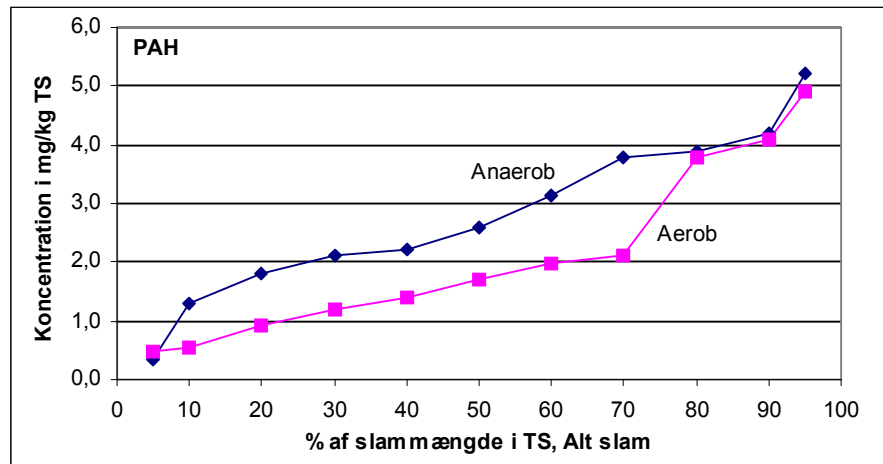
Koncentrationerne af LAS, NPE, DEHP og PAH i g pr. tons TS som fraktiler af den undersøgte slammængde fordelt på anaerob og aerob stabilisering fremgår af figur 6.7.1 til 6.7.4.



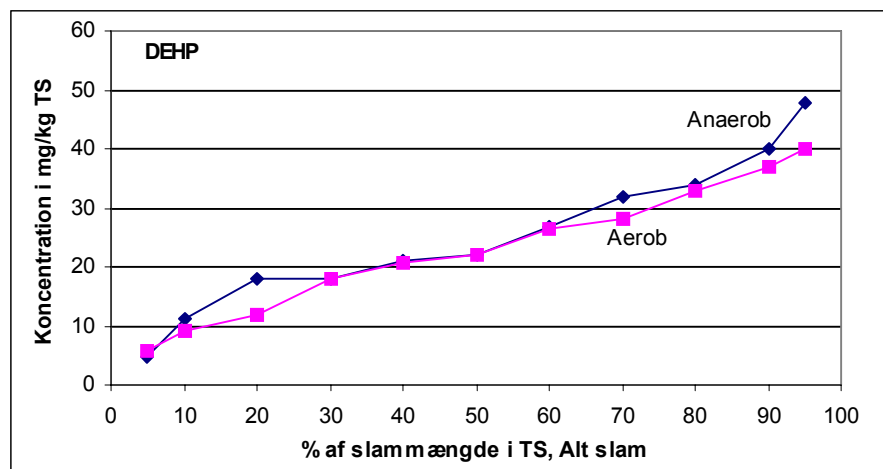
**FIGUR 6.7.1**  
KONCENTRATIONER AF LAS SOM FRAKTILER AF SLAMMÆNGDER SOM ER STABILISERET VED HENHOLDSVIS ANAEROB- OG AEROB METODE



**FIGUR 6.7.2**  
KONCENTRATIONER AF NPE SOM FRAKTILER AF SLAMMÆNGDER SOM ER STABILISERET VED HENHOLDSVIS ANAEROB- OG AEROB METODE



FIGUR 6.7.3  
KONCENTRATIONER AF PAH SOM FRAKTILER AF SLAMMÆNGDER SOM ER STABILISERET VED HENHOLDSVIS ANAEROB- OG AEROB METODE



FIGUR 6.7.4  
KONCENTRATIONER AF DEHP SOM FRAKTILER AF SLAMMÆNGDER SOM ER STABILISERET VED HENHOLDSVIS ANAEROB- OG AEROB METODE

Det ses af figurerne, at der også i 1999 var en stor forskel på koncentrationer af LAS og NPE, især LAS, i anaerobt og aerobt stabiliserede slam. Medens forskellen på koncentrationer af PAH og DEHP var begrænset, specielt det sidstnævnte. Det skal bemærkes, at diagrammerne er en rimelig god overensstemmelse med de respektive diagrammer for både 1998 og 1997.

I undersøgelsen er der imidlertid medtaget 29 ret store anlæg, der tilsammen behandler ca. 50.500 tons TS, og som stabiliserer slammet med begge metoder. For at kunne sikre sig, at disse anlæg ikke har en uheldig indvirkning på resultaterne, er der foretaget en tilsvarende undersøgelse af slammængde, der kun kommer fra de anlæg, hvor mindst over 75% af slammet behandles enten anaerobt eller aerobt. Resultaterne af den undersøgelse viser, at forskel på koncentrationer af stofferne er lidt større, men den generelle tendens for samtlige miljøfremmede stoffer er ens i begge undersøgelser.

Til resultaterne af undersøgelseerne er det vigtigt at bemærke, at de store forskelle på stofkoncentrationerne i anaerobt og aerobt stabiliseret slam ikke alene kan tilskrives stabiliseringsmetoden. Det er nemlig Miljøstyrelsens vurdering, at det behandlede slam, der sammenlignes, i mange tilfælde er af vidt forskellig kvalitet.

# 7 Bilag til rapporten

## 7.1 BILAG TIL KAP. 1

Ingen

## 7.2 BILAG TIL KAP. 2

### BILAG 2.1.1 INDBERETNINGSSKEMA

#### Indberetningskema for produktion, behandling og anvendelse af spildevandsslam i 1999

##### 1. Identifikation

Renseanlægsnavn	
Renseanlægsnummer	
Kommunenavn	
Amt	
Rensetype og belastning i PE i 1998	

##### 2. Slammængde

Slammængde produceret på renselanlægget i 1999 inkl. slam tilført anlægget fra andre renselanlæg og septiktanke m.v. angivet i ton vådvægt efter endt behandling på renselanlæg.	a)		ton vådvægt
Slammets gennemsnitlige tørstofindhold efter endt behandling på renselanlæg	b)		%
Produceret slammængde i 1999 i tørstof $c = a * b / 100$	c)		ton tørstof
Slammængde i tørstof fjernet fra renselanlægget i 1999 såfremt denne mængde afviger fra produceret mængde. Den fjernede mængde kan være både større og mindre end den producerede, afhængig af lagerforhold	d)		ton tørstof
Slamlagerkapacitet på renselanlægget angivet i måneders kapacitet til den produceret slammængde.	e)		måneder

##### 3. Slamstabilisering

Såfremt der anvendes flere stabiliseringsmetoder angives den procentvise fordeling af slammængderne	a) Anaerob (rådnetank)		%
	b) Aerob (langtidsbeluftning)		%
	c) Kalk		%
	d) Ingen		%

##### 4. Slamafvanding

Såfremt der anvendes flere afvandingsmetoder angives den procentvise fordeling af slammængderne. Såfremt rubrikken andet afkrydses angives arten her:	a) Centrifuge		%
	b) Filterpresse		%
	c) Sibåndspresse		%
	d) Slambed		%
	e) Andet		%
	f) Ingen		%

##### 5. Yderligere slambehandling på renselanlægget

Såfremt der anvendes flere metoder angives den procentvise fordeling af slammængderne. Såfremt rubrikken andet afkrydses angives arten her:	a) Kontrolleret kompostering		%
	b) Kontrolleret hygiejniserings		%
	c) Slammineraliseringsanlæg		%
	d) Tørring		%
	e) Forbrænding		%
	f) Andet		%

6. Slamkvalitet

Gennemsnit af de i 1999 udtagne prøver anføres pr. kg tørstof for de stoffer hvor der foreligger prøver.	Stofparameter	Gennemsnit	Typiske konc.
Såfremt der foreligger analyser af andre end de nævnte stoffer angives resultatet tillige med måleenhed. Kopi af analyseblanket kan evt. vedlægges. Bemærk at næringsstofferne N,P og K skal angives i en anden enhed end tungmetallerne.  1 mg/kg ts = 1g/ton ts 1 g/kg ts = 0,1%	a) Total kvælstof	g/kg ts	40
	b) Total Fosfor	g/kg ts	30
	c) Kalium	g/kg ts	2,5
	d) Cadmium	mg/kg ts	1,5
	e) Kviksølv	mg/kg ts	1,2
	f) Bly	mg/kg ts	70
	g) Nikkel	mg/kg ts	20
	h) Krom	mg/kg ts	25
	i) Zink	mg/kg ts	750
	j) Kobber	mg/kg ts	260
	k) Arsen	mg/kg ts	5
	l) LAS	mg/kg ts	2600
	m) PAH	mg/kg ts	6
	n) NPE	mg/kg ts	50
	o) DEHP	mg/kg ts	100

7. Slammets slutdisponering

Såfremt der anvendes flere disponeringsmetoder angives den procentvise fordeling af slammængderne.  Såfremt slammet køres til et mellemlager med henblik på senere afsætning til landbrugsjord, skovbrug osv. udfyldes rubrikken for den aktuelle slutdisponering.	a) Afsat til landbrugsjord		%
	b) Afsat til skovbrug		%
	c) Afsat til gartneri		%
	d) Afsat til parkdrift		%
	e) Afsat til private haver		%
	f) Til andet renseanlæg		%
	g) Til losseplads/fyldplads		%
	h) Til eksternt forbrænding		%
Såfremt en af rubrikkerne i),j) eller k) udfyldes, vil slammet også optræde på et indberetningsskema fra den pågældende behandler hvis endelig disponering er jordbrug	i) Til fælles biogasanlæg		%
	j) Til komposteringsanlæg		%
	k) Til anden behandling		%

8. Hvis slammet tilføres andet renseanlæg (pkt. f), losseplads (pkt. g) eller eksternt forbrændingsanlæg (pkt. h) angives navn og for renseanlæg også nummer her:

.....

9. Såfremt slammet slutdisponeres uden for hjemstedsamt angives navn på amt hvor slammet slutdisponeres,og såfremt der er tale om flere amter angives også fordelingen af slammængderne.

.....

## 7.3 BILAG TIL KAP. 3

BILAG 3.1.1

ANTAL RENSEANLÆG STØRRE END 30 PE FORDELT PÅ ANLÆGSKATEGORIER OG AMTER

Amtnavn	Anlægskat. A og B	Anlægskat. delvis C	Anlægskat. B	Anlægskat. C	Anlægskat. Ingen	I alt, amtet
København Kom.	2					2
København	9			1		10
Frederiksborg	34		1	39		74
Roskilde	27	1	2	18		48
Vestsjælland	41	1	1	86		129
Storstrøm	60	2	11	144		217
Bornholm	7	2	1	8		18
Fyn	53	3	5	41		102
Sønderjylland	57	3	9	70		139
Ribe	31		1	38		70
Vejle	32	1	3	51		87
Ringkjøbing	33		2	73		108
Århus	57	1	15	131	8	212
Viborg	42		1	39		82
Nordjylland	37	5	1	68		111
<b>Total</b>	<b>522</b>	<b>19</b>	<b>53</b>	<b>807</b>	<b>8</b>	<b>1409</b>

BILAG 3.2.1

SLAMMÆNGDER OG TØRSTOFPROCENTEN, AMTSVIS

Amtnavn	Slammængde i t VV	Slammængde i t TS	Gennemsnit TS %
København Kom.	90.380	17.706	19,6
København	63.755	11.267	17,7
Frederiksborg	121.989	8.584	7,0
Roskilde	66.649	6.690	10,0
Vestsjælland	136.912	8.237	6,0
Storstrøm	88.118	5.976	6,8
Bornholm	17.283	1.709	9,9
Fyn	203.281	15.121	7,4
Sønderjylland	67.405	6.999	10,4
Ribe	53.245	6.489	12,2
Vejle	84.686	11.818	14,0
Ringkjøbing	54.528	11.044	20,3
Århus	128.873	17.115	13,3
Viborg	169.323	7.899	4,7
Nordjylland	91.526	18.768	20,5
<b>I alt</b>	<b>1.437.953</b>	<b>155.422</b>	<b>10,8</b>

## 7.4 BILAG TIL KAP. 4

### BILAG 4.2.1

#### SLAMSTABILISERING I TONS TS FORDELT PÅ STABILISERINGSMEDER OG AMTER

Amtnavn	Anaerob-stab.	Aerob-stab.	Kalkstab.	Ingen stab.	Ej oplyst	I alt, amtet
København Kom	8.853	8.853				<b>17.706</b>
København	8.385	2.882				<b>11.267</b>
Frederiksborg	2.698	5.120	202	577		<b>8.596</b>
Roskilde	2.576	2.072	1.954	88		<b>6.691</b>
Vestsjælland	1.341	5.614	84	1.201		<b>8.239</b>
Storstrøm	2.414	2.739	227	697		<b>6.077</b>
Bornholm		1.707	1	2		<b>1.709</b>
Fyn	6.479	8.223	129	294		<b>15.124</b>
Sønderjylland	3.752	2.216	3	1.053		<b>7.024</b>
Ribe	2.124	3.724	608	34		<b>6.489</b>
Vejle	6.482	4.642	617	90		<b>11.830</b>
Ringkjøbing	4.597	4.376	1.736	339		<b>11.048</b>
Århus	4.985	8.693	2.525	941		<b>17.143</b>
Viborg	3.246	3.943		719		<b>7.907</b>
Nordjylland	7.337	6.051	5.340	41		<b>18.769</b>
<b>Total i t TS</b>	<b>65.268</b>	<b>70.854</b>	<b>13.425</b>	<b>6.074</b>	<b>0</b>	<b>155.621</b>

### BILAG 4.2.2

#### ANTAL INDRETNINGER FOR SLAMSTABILISERING FORDELT PÅ AMTER

Amtnavn	Anaerob-stab.	Aerob-stab.	Kalkstab.	Ingen stab.	Ej oplyst
København Kom.	2	2	0	0	0
København	6	6	0	0	0
Frederiksborg	8	21	2	7	0
Roskilde	2	14	2	13	0
Vestsjælland	5	24	4	13	0
Storstrøm	8	28	21	20	0
Bornholm	0	8	1	1	0
Fyn	6	48	7	4	0
Sønderjylland	8	20	4	40	0
Ribe	3	26	1	4	0
Vejle	5	19	7	7	0
Ringkjøbing	3	15	14	6	0
Århus	12	33	16	18	0
Viborg	5	30	0	8	0
Nordjylland	9	24	6	6	0
<b>Total antal</b>	<b>82</b>	<b>318</b>	<b>85</b>	<b>147</b>	<b>0</b>



## BILAG 4.2.3

## SLAMSTABILISERING I TONS VV FORDELT PÅ STABILISERINGSMETODER OG AMTER

Amtnavn	Anaerob-stab.	Aerob-stab.	Kalkstab.	Ingen stab.	Ej oplyst	I alt, amtet
København Kom	45.190	45.190				90.380
København	47.663	16.092				63.755
Frederiksborg	11.795	100.591	825	8.777		121.989
Roskilde	10.710	45.595	7.815	2.529		66.649
Vestsjælland	6.338	64.579	1.497	64.498		136.912
Storstrøm	12.667	37.860	1.303	36.288		88.118
Bornholm		17.246		38		17.283
Fyn	30.831	148.209	1.046	23.196		203.281
Sønderjylland	16.808	28.843		21.754		67.405
Ribe	11.028	38.981	2.894	341		53.245
Vejle	29.796	50.076	4.228	587		84.686
Ringkjøbing	17.454	23.786	8.580	4.708		54.528
Århus	18.531	54.690	11.851	43.801		128.873
Viborg	45.974	119.643		3.706		169.323
Nordjylland	31.869	37.970	20.953	735		91.526
<b>Total i t VV</b>	<b>336.654</b>	<b>829.349</b>	<b>60.992</b>	<b>210.957</b>	<b>0</b>	<b>1.437.953</b>

## BILAG 4.3.1

## SLAMMÆNGDEN I TONS TS FORDELT PÅ AFVANDINGSFORMER SAMT AMTER

Amtnavn	Centrifuge	Filte-presse	Sibånds-presse	Slambed	Andet afvand.	Ingen afvand.	Ej oplyst	I alt, amtet
København Kom.	17.706							17.706
København	7.518		3.510	59		180		11.267
Frederiksborg	2.807	1.343	3.097		38	1.311		8.596
Roskilde	5.384	310	543	11	236	207		6.691
Vestsjælland	4.505	1.326	1.449	72	409	477		8.239
Storstrøm	1.237	250	3.133	349	739	369		6.077
Bornholm	1.478		133		25	74		1.709
Fyn	5.136	1.051	7.709	332	247	649		15.124
Sønderjylland		1.984	3.535	278	689	538		7.024
Ribe	556	329	4.608		426	571		6.489
Vejle	8.417		2.837	102	2	473		11.830
Ringkjøbing	2.846	3.051	4.427	228	217	279		11.048
Århus	2.853	10.512	2.313	39	257	1.170		17.143
Viborg	1.655	268	2.646	1.656	243	1.439		7.907
Nordjylland	2.359	1.350	13.521	2	1.091	446		18.769
<b>Total i t TS</b>	<b>64.456</b>	<b>21.775</b>	<b>53.460</b>	<b>3.128</b>	<b>4.618</b>	<b>8.184</b>	<b>0</b>	<b>155.621</b>

## BILAG 4.3.2

## ANTAL INDRETNINGER FORDELT PÅ AFVANDINGSMETODER OG AMTER

Amtnavn	Centrifuge	Filterpresse	Sibåndspresse	Slambed	Andet afvand.	Ingen afvand.	Ej oplyst
København Kom.	2	0	0	0	0	0	0
København	4	0	5	1	0	1	0
Frederiksborg	9	3	8	0	7	9	0
Roskilde	6	1	6	1	4	13	0
Vestsjælland	6	4	8	3	9	16	0
Storstrøm	3	4	13	2	41	12	0
Bornholm	3	0	1	0	3	3	0
Fyn	5	2	29	6	11	10	0
Sønderjylland	0	4	14	6	21	27	0
Ribe	2	1	7	0	4	20	0
Vejle	7	0	9	1	3	17	0
Ringkjøbing	8	5	8	1	10	8	0
Århus	15	7	7	2	14	28	0
Viborg	4	3	11	4	8	16	0
Nordjylland	7	2	15	1	3	16	0
<b>Total antal</b>	<b>81</b>	<b>36</b>	<b>141</b>	<b>28</b>	<b>138</b>	<b>196</b>	<b>0</b>

## BILAG 4.3.3

## SLAMMÆNGDEN I TONS VV FORDELT PÅ AFVANDINGSFORMER SAMT AMTER

Amtnavn	Centrifuge	Filterpresse	Sibåndspresse	Slambed	Andet afvand.	Ingen afvand.	Ej oplyst	I alt, amtet
København Kom.	90.380							90.380
København	42.336		19.044	1.475		900		63.755
Frederiksborg	13.574	7.541	15.245		269	85.360		121.989
Roskilde	22.753	1.427	14.173	110	8.667	19.519		66.649
Vestsjælland	22.457	6.369	8.418	675	12.029	86.965		136.912
Storstrøm	6.109	1.150	16.504	34.693	15.023	14.639		88.118
Bornholm	5.831		602		133	10.718		17.283
Fyn	26.521	3.952	39.510	28.094	20.171	85.033		203.281
Sønderjylland		7.961	17.882	5.361	8.614	27.587		67.405
Ribe	2.389	2.006	25.621		6.677	16.552		53.245
Vejle	38.710		13.654	754		31.568		84.686
Ringkjøbing	10.371	13.326	18.582	912	5.589	5.749		54.528
Århus	17.827	47.789	6.732	477	3.288	52.760		128.873
Viborg	10.852	1.016	14.292	98.074	3.843	41.245		169.323
Nordjylland	10.686	5.486	60.918	15	3.389	11.032		91.526
<b>Total i t VV</b>	<b>320.795</b>	<b>98.023</b>	<b>271.177</b>	<b>170.640</b>	<b>87.691</b>	<b>489.627</b>	<b>0</b>	<b>1.437.953</b>

## BILAG 4.4.1

## SLAMMÆNGDEN I TONS TS FORDELT PÅ YDERLIGE BEHANDLINGSMETODER OG AMTER

Amtnavn	Hygiejniser	Mineralisering	Kompostering	Tørring	Forbrænding	Anden beh.	Ingen behandling	Ej oplyst	I alt, amtet
København Kom.					12.803		4.904		17.706
København		180			6.921		4.166		11.267
Frederiksborg	631	700				920	6.345		8.596
Roskilde		179		406	1.885	235	3.985		6.691
Vestsjælland	31	791				0	7.416		8.239
Storstrøm		579		325		114	5.059		6.077
Bornholm		0	0			0	1.709		1.709
Fyn		565					14.559		15.124
Sønderjylland		89	606			164	6.165		7.024
Ribe	0	242					6.247		6.489
Vejle	2.644	1.048	2			102	8.035		11.830
Ringkjøbing	172	493		123		85	10.175		11.048
Århus	358	145		711			15.929		17.143
Viborg		2.684			839		4.384		7.907
Nordjylland	0	6	0		0	0	18.763		18.769
<b>Total i t TS</b>	<b>3.837</b>	<b>7.702</b>	<b>608</b>	<b>1.566</b>	<b>22.448</b>	<b>1.620</b>	<b>117.841</b>	<b>0</b>	<b>155.621</b>

## BILAG 4.4.2

## ANTAL INDRETNINGER FORDELT PÅ BEHANDLINGSMETODER OG AMTER

Amtnavn	Hygiejniser	Mineralisering	Kompostering	Tørring	Forbrænd.	Anden beh.	Ingen beh.	Ej oplyst
København Kom.	0	0	0	0	1	0	1	0
København	0	1	0	0	1	0	8	0
Frederiksborg	1	3	0	0	0	5	27	0
Roskilde	0	2	0	1	1	3	24	0
Vestsjælland	1	12	0	0	0	0	34	0
Storstrøm	0	6	0	2	0	8	58	0
Bornholm	0	0	0	0	0	0	10	0
Fyn	0	8	0	0	0	0	55	0
Sønderjylland	0	5	8	0	0	6	54	0
Ribe	0	3	0	0	0	0	31	0
Vejle	6	4	1	0	0	2	24	0
Ringkjøbing	5	1	0	1	0	1	28	0
Århus	1	1	0	1	0	0	71	0
Viborg	0	3	0	0	1	0	42	0
Nordjylland	0	1	0	0	1	0	42	0
<b>Total, antal</b>	<b>14</b>	<b>50</b>	<b>9</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>25</b>	<b>509</b>	<b>0</b>

## BILAG 4.4.3

## SLAMMÆNGDEN I TONS VV FORDELT PÅ YDERLIGE BEHANDLINGSMETODER OG AMTER

Amtnavn	Hygiej- nisering	Minera- lisering	Kompo- stering	Tør- ring	Forbræn- ding	Anden beh.	Ingen beh.	Ej op- lyst	I alt, amtet
København Kom.					67.030		23.350		<b>90.380</b>
København		900			38.664		24.191		<b>63.755</b>
Frederiksborg	3.270	63.475				17.095	38.149		<b>121.989</b>
Roskilde		18.600		2.032	7.540	8.667	29.810		<b>66.649</b>
Vestsjælland	182	88.182					48.548		<b>136.912</b>
Storstrøm		45.060		1.807		458	40.793		<b>88.118</b>
Bornholm		0	0			0	17.283		<b>17.283</b>
Fyn		102.033					101.248		<b>203.281</b>
Sønderjylland		14.063	2.885			3.277	47.179		<b>67.405</b>
Ribe	0	1.828					51.417		<b>53.245</b>
Vejle	11.653	28.627	40			754	43.612		<b>84.686</b>
Ringkjøbing	977	1.972		493		1.700	49.386		<b>54.528</b>
Århus	1.935	14.500		790			111.648		<b>128.873</b>
Viborg		130.720			4.416		34.187		<b>169.323</b>
Nordjylland	0	194	0		0	0	91.333		<b>91.526</b>
<b>Total i t VV</b>	<b>18.017</b>	<b>510.155</b>	<b>2.925</b>	<b>5.122</b>	<b>117.650</b>	<b>31.952</b>	<b>752.132</b>	<b>0</b>	<b>1.437.953</b>

## 7.5 BILAG TIL KAP. 5

## BILAG 5.2.1

## SLAMMÆNGDEN I TONS TS FORDELT PÅ DISPONERINGSOMRÅDER SAMT AMTER (OMRÅDERNE FØLGER PKT. 7 I INDBERETNINGSSKEMAET, BILAG 2.1.1)

Amtnavn	Land- brug	Skov- brug	Gart- neri.	Park	Privat have	Losse- plads	Forbr- æen. ext.	Biogas	Kom- post	Andet	Ej op- lyst	I alt, amtet
København Kom						12.803	4.904					<b>17.706</b>
København	2.090					6.921	479		679	1.099		<b>11.267</b>
Frederiksborg	5.380					658	1.838			721		<b>8.596</b>
Roskilde	4.678					1.896	117		0			<b>6.691</b>
Vestsjælland	6.533					48		191	1.136	331		<b>8.239</b>
Storstrøm	4.434					1.374			46	223		<b>6.077</b>
Bornholm	1.701					2				7		<b>1.709</b>
Fyn	7.085					192			5.095	2.752		<b>15.124</b>
Sønderjylland	5.886					607	3	268	261			<b>7.024</b>
Ribe	5.677					360		214	7	231		<b>6.489</b>
Vejle	4.688		71			4.862		5	332	1.872		<b>11.830</b>
Ringkjøbing	6.246	48				2.247	826	1.475	206			<b>11.048</b>
Århus	9.878					157	692	176	1	6.238		<b>17.143</b>
Viborg	4.483					2.687	2	643	2	90		<b>7.907</b>
Nordjylland	15.708					1.499	985			577		<b>18.769</b>
<b>Total i t TS</b>	<b>84.466</b>	<b>48</b>	<b>71</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>36.313</b>	<b>9.845</b>	<b>2.972</b>	<b>7.766</b>	<b>14.140</b>	<b>0</b>	<b>155.621</b>
% af slammgd.	54,3	0,0	0,0	0,0	0,0	23,3	6,3	1,9	5,0	9,1	0,0	100

BILAG 5.2.2  
SLUTDISPONERING AF SLAM I T TS FORDELT PÅ AMTER

Amtnavn	Landbrug m.m.	Forbræn- ding int.	Forbræn- ding ext.	Losse- plads	Minerali- sering	Anden udnyttelse	I alt, amt
København Kom		12.803	4.904				<b>17.706</b>
København	2.589	6.921	479		180	1.099	<b>11.267</b>
Frederiksborg	4.680		1.838	658	700	721	<b>8.596</b>
Roskilde	4.499	1.885	117	11	179		<b>6.691</b>
Vestsjælland	7.069			48	791	331	<b>8.239</b>
Storstrøm	3.901			1.374	579	223	<b>6.077</b>
Bornholm	1.701			2		7	<b>1.709</b>
Fyn	11.615			192	565	2.752	<b>15.124</b>
Sønderjylland	6.325		3	607	89		<b>7.024</b>
Ribe	5.887			360	242		<b>6.489</b>
Vejle	4.048			4.862	1.048	1.872	<b>11.830</b>
Ringkjøbing	7.482		826	2.247	493		<b>11.048</b>
Århus	9.910		692	157	145	6.238	<b>17.143</b>
Viborg	2.444	839	2	1.848	2.684	90	<b>7.907</b>
Nordjylland	15.702	560	985	939	6	577	<b>18.769</b>
<b>Total i t TS</b>	<b>87.852</b>	<b>23.008</b>	<b>9.845</b>	<b>13.305</b>	<b>7.702</b>	<b>13.909</b>	<b>155.621</b>
% af slammgd.	56,5	14,8	6,3	8,5	4,9	8,9	100,0

BILAG 5.2.3  
SLAMMÆNGDEN I TONS VÅDVÆGT FORDELT PÅ DISPONERINGSOMRÅDER SAMT AMTER (OMRÅDERNE FØLGER PKT. 7 I INDBERETNINGSSKEMAET, BILAG 2.1.1)

Amtnavn	Land- brug	Skov- brug	Gart- neri	Park	Priv. have	Losse- plads	Forbæn. ext.	Biogas	Kom- post	Andet	Ej opl.	I alt, amt
København Kom						67.030	23.350					<b>90.380</b>
København	12.414					38.664	2.687		4.339	5.651		<b>63.755</b>
Frederiksborg	95.547					2.984	20.304			3.154		<b>121.989</b>
Roskilde	57.674					7.650	1.325					<b>66.649</b>
Vestsjælland	127.937					330		1.615	5.311	1.719		<b>136.912</b>
Storstrøm	79.968					6.013			1.032	1.105		<b>88.118</b>
Bornholm	17.216					38				29		<b>17.283</b>
Fyn	163.191					1.493			24.612	13.985		<b>203.281</b>
Sønderjylland	57.367					2.878	14	5.630	1.516			<b>67.405</b>
Ribe	46.096					2.058		3.391	160	1.540		<b>53.245</b>
Vejle	52.711		400			19.675		147	1.353	10.400		<b>84.686</b>
Ringkjøbing	32.823	146				9.616	3.282	7.523	1.138			<b>54.528</b>
Århus	96.088					1.736	3.013	2.965	42	25.029		<b>128.873</b>
Viborg	147.718					14.708	50	3.947	50	2.851		<b>169.323</b>
Nordjylland	78.271					8.443	1.759			3.054		<b>91.526</b>
<b>Total i t VV</b>	<b>1.065.020</b>	<b>146</b>	<b>400</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>183.316</b>	<b>55.783</b>	<b>25.217</b>	<b>39.553</b>	<b>68.518</b>	<b>0</b>	<b>1.437.953</b>
% af mængden	74,1	0,0	0,0	0,0	0,0	12,7	3,9	1,8	2,8	4,8	0,0	100,0

BILAG 5.2.4  
SLUTDISPONERING AF SLAM I T VÅDVÆGT, FORDELT PÅ AMTER

Amtnavn	Landbrug m.m.	Forbræn- ding int.	Forbræn- ding ext.	Losse- plads	Minera- lisering	Anden udnyttelse	I alt, amt
København Kom		67.030	23.350			0	<b>90.380</b>
København	15.853	38.664	2.687		900	5.651	<b>63.755</b>
Frederiksborg	32.072		20.304	2.984	63.475	3.154	<b>121.989</b>
Roskilde	39.074	7.540	1.325	110	18.600		<b>66.649</b>
Vestsjælland	46.680			330	88.182	1.719	<b>136.912</b>
Storstrøm	35.940			6.013	45.060	1.105	<b>88.118</b>
Bornholm	17.216			38		29	<b>17.283</b>
Fyn	85.770			1.493	102.033	13.985	<b>203.281</b>
Sønderjylland	50.450		14	2.878	14.063		<b>67.405</b>
Ribe	49.359			2.058	1.828		<b>53.245</b>
Vejle	25.984			19.675	28.627	10.400	<b>84.686</b>
Ringkjøbing	39.658		3.282	9.616	1.972		<b>54.528</b>
Århus	84.595		3.013	1.736	14.500	25.029	<b>128.873</b>
Viborg	20.994	4.416	50	10.292	130.720	2.851	<b>169.323</b>
Nordjylland	78.077	3.500	1.759	4.943	194	3.054	<b>91.526</b>
<b>Total i t VV</b>	<b>621.721</b>	<b>121.150</b>	<b>55.783</b>	<b>62.166</b>	<b>510.155</b>	<b>66.978</b>	<b>1.437.953</b>
% af slammgd.	43,2	8,4	3,9	4,3	35,5	4,7	100,0

7.6 BILAG TIL KAP. 6

BILAG 6.4.1  
KONCENTRATIONER AF NÆRINGSSALTE N, P OG K SOM FRAKTILER AF UNDERSØGTE SLAMMÆNGDE,  
ALT SLAM

% af slammængden (fraktil)	Stofkoncentration i g/kg TS (kg/t TS)		
	Total kvælstof	Total fosfor	Kalium
5	27,1	17,0	1,20
10	31,4	20,2	1,40
20	36,0	24,0	1,80
30	38,2	27,0	1,80
40	40,5	30,0	2,20
50	43,4	33,0	2,50
60	44,0	33,9	3,80
70	48,0	35,0	4,20
80	49,0	37,0	4,60
90	56,1	40,0	6,70
95	59,5	42,0	8,70
Slammængden i t TS	147.150	147.088	67.694
Stofmængden i tons	6.347	4.545	239
Vægtet gennemsnits- koncentration i g/kg TS	43,1	30,9	3,5

BILAG 6.4.2

KONCENTRATIONER AF NÆRINGSSALTE N, P OG K SOM FRAKTILER AF SLAMMÆNGDEN DER ANVENDES PÅ LANDBRUGSJORD, LANDBRUG (EKSKL. SLAM TIL MINERALISERING)

% af slammængden (fraktil)	Stofkoncentration i g/kg TS (kg/t TS)		
	Total kvælstof	Total fosfor	Kalium
5	29,3	16,0	1,20
10	32,0	17,2	1,40
20	35,2	21,0	1,80
30	36,4	24,0	1,80
40	39,0	25,0	2,20
50	41,0	28,3	2,50
60	44,0	31,3	3,20
70	46,5	34,5	3,90
80	50,0	36,0	4,30
90	58,0	39,0	5,90
95	60,6	42,0	6,20
Slammængden i t TS	85.629	85.632	53.829
Stofmængden i tons	3.662	2.463	174
Vægtet gennemsnits- koncentration i g/kg TS	42,8	28,8	3,2

BILAG 6.5.1

TUNGMETAL- OG ARSENKONCENTRATIONER, RELATERET TIL TØRSTOF (TS), SOM FRAKTILER AF UNDERSØGTE SLAMMÆNGDE, ALT SLAM

% af slammængden (fraktil)	Stofkoncentration i slammet i g/t TS (mg/kg TS)							
	<i>Cadmium</i>	<i>Kviksølv</i>	<i>Bly</i>	<i>Nikkel</i>	<i>Krom</i>	<i>Zink</i>	<i>Kobber</i>	<i>Arsen</i>
5	0,70	0,30	21,0	10,1	8,5	342	81	2,73
10	0,88	0,43	25,7	11,5	13,0	381	106	5,40
20	1,00	0,60	35,3	15,4	17,0	442	146	6,06
30	1,16	0,70	41,0	17,0	20,0	572	176	6,72
40	1,30	0,80	50,0	20,0	24,7	657	208	7,39
50	1,40	1,00	56,0	21,8	29,0	758	255	8,00
60	1,70	1,25	62,0	23,0	34,3	810	299	8,20
70	1,83	1,40	75,2	27,8	37,0	910	358	8,41
80	2,20	1,60	94,3	33,0	45,2	1.064	414	8,61
90	4,27	2,25	139,6	45,4	55,5	1.090	435	8,99
95	6,35	2,85	256,3	58,0	76,3	1.201	487	9,95
Slammængden i t TS	148.417	148.284	148.417	148.417	148.335	148.417	148.365	15.859
Stofmængden i kg	297	178	12.048	3.817	4.931	113.404	42.250	130
Vægtet gennemsnits- koncentration g/t TS	2,00	1,20	81,2	25,7	33,2	764	285	8,20

BILAG 6.5.2

TUNGMETAL- OG ARSENKONCENTRATIONER, RELATERET TIL TØRSTOF (TS), SOM FRAKTILER AF SLAMMÆNGDEN DER ANVENDES PÅ LANDBRUGSJORD, LANDBRUG (EKSKL. SLAM TIL MINERALISERING)

% af slammængden (fraktil)	Stofkoncentration i slammet i g/t TS (mg/kg TS)							
	<i>Cadmium</i>	<i>Kviksølv</i>	<i>Bly</i>	<i>Nikkel</i>	<i>Krom</i>	<i>Zink</i>	<i>Kobber</i>	<i>Arsen</i>
5	0,70	0,30	15,2	9,0	6,6	266	63	0,75
10	0,80	0,40	22,1	10,1	9,9	348	82	4,96
20	0,94	0,56	29,0	12,7	14,7	391	109	5,69
30	1,01	0,65	33,0	15,0	17,0	441	133	6,04
40	1,20	0,74	40,0	16,0	19,0	550	165	6,39
50	1,30	0,80	45,0	18,9	21,0	630	190	6,73
60	1,43	0,90	52,0	21,0	25,0	719	230	7,08
70	1,60	1,10	59,0	24,1	29,0	775	280	7,43
80	1,80	1,26	62,0	29,0	35,0	832	310	8,06
90	2,00	1,50	77,0	32,0	43,0	992	392	9,71
95	2,20	1,60	85,0	37,0	51,0	1.200	438	11,78
Slammængden i t TS	85.632	85.498	85.632	85.632	85.550	85.632	85.580	8.316
Stofmængden i kg	119	78	4.043	1.752	2.103	55.661	18.851	67
Vægtet gennemsnitskoncentration g/t TS	1,39	0,91	47,2	20,5	24,6	650	220	8,04

BILAG 6.5.3

TUNGMETALKONCENTRATIONER; RELATERET TIL INDHOLDET AF TOT-FOSFOR, SOM FRAKTILER AF UNDERSØGTE SLAMMÆNGDE, ALT SLAM

% af slammængden (fraktil)	Metalkoncentration i mg/kg tot-P			
	<i>Cadmium</i>	<i>Kviksølv</i>	<i>Bly</i>	<i>Nikkel</i>
5	26,6	11,3	739	429
10	31,1	16,7	1.004	478
20	35,9	21,2	1.250	531
30	38,5	25,6	1.410	598
40	43,8	29,6	1.593	646
50	49,4	33,3	1.793	714
60	55,4	39,5	2.254	768
70	61,6	43,7	2.441	928
80	80,0	59,1	2.785	1.053
90	125,4	67,6	4.000	1.376
95	187,8	71,1	9.332	1.522
Slammængden i t TS	147.088	146.954	147.088	147.088
Vægtet gennemsnitskoncentration i mg/kg t-P	64,5	38,7	2.582	832



BILAG 6.5.4

TUNGMETALKONCENTRATIONER; RELATERET TIL INDHOLDET AF TOT-FOSFOR, SOM FRAKTILER AF SLAMMÆNGDEN DER ANVENDES PÅ LANDBRUGSJORD, LANDBRUG (EKSKL. SLAM TIL MINERALISERING)

% af slammængden (fraktil)	Metalkoncentration i mg/kg tot-P			
	<i>Cadmium</i>	<i>Kviksølv</i>	<i>Bly</i>	<i>Nikkel</i>
5	25,2	11,7	636	383
10	30,8	15,9	863	465
20	34	20,5	1.029	490
30	37,5	24,0	1.290	541
40	43,8	28,7	1.385	593
50	48,8	29,6	1.548	667
60	52,8	32,6	1.690	735
70	55,7	37,3	2.031	797
80	58,7	42,9	2.407	1.000
90	74,3	52,0	2.444	1.141
95	84,6	52,4	2.866	1.182
Slammængden i t TS	85.632	85.498	85.632	85.632
Vægtet gennsnitskoncentration i mg/kg t-P	50,8	32,4	1.710	735

BILAG 6.6.1

KONCENTRATIONER AF MILJØFREMMEDE STOFFER SOM FRAKTILER AF UNDERSØGTE SLAMMÆNGDE, ALT SLAM

% af slammængden (fraktil)	Koncentration i g/t TS (mg/kg TS)			
	<i>LAS</i>	<i>PAH</i>	<i>NPE</i>	<i>DEHP</i>
5	50	0,4	1,1	5,2
10	50	0,5	1,9	7,7
20	50	1,0	3,1	13,0
30	82	1,3	5,2	17,9
40	200	1,7	8,0	20,0
50	490	2,0	10,4	21,4
60	805	2,2	12,2	26,2
70	1.400	2,9	20,0	29,0
80	1.928	3,8	31,4	33,9
90	3.421	4,1	45,0	39,0
95	3.500	4,9	56,3	42,0
Slammængden i t TS	123.327	143.792	143.792	143.792
Stofmængden i kg	130.072	342	2.801	3.438
Vægtet gennsnitskoncentration i g/t TS	1.055	2,4	19,5	23,9

BILAG 6.6.2

KONCENTRATIONER AF MILJØFREMMEDE STOFFER SOM FRAKTILER AF SLAMMÆNGDEN DER ANVENDES PÅ LANDBRUGSJORD, LANDBRUG (EKSKL. SLAM TIL MINERALISERING)

% af slammængden (fraktil)	Koncentration i g/t TS (mg/kg TS)			
	<i>LAS</i>	<i>PAH</i>	<i>NPE</i>	<i>DEHP</i>
5	50	0,34	0,9	4,5
10	50	0,41	1,4	5,8
20	50	0,67	2,4	9,1
30	51	1,00	3,2	12,4
40	110	1,30	5,2	17,9
50	246	1,40	7,0	20,6
60	472	1,70	9,0	21,0
70	638	1,93	12,2	25,0
80	1.177	2,40	19,9	31,0
90	1.700	3,40	23,9	37,0
95	1.888	3,74	32,5	39,0
Slammængden i t TS	81.665	83.555	83.555	83.555
Stofmængden i kg	46.949	138	868	1.720
Vægtet gennsnits koncentration i g/t TS	575	1,65	10,4	20,6

BILAG 6.6.3

KONCENTRATIONER AF MILJØFREMMEDE STOFFER SOM FRAKTILER AF SLAMMÆNGDEN DER ANVENDES DIREKTE PÅ LANDBRUGSJORD, LAND UDEN FORBEHANDLING

% af slammængden (fraktil)	Koncentration i g/t TS (mg/kg TS)			
	<i>LAS</i>	<i>PAH</i>	<i>NPE</i>	<i>DEHP</i>
5	50	0,34	1,0	4,5
10	50	0,41	1,7	5,3
20	50	0,81	2,5	8,5
30	51	1,00	3,2	12,0
40	110	1,30	5,2	16,0
50	230	1,34	7,0	20,4
60	449	1,70	8,0	21,0
70	628	1,90	11,0	25,0
80	949	2,30	16,7	31,0
90	1.586	2,90	23,7	37,0
95	1.704	3,50	33,1	38,0
Slammængden i t TS	68.986	70.354	70.354	70.354
Stofmængden i kg	35.270	110	706	1.428
Vægtet gennsnits koncentration i g/t TS	511	1,57	10,0	20,3