

Karakterisering og håndtering av slam fra silanlegg

Av Bjarne Paulsrud

Forfatteren er siv.ing. og daglig leder i Aquateam AS

Sammendrag

Denne artikkelen gir en oppsummering av rapporten fra prosjektet "Håndtering av restprodukter og slam fra primærrenseanlegg" under PRIMÆRRENS-programmet. Dette programmet ble etablert i 2004 av Miljøverndepartementet og SFT for å avklare hvilke renseprinsipper som kan tilfredsstille primærrensekravene ved behandling av kommunalt avløpsvann, samt dokumentere driftserfaringer og kostnader for disse metodene. Siden primærrensing bl.a. innebærer minimum 50% fjerning av partikulært materiale (suspendert stoff) fra avløpsvannet, vil primærrenseanlegg produsere betydelige mengder slam som må håndteres i henhold til gjeldende regelverk. Artikkelen omfatter en gjennomgang av aktuelt regelverk, en karakterisering av slam fra silanlegg, samt en vurdering av de metoder som synes mest kostnadseffektive for behandling og disponering av dette slammet. Følgende hovedkonklusjoner trekkes:

- Silslam reguleres av Gjødsele- vareskriften på lik linje med slam fra slamavskillere og høy- gradige renseanlegg

- Silslam i avvannet form har høyt TS-innhold, meget høyt innhold av organisk stoff, innhold av næringsstoffer (unntatt fosfor) på samme nivå som annet avløps- slam og et lavt tungmetallinnhold
- Ved behandling og disponering av silslam bør det først vurderes om det er muligheter for å benytte eksisterende eller planlagte behandlingsanlegg for våtorga- nisk avfall eller for slam fra andre typer renseanlegg i kommunen- /regionen
- Ved separat behandling av silslam er det mest aktuelt med ranke- kompostering eller kalkbehand- ling

Innledning

I 1991 ble minstekravet til rensing av kommunalt avløpsvann ved utslipp til gode sjøresipienter skjerpet, idet Miljøverndepartementets rundskriv 91/1 fastslår at:

"Fylkesmannen kan som hovedregel ikke lenger gi kommuner tillatelse til å slippe kommunalt avløpsvann urensset til resipienten. Rensekravet skal minimum være slamavskiller eller sil med spalteåpning på 1 mm

eller mindre. Andre rensinnretninger kan også godkjennes dersom det kan dokumenteres at renseseffekten er minst like god som ved bruk av sil med 1 mm spalteåpning”.

Statens forurensningstilsyn fulgte opp rundskrivet med å sette i gang prosjektet ”Evaluering av enkle rensemetoder” som skulle gi grunnlag for å lage en veiledning for valg av type rensanlegg ved utslipp til gode sjøresipienter. Fase 1 i dette prosjektet omfattet en innsamling av opplysninger fra eksisterende anlegg og resulterte i to prosjektrapporter: en om store slamavskillere (NORVAR, 1994a) og en om siler/finrister (NORVAR, 1994b). I fase 2 av prosjektet ble det innhentet flere opplysninger om bygging og drift av både sil-/finristanlegg og store slamavskillere (NORVAR, 1996a, NORVAR, 1996b). Hele prosjektet ble avsluttet med rapporten ”Evaluering av enkle rensemetoder, Fase 3. Veileder for valg av rens metode ved utslipp til gode sjøresipienter” (NORVAR, 1996c).

Ovennevnte prosjektrapporter inneholder svært lite informasjon om karakterisering og håndtering av restprodukter (ristgods, sand etc.) og slam fra siler og slamavskillere. Disse forholdene er imidlertid behandlet i NORVAR-prosjektet ”Rist- og silgods – Karakterisering, behandlings- og disponeringsløsninger” (NORVAR, 1999). Prosjektrapporten omfatter en sammenstilling av mengder og sammensetning av både sil- og ristgods, og også noe om sand fra sandfang, samt aktuelle løsninger for behandling og disponering og en kostnadsvurde-

ring av ulike metoder, inkl. såkalte miljøkostnader.

I rapporten innenfor PRIMÆRRENS-programmet (Paulsrud & Lundar, 2004) er det fokusert spesielt på slam fra silanlegg som skal kunne overholde primærrenskravene i de kommende avløpsbestemmelsene i Forurensningsforskriften. Dette er gjort fordi det allerede finnes mye informasjon fra tidligere utrednings- og FoU-prosjekter vedrørende slam fra slamavskillere/sedimenteringsanlegg (Paulsrud, 1983; Eikum et al., 1986; Nedland, 1989 og Nedland, 1992), og denne informasjonen er fortsatt aktuell for de kommuner-/anlegg som benytter slike løsninger.

Rammebetingelser og regelverk

Basert på Avfallsforskriften (2004), Gjødselvereforskriften (2003) og utdypende kommentarer fra Landbruks-tilsynet (nå Mattilsynet) (Blytt, 2003) er det trukket følgende operative konklusjoner vedrørende slam og andre restprodukter fra silanlegg:

- Slam fra silanlegg, hvor hovedmålet er å tilfredsstille primærrenskravet i kommende Avløpsforskrift, skal behandles og disponeres i henhold til Gjødselvereforskriften, på samme måte som slam fra slamavskillere/septiktanker og høygradige rensanlegg. Slam fra silanlegg bør derfor kalles ”silslam” og ikke ”silgods”.
- For å sikre at silslammet overholder Gjødselvereforskriftens krav til innhold av fremmedlegemer (også kalt

avløpssjøppel), bør silanlegg ha en forbehandling (rist, o.l.) som fjerner partikler større enn ca. 4mm (avløpssjøppel) fra avløpsvannet. For eksisterende silanlegg hvor det ikke er praktisk mulig å få installert en slik forbehandling, kan kravet til innhold av fremmedlegemer søkes tilfredsstilt i forbindelse med etterfølgende slambehandling (stabilisering og hygienisering).

- Dagens praksis med å deponere silslam på fyllplasser eller bruke det til toppdekke uten forutgående stabilisering og hygienisering, vil bli forbudt i løpet av få år (før 2009?), med mindre man kan få dispensasjon fra Avfallsforskriften i enkelttilfeller.
- Avløpssjøppel som tas ut på grovrister (≥ 4 mm spalteåpning) bør kunne deponeres på fyllplass (evt. etter ristgodsvasking) eller gå til forbrenningsanlegg.
- Separat ristgods fra finrister (ca. 1-3mm spalteåpning) vil være mindre aktuelt ved primærrenseanlegg, men denne type ristgods må trolig vaskes for å fjerne mesteparten av det organiske materialet, før resten kan deponeres på fyllplass.

Karakterisering av slam fra silanlegg

Det ble tatt ut totalt 20 slamprøver fra 11 silanlegg i dette prosjektet, basert på de økonomiske rammer som var tilgjengelige. Alle slamprøvene ble analysert på de parametre som inngår i "Innholdsdeklarasjon for slam" (vedlegg 2 til Forskrift om avløpss-

lam, som nå er erstattet av Gjødselfareforskriften), da denne brukes av de fleste renseanlegg i dag for å karakterisere slam som brukes på jordarealer. På denne måten er det også mulig å sammenligne silslammet med slam fra høygradige renseanlegg (biologiske og/eller kjemiske renseanlegg). Etter prøvetaking ble slamprøvene frosset, og samtlige er analysert ved AnalyCens laboratorium i Moss. Det henvises til Paulsrud og Lundar (2004) for detaljert informasjon om analyseresultatene fra hvert silanlegg.

Tabell 1 viser en sammenstilling av analyseresultatene for silslam fra dette prosjektet og fra et tidligere NORVAR-prosjekt (NORVAR, 1999), samt typiske verdier for slam fra biologiske og/eller kjemiske renseanlegg som har gjennomgått stabilisering, hygienisering og avvanning.

Tabell 1 viser at tørrstoffinnholdet i silslammet er høyt ved de fleste anleggene som har enkelt avvanningsutstyr i form av skruerpresser, enten som en integrert del av selve silanlegget eller som en separat avvanningseenhet. Sammenlignes tallene fra perioden 1995-98 (middelerverdi – TS = 23,6%) med 2004-tallene (middelerverdi – TS = 27%) kan det tyde på at det har skjedd en utvikling på teknologisisiden mot høyere TS-innhold i det avannede silslammet, og dette ligger nå i det øvre området av det som er vanlig for avannet slam fra f.eks. sentrifuger ved høygradige renseanlegg. Dette forholdet er for så vidt ikke overraskende, da silslammet inneholder veldig mye grovt fibermateriale som slipper vannet lett, og det er lite

Tabell 1. Sammenligning av silslam og slam fra biologiske og/eller kjemiske renseanlegg.

Parameter	Enhet	SILSLAM			SLAM FRA BIOLOGISKE OG/ELLER KJEMISKE RENSEANLEGG	
		Denne undersøkelsen (20 prøver)			Prøver tatt 1995-98 (NORVAR, 1999)	
		Variasjonsområde	Middel	Median	Middelverdi av 43 prøver	
Tørrstoff (TS)	%	15-37 ¹⁾	27,0	27,6	23,6	20-30
Organisk stoff (FTS)	% av TS	72-97	89,4	91,0	89,7	40-60
Kjeldahl-N	% av TS	0,8-9,4	2,1	1,5	1,6	1,5-3
Ammonium-N	% av TS	<0,01-3,3	0,3	0,1	-	0,1-1
Totalfosfor	% av TS	0,1-1,1	0,4	0,3	0,3	1-2
Kalsium	% av TS	0,37-2,9	0,9	0,7	0,5	0,5-1,5 ³⁾
Kalium	% av TS	0,04-0,32	0,12	0,09	0,2	0,1-0,2
Kadmium	mg/kg TS	0,15-1,0	0,3	0,23	0,2	0,5-1,5
Bly	mg/kg TS	<1,4-77	11	4	8,2	10-20
Kvikksølv	mg/kg TS	0,06-0,84	0,3	0,22	0,3	0,5-1,5
Nikkel	mg/kg TS	<0,3-23	5,5	3,5	7,2	10-20
Sink	mg/kg TS	56-520	163	130	93	200-400
Kobber	mg/kg TS	12-270	71	41	59	150-400
Krom	mg/kg TS	1,5-51	12	7	7,7	15-40

¹⁾ Prøvene av ikke-avvannet slam er holdt utenfor

²⁾ Disse verdiene gjelder slam som er stabilisert, hygienisert og avvannet

³⁾ Gjelder slam som ikke er tilsatt kalk i rense- eller slambehandlingsprosessen

biologisk aktivt når det avvannes (sammenlignet med slam fra biologiske renseanlegg, hvor vannet er sterkt bundet til bakterieceller og kolloidale partikler). Prøvene fra to anlegg hvor det ble kjørt forsøk med dosering av fellingskjemikalier og/eller polymer foran silen, gir ikke noen entydige

svar på hvordan en slik driftsform vil påvirke TS-innholdet i silslammet, men rent teoretisk burde TS-konsentrasjonen bli lavere dersom kjemikaliedoseringen medfører en bedre fjerning av fin-partikulært materiale (kolloider) som binder vannet sterkt til seg.

Innholdet av organisk stoff (målt som flyktig tørrstoff = glødetap) er svært høyt i silslammet og utgjør ca. 90% av TS-innholdet. Ubehandlet mekanisk-biologisk-kjemisk slam har til sammenligning et innhold av organisk stoff på ca. 65-70% av TS, avhengig av hvilke renseprosesser og fellingskjemikalier som brukes. Etter stabilisering og hygienisering vil typiske verdier være 40-60% av TS for disse slamtypene, avhengig av hvilke slambehandlingsmetoder som benyttes og silslammet vil selvsagt også få redusert innholdet av organisk stoff når det viderebehandles før disponering, men det vil likevel være et høyt innhold tilbake som kan nyttiggjøres ved bruk på jordarealer.

Silslammets innhold av nitrogenforbindelser, kalsium og kalium er på samme nivå som i ferdigbehandlet slam fra biologiske og/eller kjemiske reanseanlegg, og det innebærer at i hvert fall nitrogeninnholdet i silslammet vil bli lavere enn i øvrige slamtyper etter stabilisering og hygienisering med de mest aktuelle metodene.

Fosforinnholdet i silslammet er naturlig nok vesentlig lavere enn i slam fra høygradige reanseanlegg, siden nesten alle disse benytter fellingskjemikalier for å overføre fosfor fra vannfasen til slamfasen. Fosforet i silslammet er imidlertid ikke kjemisk bundet til slike kjemikalier og bør derfor være lettere tilgjengelig for plantene ved bruk på jordarealer.

Silslammet har lavt tungmetallinnhold sammenlignet med øvrige slamtyper. Dette gjelder også selv når man korrigerer for den økningen som

skjer i tungmetallinnholdet (angitt som mg/kg TS), dersom innholdet av organisk stoff (og derved også tørrstoffinnholdet) reduseres ved etterfølgende stabilisering og hygienisering. Det er sannsynlig at slammet fra mange silanlegg vil tilfredsstille kvalitetsklasse I i Gjødselforeforskriften. Det lave tungmetallinnholdet i silslammet kan forklares ved at tungmetallene i kommunalt avløpsvann foreligger både i løst og partikulær form, og silene fjerner bare en liten del av dette sammenlignet med høygradige reanseanlegg som både fjerner en del løste og kolloidalt bundne tungmetaller.

Vurdering av løsninger for behandling og disponering av restprodukter/slam fra silanlegg

På bakgrunn av eksisterende regelverk og dokumentasjonen av silslammets sammensetning synes det klart at slam fra silanlegg, som skal tilfredsstille primærrensekravene, må håndteres i henhold til Gjødselforeforskriften på lik linje med bl.a. slam fra septiktanker/slamavskillere (septikslam), slam fra høygradige reanseanlegg og våtorganisk avfall. I noen fylker vil det muligens i en overgangsperiode (3-4 år) fortsatt være tillatt å deponere silslam på søppelfyllplasser eller bruke det ubehandlet til toppdekke der, men nye silanlegg må planlegges og prosjekteres ut fra Gjødselforeforskriftens krav.

Ett av Gjødselforeforskriftens krav, som er spesielt aktuelt for silslam, er at produkter som skal brukes på jorda-

realer, ikke skal inneholde mer enn 0,5% av TS av plast, glass og andre fremmedlegemer (avløpssøppel) med partikkelstørrelse over 4mm. Dette betyr at alle nye silanlegg bør utstyres med en grovrist e.l. som kan fjerne avløpssøppel foran silen(e). Eksisterende anlegg bør om mulig etterinstallere slikt utstyr, med mindre de har en silslamhåndtering hvor avløpssøppel ikke betyr noe (forbrenning) eller det kan fjernes etter slambehandlingen (f.eks. kompostering med etterfølgende sikting).

Avløpssøppel som tas ut separat ved silanleggene, vil ikke kunne gjenbrukes på noen fornuftig måte, og det må forventes at dette vil bli tillatt deponert på fyllplasser, evt. etter forutgående ristgodsvasking dersom innholdet av organisk stoff er høyt. Forbrenning av avløpssøppel er selvsagt også et aktuelt alternativ for de silanlegg som har tilgang til dette.

Det er i utgangspunktet en rekke lokale/regionale forhold som avgjør hvilke løsninger som miljømessig og teknisk-økonomisk vil være best for den enkelte kommune når det gjelder håndtering av silslam etter Gjødselevareforskriften. Forhold av stor betydning er bl.a. størrelsen på anlegget (antall pe.) og antall silanlegg i en kommune/region, eventuelle eksisterende opplegg for håndtering av andre slamtyper (f.eks. septikslam) og for håndtering av våtorganisk avfall eller andre organiske restprodukter, samt muligheter og interesse hos lokale bønder og i grøntarealsektoren for å bruke avfallsbaserte restprodukter.

Gjødselevareforskriftens hovedkrav til produkter som skal brukes direkte

på jordarealer eller inngå som bestanddel i jordblandinger og dyrkingsmedier, er at de har gjennomgått en stabilisering og en hygienisering før bruk. Med stabilisering menes det at produktene ikke skal forårsake luktuemper eller andre miljøproblemer ved lagring og bruk. Hygienisering innebærer at produktene ikke skal inneholde salmonellabakterier eller infektive parasittegg, og innholdet av termotolerante koliforme bakterier skal være mindre enn 2500 pr. gram tørrstoff.

Siden slutten på 80-tallet er det bygd ut et stort antall anlegg for stabilisering og hygienisering av slam i Norge, og etter hvert er det også kommet behandlingsanlegg for kildesortert våtorganisk avfall mange steder. Situasjonen i dag er at for slambehandlingen har man et stort spekter av prosesser å velge mellom (8 – 10 stk.), og det finnes mye erfaringsmateriale for de fleste av disse prosessene (Nybruket et al., 2003). For stabilisering og hygienisering av våtorganisk avfall har det tradisjonelt vært benyttet ulike komposteringssystemer, men i de senere årene er det også bygget noen få anlegg med anaerob stabilisering (biogassanlegg) (Paulsrud & Nedland, 2004).

For silslam vil det være 3 hovedalternativer som i utgangspunktet bør vurderes:

1. Behandling og disponering sammen med våtorganisk avfall
2. Behandling og disponering sammen med slam fra andre renseanlegg, inkl. septikslam

3. Separat behandling og disponering av silslam, evt. sammen med avvannet septikslam

Behandling og disponering sammen med våtorganisk avfall

Silslammets sammensetning (høyt innhold av organisk stoff, høyt C/N-forhold, mye fiberholdig materiale og lavt tungmetallinnhold) tilsier at det bør være godt egnet for en sambehandling med våtorganisk avfall der hvor det finnes eller planlegges et behandlings- og disponeringsopplegg for slikt avfall. Dette kan enten være komposteringsanlegg, en eller annen form for biogassanlegg eller også en kombinasjon av begge metoder. Tidligere var det en stor skepsis i renovasjonssektoren til å samkompostere avløpsslam og våtorganisk avfall, fordi regelverket tilsa at en slik kompost automatisk ble plassert i kvalitetsklasse II, uansett tungmetallinnhold. I den nye Gjødselvereforskriften er det imidlertid bare det faktiske tungmetallinnholdet i komposten som bestemmer klassifiseringen (og dermed bruksmengden pr. arealenhet), og da vil neppe silslammet bidra til økt tungmetallinnhold i kompost av våtorganisk avfall. Enkle komposteringsforsøk som ble utført i forbindelse med NORVAR-prosjektet "Rist- og silgodskarakterisering. Behandling og disponering" (NORVAR, 1999), viste også at silslam var godt egnet for kompostering. En annen fordel med slik kompostering av silslam er at det neppe er kritisk om silslammet inneholder avløpssjøppel (d.v.s. fra anlegg

som mangler forbehandling foran silen(e)), fordi sikting av materialer ofte inngår både før og etter komposteringen.

Et problem for en slik samkjørt løsning kan være at avløpssektoren og renovasjonssektoren ofte er atskilt rent organisatorisk på kommunalt-/regionalt nivå. Det kan også fortsatt være holdninger hos brukere av kompost som tilsier at man ikke vil blande avløpsslam (silslam) og våtorganisk avfall i det samme produktet.

Behandling og disponering sammen med slam fra andre renseanlegg

Dette er et svært aktuelt alternativ for kommuner som allerede har et bra opplegg for slam fra høygradige avløpsreanseanlegg og/eller for septikslam. Det kan også være aktuelt å benytte eksisterende slambehandlingsanlegg i nabokommuner eller interkommunale anlegg, dersom transportavstander og behandlingstkostnader er akseptable. Tilgjengelig kapasitet for de økte slammengdene må selvsagt vurderes i hvert enkelt tilfelle.

De aller fleste silanlegg vil produsere et slam i avvannet form og med et høyt tørrstoffinnhold. Det betyr at eksisterende slambehandlingsanlegg hvor stabilisering og hygienisering skjer etter at slammene er avvannet, vil være godt egnet for å ta imot silslam også. Av de veletablerte metodene er det kompostering, langtidslagring og kalkbehandling som bruker avvannet slam som utgangspunkt. Av disse metodene er det særlig kompostering som brukes mye i de områdene av lan-

det hvor silanlegg vil være mest aktuelle, d.v.s. langs kysten fra Lindesnes til grensa mot Russland.

Ved mange større avløpsrenseanlegg som gjennomfører stabilisering og hygienisering av slam i væskeform (før avvanning), er det bygd egne mottaksanlegg for avvannet slam fra mindre renseanlegg eller for avvannet septikslam. Slammene blir fortynnet med en delstrøm av internt slam fra renseanlegget eller med slamvann fra fortykkere og avvanningsutstyr før det blandes med internsammene for videre prosessering. Dette er selvsagt også et opplegg som kan benyttes for silslam der hvor det finnes slike renseanlegg i rimelig nærhet. Mange av disse anleggene benytter anaerob stabilisering (biogassanlegg) i kombinasjon med en hygieniseringsprosess.

Separat behandling og disponering av silslam, evt. sammen med avvannet septikslam

Dersom det av ulike årsaker ikke er aktuelt å viderebehandle silslammene verken ved fellesanlegg for avløpslam eller for våtorganisk avfall, må det vurderes egne, separate løsninger for å tilfredsstille Gjødelsvareforskriftens krav om stabilisering og hygienisering av slammene før endelig disponering. På grunn av silslammets konsistens og høye TS-innhold vil det som nevnt være mest hensiktsmessig å vurdere følgende behandlingsmetoder:

- kompostering
- langtidslagring
- kalkbehandling

Kompostering

Silslammene med høyt TS-innhold, høyt C/N-forhold og en fiberholdig struktur vil være godt egnet for kompostering (evt. sammen med avvannet septikslam, f.eks. fra mobile avvanningsenheter). Det vil likevel være en fordel å blande inn strukturmateriale (bark, flis o.l.) for å få større porøsitet og lavere vanninnhold i silslammene, og derved bedre oksygentilførsel og utlufting av karbondioksid. Ved rankekompostering av slam (som er den vanligste metoden i Norge, særlig ved mindre anlegg) er det spesielt viktig at blandingen av slam og strukturmateriale blir vendt ofte med en maskinell rankevender i starten av komposteringsprosessen for å sikre at temperaturen kommer over 55°C og ikke minst at alt materialet skal ha vært utsatt for denne temperaturen i en viss tid.

Erfaringene med rankekompostering av slam (Nedland & Paulsrud, 1999; Nybruket et al., 2003) viser at flere anlegg i områder med mye nedbør i vinterhalvåret har problemer med å opprettholde tilstrekkelig høy temperatur i rankeene i denne perioden. I tillegg er det et faktum at veldig mange komposteringsanlegg har problemer med lukt som generer nabolaget, og det er etter hvert svært vanskelig å etablere nye komposteringsanlegg på egnede plasser i nærheten av bebygde områder. Dette vil også gjelde for eventuelle nye anlegg som skal behandle silslam.

Langtidslagring

Langtidslagring av slam innebærer at avvannet slam legges i hauger eller ranker og lagres for et visst antall år før det går til endelig disponering. Det er mange kommuner som praktiserer denne metoden som er lite kostnads-krevende dersom man har arealer tilgjengelig, f.eks. i tilknytning til søppelfyllplasser. Noen steder blir slammet vendt med hjullaster/gravemaskin 1-2 ganger pr. år for å få en bedre struktur på sluttproduktet, men til forskjell fra skikkelig kompostering, vil man ikke her få noen temperaturøkning som kan gi hygienisering i løpet av kort tid. Hygieniserings-effekten skal oppnås ved at slammet lagres over lang tid, men hovedproblemet er at det ikke er dokumentert hvor lenge slam må lagres under ulike klimatiske forhold for at Gjødselevareforskriftens krav til et hygienisert slam blir tilfredsstillt. Dette gjelder spesielt kravene om at infektive parasittegg og potetcystenematoder ikke skal finnes i slam som skal brukes på jordarealer. Basert på en sammenstilling av erfaringer med rankekompostering og langtidslagring (Nedland & Paulsrud, 1999) ble det foreslått å bruke 3 år som en minimum lagringstid, men grunnlaget for denne anbefalingen er dårlig.

Slammineraliseringsanlegg (også kalt sivbed) er en form for langtidslagring av slam. Her pumpes uavvannet slam til flere parallelle tørkesenger hvor det vokser spesielle planter, og det er et oppsamlingssystem for slamvannet. De fleste anlegg er basert på at slammet skal avvannes og nedbrytes i løpet av en periode på ca. 10 år, før

det tas ut igjen for endelig disponering. Denne anleggstypen er neppe aktuell for silslam, siden dette slammet kan avvannes svært enkelt og til en lav kostnad i de eksisterende skruepressene.

Myndighetene (Mattilsynet) er skeptiske til fortsatt bruk av langtidslagring som en metode for hygienisering av slam, så lenge det ikke finnes dokumentasjon på hygieniseringseffekten. Mattilsynet har derfor nylig bedt VA-bransjen (NORVAR) om å definere hva slags behandling som omfattes av begrepet "langtidslagring" og framskaffe dokumentasjon på effekten av denne (NORVAR, 2004). Det vil derfor neppe være særlig fornuftig å satse på langtidslagring av silslam som en metode for å tilfredsstille Gjødselevareforskriften, før det er nærmere avklart om dette blir en metode som myndighetene vil akseptere. Det er også i ulike fora vært stilt et spørsmålstegn ved om langtidslagring av slam kan ende opp som en permanent deponering, dersom slammet blir liggende veldig lenge eller aldri blir flyttet på igjen for bruk et eller annet sted.

Kalkbehandling

Ved tilsetning av ulesket (brent) kalk til avvannet slam vil man få en kraftig temperaturøkning i slammet i tillegg til at pH-verdien øker. Temperaturstigningen skyldes den energien som frigjøres når ulesket kalk kommer i kontakt med vann, og økningen vil i første rekke avhenge av tilsatt kalkmengde og TS-innholdet (eller vanninnholdet) i det avvannede slammet. I tillegg vil isoleringen av lagersiloen/

containeren for det avvannede slammet avgjøre hvor raskt temperaturen synker igjen under lagring. De kritiske driftsbetingelsene for å oppnå tilfredsstillende hygienisering med denne metoden, er at temperaturen i hele den behandlede slammassen er minst 55°C i minst 2 timer etter kalktilsetningen (Paulsrud et al., 2004).

Ved kalktilførselen vil noe vann fordampe p.g.a. temperaturøkningen. Sammen med tørrstofftilførselen som kalken representerer, vil dette medføre at man får en betydelig økning av TS-innholdet i slammet, og det kalkbehandlede slammet får ofte en kornaktig konsistens som gjør det lett å håndtere. Slam med TS-innhold på 25% før kalktilsetning vil oppnå 35-40% TS-innhold med en kalkdosering på ca. 500 kg CaO/tonn TS (125 kg CaO/m³).

Denne slambehandlingsmetoden er i bruk ved ca. 10 norske avløpsrensingsanlegg, men ingen av dem behandler silslam. Kalkbehandling innebærer lave investeringskostnader sammenlignet med de fleste andre hygieniseringsmetodene for slam, da hovedkomponentene i et slikt anlegg består av en kalksilo, en blandeenhet for kalk og slam og en isolert slamsilo/container for å sikre hygieniseringsbetingelsene (min. 2 timer ved ≥55°C). Driftskostnadene kan imidlertid bli relativt høye dersom det må tilsettes mye kalk for å oppnå en hygienisering, men økt TS-innhold i det avvannede slammet vil redusere nødvendig kalkbehov. Silslam med TS-innhold over ca. 25% bør derfor være godt egnet for kalkbehandling.

De viktigste ulempene med kalkbehandling er at man får en kraftig ammoniakkavdrivning fra slammet ved kalktilsetningen (luktp problemer og redusert nitrogeninnhold i slammet), og man kan få et så høyt kalkinnhold i slammet at det begrenser slammets bruksområde noe (gjelder spesielt dersom slammet brukes ublandet ved noen typer planter). Ved noen kalkbehandlingsanlegg som ligger nær boligbebyggelse, har man løst luktp problemene ved å installere luktfjerningsanlegg på avluften fra kalkblande enheten og slamsiloen.

Forslag til videre arbeid vedrørende slam fra silanlegg

I de tilfeller hvor silslam kan behandles sammen med enten våtorganisk avfall eller slam fra andre avløpsrensingsanlegg i eksisterende eller planlagte behandlingsanlegg med stabilisering og hygienisering, vil det neppe være grunnlag for ytterligere utvikling, utredninger eller tester for å iverksette dette. Dersom det må etableres separate løsninger for silslam innenfor en kommune eller en region, vil det etter vår mening være hensiktsmessig å bruke mer ressurser innenfor følgende områder:

- Utvikle og teste kalkbehandlingsløsninger spesielt tilpasset silanlegg og silslammets egenskaper
- Inkludere silslam som en svært aktuell slamtype ved dokumentasjon av hygieniseringseffekten til langtidslagring av slam

- Gjennomføre forsøk og dokumentere bruken av stabilisert og hygienisert silslam i jordbruket, på grøntarealer og som ingrediens i jordforbedringsmidler/jordblandinger

Et videre arbeid for å tilpasse kalkbehandling av slam til silanlegg er viktig for å få et skikkelig grunnlag for å vurdere denne behandlingsmetoden, da teknologien i eksisterende kalkbehandlingsanlegg neppe er direkte overførbart til silanlegg, som også i mange tilfeller må kunne ta i mot og behandle silslam og evt. avvannet septikslam fra andre anlegg.

Siden Mattilsynet nå har oppfordret VA-bransjen v/NORVAR til å fastlegge hva som menes med langtidslagring av slam og til å dokumentere hygieniseringseffekten som kan oppnås, vil det være svært interessant å se på silslam i denne sammenhengen. En slik lav-teknologiløsning med lave investerings- og driftskostnader vil være svært aktuell for mindre silanlegg som ligger i spredt bebygde områder langs kysten, dersom man kan tilfredsstillende hygieniseringskravene med metoden.

Det foreligger lite eller ingen erfaringer med praktisk bruk av behandlet silslam på ulike typer jordarealer, og det ville være svært nyttig å dokumentert både praktiske erfaringer og vekstresultater ved bruk av slikt slam i jordbruket, på grøntarealer og som en bestanddel i jordprodukter. Dette vil være spesielt interessant ved bruk av kalkbehandling som hygieniseringsmetode for silslammet.

Konklusjoner

Følgende hovedkonklusjoner kan trekkes ut av det foreliggende materialet:

- Analyser av slam fra silanlegg i dette prosjektet stemmer godt overens med resultater fra et tidligere NORVAR-prosjekt. Resultatene viser at silslam i avvannet form har et TS-innhold på 15-37% (middel = 27% TS), og innholdet av organisk stoff er svært høyt (72-97% av TS). Innholdet av nitrogenforbindelser, kalsium og kalium er omtrent som for slam fra høygradige renseanlegg, mens fosforinnholdet er vesentlig lavere. Innholdet av tungmetaller er lavt i alle prøvene og ligger godt under grenseverdiene for kvalitetsklasse II i Gjødselforeforskriften.
- Sammensetningen av silslammet (spesielt det høye innholdet av organisk stoff) tilsier at dette slammet ikke kan deponeres på søppelfyllplasser (kfr. Avfallsforskriften), men SFT har foreslått overgangssordninger for deponering av organisk avfall fram til 2009.
- Silslam reguleres etter Gjødselforeforskriften på lik linje med andre slamtyper, så sant det ikke sendes til et forbrenningsanlegg. Dette innebærer at silanlegg bør ha en forbehandlingsenhet som fjerner partikler større enn 4 mm, da slik avløpssjøppel ikke skal inngå i gjødselfarver. Alternativt kan denne type materiale fjernes fra silslammet i forbindelse med etterfølgende behandling.

- I henhold til Gjødelsvareforskriften må organisk avfall som skal brukes som en ressurs på jordarealer, være stabilisert og hygienisert. Siden silslam fra eksisterende silanlegg allerede er på avvannet form, vil det være mest aktuelt å benytte stabiliserings- og hygieniseringsmetoder som baseres på slam med høyt TS-innhold. Dette betyr i praksis anlegg basert på kompostering, langtidslagring eller kalkbehandling.
- For håndtering av silslam i henhold til Gjødelsvareforskriften bør følgende hovedalternativer vurderes i hvert enkelt tilfelle:
 - Behandling og disponering sammen med våtorganisk avfall
 - Behandling og disponering sammen med slam fra andre avløpsrenseanlegg, inkl. septikslam
 - Separat behandling og disponering av silslam, evt. sammen med avvannet septikslam
- Det foreslås videre arbeid med silslam innenfor følgende områder:
 - Utvikle og teste kalkbeholdingsløsninger som er tilpasset silanlegg
 - Inkludere silslam i arbeidet med å definere og dokumentere langtidslagring av slam
 - Etablere forsøksordninger med bruk av behandlet silslam innenfor jordbruk, grøntarealsektoren og som bestanddel i jordprodukter

Referanser

Avfallsforskriften (2004). Forskrift om gjenvinning og behandling av avfall. FOR 2004-06-01 nr. 930. Miljøverndepartementet.

Blytt, L.D. (2003) Fra slamforskrift til gjødelsvarer m.v. av organisk opphav. Foredrag på NORVARs slamseminar 21.11.2003, Oslo.

Eikum, A.S., Rusten, B. og Finsrud, R. (1986). Mobil avvanning av septikslam. NTNFs Program for VAREteknikk. Prosjektrapport 45/86.

Gjødelsvareforskriften (2003). Forskrift om gjødelsvarer m.v. av organisk opphav. FOR 2003-07-04 nr. 951, Landbruksdepartementet, Miljøverndepartementet og Helsedepartementet.

Nedland, K.T. (1989). Avvanning av kloakkslam i laguner. Resultater fra en brukerundersøkelse av 130 laguneanlegg. Aquateam-rapport av 23.10.89, Aquateam AS, Oslo.

Nedland, K.T. (1992). Erfaringer med mottak av septikslam på renseanlegg og ledningsnett og bruk av mobil avvanningsutstyr. SFT-rapport nr. 92:31 (TA-883/1992), Oslo.

Nedland, K.T. og Paulsrud, B. (1999). Driftserfaringer fra anlegg med rankekompostering og langtidslagring av avløpsslam. Veiledning. Aquateam-rapport 99-038, Aquateam AS, Oslo.

- NORVAR (1994a). Evaluering av enkle rensemetoder. Slamavskillere. NORVAR-rapport 33-1994, Hamar.
- NORVAR (1994b). Evaluering av enkle rensemetoder. Siler/finnister. NORVAR-rapport 34-1994, Hamar.
- NORVAR (1996a). Evaluering av enkle rensemetoder, fase 2. Siler/finnister. NORVAR-rapport 69-1996, Hamar.
- NORVAR (1996b). Evaluering av enkle rensemetoder, fase 2. Store slamavskillere samt underlag for veileder. NORVAR-rapport 70-1996, Hamar.
- NORVAR (1996c). Evaluering av enkle rensemetoder, fase 3. Veileder for valg av rensemetode ved utslipp til gode sjøresipienter. NORVAR-rapport 71-1996, Hamar.
- NORVAR (1999). Rist- og silgodskarakterisering. Behandling og disponering. NORVAR-rapport 96-1999, Hamar.
- NORVAR (2003). Kunnskapsbase slam, www.norvar.no.
- NORVAR (2004). VA-bulletin 4-2004, NORVAR BA, Hamar.
- Nybruket, S.; Paulsrud, B. og Nedland, K.T. (2003). Erfaringer med hygienisering av slam i Norge, VA-forsk rapport 2003-32, Svensk Vatten AB, Stockholm.
- Paulsrud, B. (1983). Mottak av septikslam. Erfaringer fra kommunale rensesanlegg. SFT-rapport nr. 56, Statens Forurensningstilsyn, Oslo.
- Paulsrud, B., Gjerde, B. and Lundar, A. (2004). Full scale validation of helminth ova (*Ascaris suum*) inactivation by different sludge treatment processes. Water Science and Technology, Vol. 49, no. 10.
- Paulsrud, B. og Lundar, A. (2004). Håndtering av restprodukter og slam fra primærrensanlegg. PRIMÆRRENS-prosjekt 14, Aquateam-rapport 04-047, Aquateam AS, Oslo.
- Paulsrud, B. og Nedland, K.T. (2004). Erfaringer med biogassanlegg for behandling av våtorganisk avfall, Aquateam-rapport 04-004, Aquateam AS, Oslo.