

Metoder for behandling av slam i Norge

Av Bjarne Paulsrud

Bjarne Paulsrud er daglig leder av Aquateam - Norsk vann-
teknologisk senter A/S.

1. Innledning

Spredning av smittestoffer og luft kan være et stort problem ved disponering av kloakkslam, dersom det ikke blir tatt tilstrekkelig hensyn til disse forhold ved planlegging og drift av renseanlegg og slambehandlingsanlegg. Statens forurensningstilsyn har utgitt retningslinjer for lagring og disponering av kloakkslam (SFT, 1982), og dette regelverket angir bl.a. hvilke behandlingsprosesser slammet må gjennomgå for å kunne disponeres på forskjellige måter.

Når slammet fjernes fra vannbehandlingsdelen i et kloakkrenseanlegg, inneholder det store mengder vann (97—99%), og det er nødvendig med en oppkonsentrering. Dette skjer i første omgang ved *fortykking* av slammet, hvorved tørrstoffinnholdet normalt økes til 3—5% (vanninnhold = 95—97%), men slammet er fortsatt i væskeform. En ytterligere oppkonsentrering skjer ved *avvanning*, og da er hensikten å få en så fast form på slammet at det ikke flyter utover ved lagring eller deponering. Tørrstoffinnholdet må da økes til over 15—18%.

Stabilisering av slam er en fellesbetegnelse på de prosesser som har til hovedhensikt å redusere luktproblemene som ellers vil oppstå ved håndtering av råslam. Dette kan skje ved kontrollert nedbrytning av organisk

materiale i slammet (aerob og anaerob stabilisering) eller midlertidig ved tilsetting av kjemikalier (f.eks. kalk) som for en viss tid hindrer nedbrytningen å komme igang. Ved *hygienisering* av slam er hovedhensikten å redusere smittefaren forbundet med bruken av slam på jordarealer.

2. Myndighetenes reguleringer av slamdisponering og slambehandling

De norske retningslinjene for lagring og disponering av kloakkslam (SFT, 1982) gir en sammenstilling av de krav som tidligere er stilt både fra helse-, forurensnings- og landbruksmyndighetene. Retningslinjene legger opp til at slammet er en ressurs som i størst mulig grad bør utnyttas på våre jordarealer. For å kunne tillate dette, er man imidlertid avhengig av å kunne «nøytralisere» råslammets negative egenskaper (f.eks. lukt- og smittefare) ved en egnet behandling av slammet før disponeringen. Tabell 1 gir en oversikt over krav til stabilisering og hygienisering ved ulike bruksområder for slammet.

Tabell 1 viser at dersom slammet skal brukes på annet enn jordbruksarealer og fyllplasser, så må det gjennomgå en hygieniseringsprosess før det anvendes. Det framgår også at det bare er to hygieniseringsmetoder (kompostering og lang tids lagring av avvannet slam) som anbefales i SFTs retningslinjer.

Dette skyldes dels at andre metoder var dårlig utviklet og dokumentert da retningslinjene ble skrevet (f.eks. aerob, termofil behandling og kalkbehandling med ulesket kalk), eller metodene ble ansett som mindre aktuelle for norske forhold (pasteurisering, termisk tørking og bestråling). Lang tids (2—3 års) lagring av slam i avvannet form, er en hygieniseringsmetode som det finnes svært lite dokumenterte erfaringer med fra Norge, og også internasjonalt er dette en metode som vanligvis ikke regnes med. Dette skyldes nok i første rekke de store arealene som trengs for å lagre slammet i så lang tid. SFTs retningslinjer inneholder forøvrig detaljerte anvisninger for lokalisering og drift av slike lagerplasser.

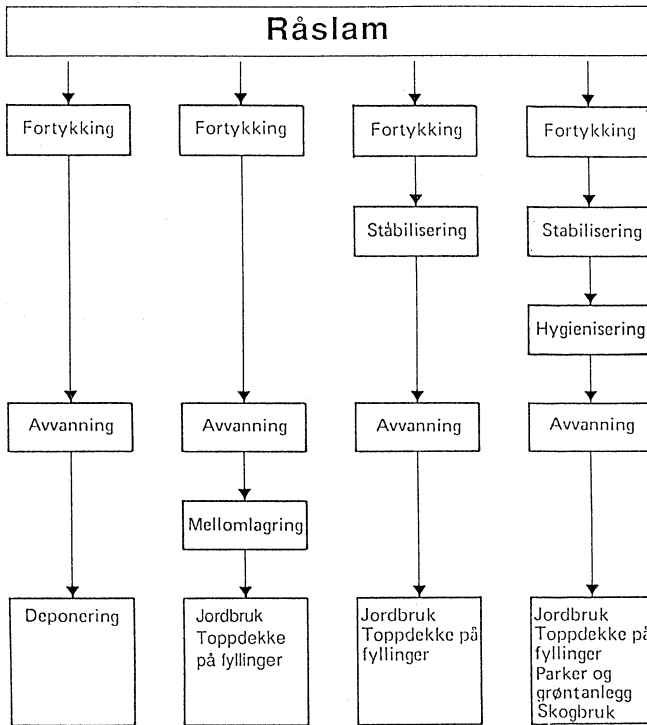
Når det gjelder avvanning av slam så stilles det krav om dette for alle disponeringsmåter, og ved deponering på fyllplasser o.l. blir det anbefalt at slammet har et tørrstoffinnhold på over 30%. Avvanning av slammet er forøvrig også helt nødvendig for å redusere transportkostnadene.

En oppsummering av hvilke behandlingsmetoder som kreves for de ulike disponeringsmåter, er vist i figur 1. Her representerer de to rekkene til venstre de vanligste kombinasjonene på norske kloakkrenseanlegg idag, mens de to rekkene til høyre er det slambehandlingsnivået som vi må opp på dersom vi fortsatt skal kunne regne med å få bruke kloakkslam på ulike typer jordarealer.

Tabell 1. *Krav til stabilisering og hygienisering av kloakkslam ved ulike bruksmåter for slammet (SFT, 1982).*

<i>Bruksområde for slam</i>	<i>Krav om stabilisering?</i>	<i>Krav om hygienisering?</i>	<i>Anbefalt hygieniseringsmetode</i>
Jordbruk	Ja	Nei ¹⁾	—
Toppdekke på avfallsylling	Ja	Nei ¹⁾	—
Parker og andre ²⁾ grøntanlegg	Ja	Ja	Kompostering, lagring i tre år
Skogsarealer	Ja	Ja	Kompostering, lagring i to år
Hagebruk	Ja	Ja	Kompostering, lagring i tre år

- 1) Kravet om lagring av råslam i avvannet tilstand i minimum 1/2 år, hvorav 2 sommermåneder, er ikke regnet som et skikkelig hygieniseringskrav, da det alternativt tillates brukt slam som bare er stabilisert.
- 2) For idrettsanlegg, barnehager, lekeplasser o.l. bør slammet være sterilisert (120°C i min. 20 minutter) pga. faren for overføring av stivkrampe. I praksis bør ikke slam brukes på slike steder.



Figur 1. Sammenheng mellom slambehandling og slamdisponering.

3. Slambehandlingsmetoder

De etterfølgende beskrivelser er gjort så kortfattede og forenklete som mulig, og det er spesielt fokusert på metoder som gjør at slammet etterpå kan benyttes på ulike typer jordarealer (ikke bare landbruk). (EPA, 1979; VAV, 1984; Paulsrud, 1987). Metoder som forbrenning, våt oksidasjon, pyrolyse etc., som alle går ut på å destruere slammet og bli sittende igjen med små mengder restprodukter som aske, olje, tjære etc., vil ikke bli nærmere omtalt her. Dette er svært kostbare metoder, beregnet på store renselanlegg hvor utnyttelse av slam på jordarealer ikke er mulig.

3.1 Stabilisering av slam

3.1.1 Aerob stabilisering

Aerob stabilisering er en biologisk prosess hvor organisk materiale brytes ned til karbondioksyd og vann, dvs. en *permanent* stabilisering. Prosessen blir gjennomført ved at slammet luftes i åpne tanker. Oppholdstiden er vanligvis 15–20 døgn, og det skjer ingen temperaturøkning i slammet. Nedbrytningens effektivitet vil avhenge av oppholdstid, temperatur, pH og type slam.

Ved aerob stabilisering trenger man forholdsvis enkelt utstyr. Prosessen er sikker og blir ikke så lett forstyrt. Der-

for er metoden særlig aktuell ved mindre anlegg, og da spesielt ved anlegg som bruker aktivslammetoden for rensing av avløpsvannet. Driftskostnadene for luftingen kan ved større anlegg bli en vesentlig faktor. Da nedbrytningsprosessene er sterkt temperaturavhengige, bør aerobe stabiliseringsanlegg i Norge være overbygget.

3.1.2 Anaerob stabilisering

Anaerob stabilisering av slam, ofte kalt utråtning eller gjæring, er en biologisk prosess hvor organisk materiale via organiske syrer og alkohol blir overført til metangass, karbondioksyd og vann (*permanent* stabilisering). Temperatur, pH, oppholdstid og type slam har stor innvirkning på nedbrytningsprosessen. Vanligvis holdes temperaturen mest mulig konstant innenfor området 30—38°C. Oppholdstiden har tradisjonelt vært 20—30 døgn ved bruk av oppvarmede tanker, men moderne råtneanlegg dimensjoneres nå for 12—15 døgn oppholdstid.

Råtneprosessen foregår i lukkede tanker, vanligvis forsynt med utstyr for omrøring eller rundpumping av slammet, samt med utstyr for kontrollert oppvarming.

Råtnetanker er forholdsvis kostbare anlegg, men nyere teknologi med bruk av stål og glassfiberarmert plast samt prefabrikasjon har gjort slike anlegg rimeligere. Driftskostnadene kan være lave, spesielt hvis metangassen utnyttes. Råtneprosessen er mer følsom enn den aerobe stabiliseringen, hvilket gjør det nødvendig med en nøyere driftskontroll.

3.1.3 Kjemisk stabilisering

Den eneste form for kjemisk stabilisering som idag er praktisk brukbar, er

tilsetning av kalk. Med kjemisk stabilisering menes her tilsetning av lesket kalk (hydratkalk) til ikke avvannet slam. Dette kan f.eks. skje i forbindelse med kondisjonering av slammet før avvanning i kammerfilterpresser. Tilsetning av ulesket kalk til avvannet slam blir behandlet under pkt. 3.2 «Stabilisering og hygienisering av slam».

Ved tilsetning av tilstrekkelige mengder av kalk til slam, vil det skje en økning av pH opp til ca. pH 12,6, hvorved mikrobiell virksomhet opphører. Når slammet lagres utendørs vil pH-verdien etterhvert synke igjen og forråtnelsesprosessen kan komme igang (dvs, en *midlertidig* stabilisering). Mens pH-verdien ennå er høy, vil det skje en avdrivning av ammoniakk-gass fra slammet, og denne kan også medføre luktsjenanse.

Kalktilsetningen forbedrer også slammet's hygieniske beskaffenhet, fordi bakterier og virus i stor utstrekning blir inaktivert ved høye pH-verdier. Parasetegg kan dog overleve meget lang tid også ved høye pH-verdier, og en slik kalkbehandling regnes ikke som en fullverdig hygieniseringsprosess.

Behandling av slam med lesket kalk krever små investeringer, men driftskostnadene kan bli høye, avhengig av nødvendig kalkdosering. Vanlig kalkdosering er 200—400 kg kalk pr. tonn slamtørrstoff.

Slam fra renseanlegg som bruker kalk som fellingsmiddel (primær- og sekundærfellingsanlegg) vil erfaringsmessig oppføre seg på samme måte som kalkbehandlet slam når det gjelder luktp problemer i forbindelse med lagring. For anlegg som bruker kalk + sjøvann som fellingsmiddel foreligger det ingen fullskala driftserfaringer med lagring av slammet, men siden kalktil-

settingen er mindre enn ved felling med kalk alene, vil en forvente at stabiliserings-effekten blir noe dårligere.

3.2 Stabilisering og hygienisering av slam

3.2.1 Aerob, termofil stabilisering (våtkompostering)

Denne metoden er også basert på biologisk omsetning av organisk materiale under tilgang på oksygen, men til forskjell fra den konvensjonelle aerobe stabiliseringen sørger man her for å ta vare på den varmen som utvikles i prosessen. Dette skjer ved å benytte isolerte tanker og spesielle luftesystemer (eller tilførsel av rent oksygen) slik at varmetapet til omgivelsene blir minst mulig. Prosessen drives ved temperaturer på ca. 60°C, og under slike forhold vil de fleste sykdomsfremkallende organismer bare overleve en kort tid (<1 døgn), og det oppnås en *hygienisering* av slammet. For å oppnå tilfredsstillende *stabilisering* av slammet ved denne prosessen må det brukes oppholdstider på 5—8 døgn, avhengig av organisk belastning, teknisk utforming etc.

Metoden er blitt svært populær, spesielt i Sveits og Vest Tyskland, og det finnes en rekke typer anlegg på markedet. Prosessen vil passe godt for små og mellomstore norske anlegg.

3.2.2 Aerob, termofil forbehandling + anaerob stabilisering

I stedet for å gjennomføre både hygienisering og stabilisering av slammet ved aerob, termofil stabilisering, er det de senere årene blitt en økende interesse for å kombinere en aerob, termofil behandling (*hygienisering*) med en etterfølgende anaerob *stabilisering*. Opp-

holdstiden i den aerobe prosessen er da bare akkurat så lang (0,5—1 døgn) at man får et tilfredsstillende hygienisert slam ut av råtnetanken(e), mens den vesentligste delen av stabiliseringen skjer i selve råtnetanken(e). I det aerobe trinnet vil det også, selv med de korte oppholdstidene, skje en hydrolyse og en homogenisering av slammet før det går inn på råtnetanken(e). Det er viktig at reduksjonen av organisk stoff blir minst mulig i det aerobe trinnet, da det ellers blir unødig stor reduksjon i gassproduksjonen fra råtnetanken(e). Ved denne prosesskombinasjonen må det, p.g.a. den korte oppholdstiden, tilføres energi til det aerobe trinnet for å oppnå ca. 60°C i slammet. Energien tas fra gassen som produseres i råtnetanken(e).

Denne metoden er nå under planlegging/bygging ved to norske renseanlegg (Sarpsborg og Nordre Follo kloakkverk), og har hittil vært ansett som mest aktuell på større renseanlegg. Som nevnt under pkt. 3.1.2 «Anaerob stabilisering» er dette i ferd med å endre seg, idet råtnetanker nå er økonomisk akseptable også for mindre anlegg ved hjelp av nye materialer og prefabrikasjon.

3.2.3 Pasteurisering + anaerob stabilisering

Pasteurisering innebærer at slammet utsettes for en temperatur på ca. 70°C i en periode på minimum 30 minutter. Dermed skjer det en *hygienisering* av slammet, men for å få et *stabilt* sluttprodukt må pasteuriseringen etterfølges av en anaerob stabilisering. Varmetilførselen til slammet kan skje på forskjellige måter: ved varmevekslere hvor vann med temperatur på 80—95°C

overfører varme til slammet, ved innblåsing av lavtrykks damp i slammet eller ved hjelp av en gassbrenner neddykket i slammet. I alle tilfeller benyttes gassen fra den anaerobe stabiliseringen som energikilde.

Det er nå alminnelig akseptert at pasteuriseringsprosesser må skje *før* utråtningen og ikke *etter* slik det var vanlig å bygge anlegg tidligere, spesielt i Sveits. Dette for å hindre «oppblomstring» av patogene bakterier igjen ved etterfølgende lagring av slammet før bruk på jordarealer.

Det første pasteuriseringsanlegget i kombinasjon med råtnetanker i Norge er nå under bygging ved det nye rensanlegget i Fredrikstad.

3.2.4 Kompostering

Kompostering er en prosess hvor organisk materiale i *avvannet* slam brytes ned av mikroorganismer som bakterier og sopp under tilgang på oksygen. Det nedbrytbare organiske stoffet omvandles til et humuslignende sluttprodukt (*stabilisering*), og som «biprodukter» fås karbondioksyd, vann og energi (varme). På grunn av varmeproduksjonen skjer det en temperaturheving i slammet, og nedbrytningen av organisk stoff foregår vanligvis i det termofile temperaturområdet (>ca. 45°C). Det er i første rekke den økte temperaturen som gir en *hygienisering* av slammet, selv om en toksisk virkning av stoffskifteprodukter fra komposteringsfloraen også er av betydning.

Komposteringen er også avhengig av faktorer som pH i slammet, varmeisolasering og ikke minst oksygentilførsel. For å kunne kompostere slam alene har praktiske erfaringer vist at slammet må ha et tørrstoffinnhold >ca. 30%, men forøvrig er det vanligst å blande slam

med bark, sagflis, evt. andre organiske avfallsprodukter for å få en tilfredsstillende porøsitet slik at oksygenoverføringen blir god nok. Kompostering av slam med søppel har ikke vært noen suksess i Norge, da den ferdige komposten har inneholdt for høye konsentrasjoner av tungmetaller (fra søppla) til å kunne brukes på en fornuftig måte.

Det er tre hovedtyper av komposteringsmetoder som alle har vært brukt/er i bruk i Norge: Frilandskompostering, kompostering på luftet plate og reaktorkompostering. Hovedkonklusjonen på de norske erfaringene er at frilandskompostering av slam og bark fungerer bra en del steder, mens plate- og reaktorkompostering blir svært dyre metoder dersom man ikke får godt betalt for komposten. Luktproblemer har også vært et viktig ankepunkt mot de tradisjonelle komposteringsmetoder.

3.2.5 Kalkbehandling

Ved tilsetning av ulesket kalk til avvannet slam vil man i tillegg til pH-verdien også få en kraftig temperaturstigning i slammet. Dette skyldes den energien som frigjøres når ulesket kalk kommer i kontakt med vann. Temperaturøkningen i slammet vil i første rekke avhenge av tilsatt kalkmengde og TS-innholdet i det avvannede slammet. I tillegg vil isoleringen av lagertanken for det kalkbehandlede slammet avgjøre hvor raskt temperaturen faller igjen under lagring. Et slam med f.eks. 25% TS etter avvanning trenger en kalktilsetning på ca. 550 kg CaO/tonn TS for å oppnå en temperatur på over 60°C (forutsatt 15°C i slammet før kalktilsetning). Sammen med kalkens pH-effekt vil en slik temperaturøkning gi en god hygienisering av slammet.

En del av vannet i slammet vil bindes

kjemisk til kalken, og samtidig vil noe vann fordampe pga. temperaturøkningen. Dette vil, sammen med den tørrstofftilførselen som kalken representerer, medføre at man får en betydelig økning av TS-innholdet i slammet. Slam med TS-innhold på 25% før kalktilsetning vil f.eks. oppnå bortimot 40% TS ved en kalkdosering på ca. 550 kg CaO/tonn TS. Det kalkbehandlede slammet får på denne måten en tørr, «grynaktig» konsistens som gjør det lett å håndtere og spre på jordarealer.

Metoden er i bruk ved noen norske renseanlegg, og spesielt ved renseanlegget RA 2 ved Lillestrøm har man hatt luktproblemer med slammet ved mellomlagring på landbruksarealer. Kalkdoseringen har da ligget i området 250—350 kg CaO/tonn TS.

3.2.6 Termisk tørking

Ved termisk tørking av slam reduseres vanninnholdet i slammet ned til ca. 15% eller mindre ved fordamping (TS-innhold >85%). De fleste slamtørkeprosesser opererer med temperaturer litt over 100°C i slammet for å unngå at organisk materiale drives av. *Hygieniseringen* skjer både pga. den høye temperaturen, og ved at vanninnholdet blir så lavt i slammet. Så lenge produktet ved hensiktsmessig lagring holdes tørt, er det også *stabilt* mot nedbrytning selv om slammet ikke er stabilisert.

Prosessen krever store mengder energi og er derfor kostbar uten tilgang på billig energi. Den store reduksjonen i slammengde gjør metoden interessant for store anlegg som har vanskelige disponeringsforhold. Det finnes ingen anlegg for tørking av slam i Norge, men metoden har en viss utbredelse i Mellom-Europa.

3.2.7 Bestråling + anaerob stabilisering

Hygienisering av slam ved bestråling kan baseres på to forskjellige prinsipper: Bruk av gammastråler fra radioaktive isotoper (Cobolt 60 og Cesium 137) eller ved bruk av betastråler (aksellererte elektroner). Begge typer stråler har den samme grunnleggende effekten at de endrer på elektronstrukturen hos atomer, og derved forårsaker biokjemiske forandringer som igjen fører til inaktivering av f.eks. patogene bakterier og virus. Bestråling må kombineres med en stabiliseringsprosess, og til nå har man ansett anaerob stabilisering for å være den mest aktuelle, men kompostering er også interessant.

Det finnes bare ett bestrålingsanlegg for slam i Europa, og metoden anses som uaktuell i Norge p.g.a. den generelle motstand mot bruk av radioaktiv bestråling i samfunnet.

3.3 Avvanning av slam

Her blir det bare gitt en kort omtale av de metoder som er i bruk i Norge i dag. Det har forøvrig kommet en del nytt avvanningsutstyr på det internasjonale markedet de siste årene, og dette gjelder spesielt avvanningsutstyr som kan gi et høyt tørrstoffinnhold i slakkaken uten å benytte kalk som kondisjoningsmiddel før avvanning. Slikt utstyr er spesielt interessant ved deponering av slam og ved forbrenning av slam.

3.3.1 Laguner

Denne metoden har tradisjonelt vært benyttet en del i kystdistriktene for avvanning av septikslam og slam fra små kloakkrenseanlegg. SFT har i sine retningslinjer for disponering av slam også med detaljerte regler vedrørende

lokalisering, utforming og drift av laguner i naturlige løsmasser. Forutsetningen her er at avvanningen kan skje både ved infiltrasjon av slamvannet i grunnen og ved fordamping fra overflaten. Dette stiller krav bl.a. til løsmassene i området, klimaforhold og ikke minst til skjerming mot bebyggelse, turområder osv. Et annet alternativ er å bygge opp «kunstige» laguner på tilkjørte løsmasser der hvor de opprinnelige grunnforholdene ikke er egnet for infiltrasjon. Det er ofte hensiktsmessig å plassere slamlaguner i nærheten av søppelfyllplasser, slik at det avvannede slammet (fjernes med hullastere e.l.) kan nyttes som toppdekke på fyllingen.

3.3.2 Container

Utstyret, som opprinnelig er utviklet for å avvanne septikslam, består av standard containere (autoflaksystemet) hvor det innvendig på de to langveggene er montert en filterduk som slamvannet kan dreneres ut gjennom og ledes til avløp. Det kan også monteres filterduk langs midtlinjen i containeren for å øke avvanningskapasiteten. Dette er nødvendig ved bruk til biologisk og kjemisk slam. Slammet må tilsettes polymer før innpumping i containeren. Det avvannede slammet fjernes fra bunnen av containeren ved å åpne en bakluke og tippe containeren i forkant.

For septikslam kan det oppnås TS-innhold i slamkaken på 15—18%, mens det for biologisk og kjemisk slam kan være vanskelig å oppnå en slamkake som ikke flyter utover ved lagring (>15% TS).

Avvanningscontaineren kan fås både som stasjonær og mobil enhet og er i første rekke aktuell for septikslam og slam fra små kloakkrensaneanlegg.

3.3.3 Sentrifuger

Ved sentrifugering av kloakkslam benyttes bare såkalte dekantersentrifuger. Dekantersentrifugen består av en horisontal sylinder som roterer med høy hastighet (1.000—3.000 omdreininger pr. minutt). Når slam pumpes inn i sentrifugen, slynges slampartiklene, som har den høyeste densiteten, ut mot sylinderveggen, mens slamvannet forblir i sentrum av sylinderen. I sylinderen finnes også en skrue som også roterer med høy hastighet. Skruens hastighet er dog litt forskjellig fra sylinderegens, slik at slammet ved sentrifugeperiferien sakte blir skrapet ut av sentrifugen. Slamvannet (rejektet) renner ut gjennom stillbare åpninger i sentrifugens ene ende.

For å oppnå tilfredsstillende kvalitet på slamvannet, må slammet tilsettes polymer før sentrifugeringen. Det er vanlig å oppnå et tørrstoffinnhold i slamkaken på 20—25%, avhengig av hvilken slamtype som avvannes.

3.3.4 Silbåndpresser

Det finnes en rekke silbåndpresser på markedet, og de er etterhvert blitt mer og mer kompliserte for å prøve å øke TS-innholdet i det avvannede slammet. Felles for de fleste er at slammet, som alltid er kondisjonert med polymer, blir matet ut på et langsomtgående bånd, hvor en stor del av vanninnholdet dreneres ut. Det delvis avvannede slammet kommer deretter inn i et pressparti hvor et tett bånd blir presset mot slammet på silbåndet, hvorved mer vann blir presset ut av slammet. Tilslutt passerer båndene, med slamkaken imellom, over valser med mindre og mindre diameter og ytterligere vann presses ut. Det kontinuerlige silbåndet spyles rent etter at slamkaken er skrapet av.

Tabell 2. Oversikt over slambehandlingsmetoder omtalt i artikkelen.

	<i>Behandlingsmetoder</i>	<i>Kommentarer</i>
STABILISERING	<ul style="list-style-type: none"> * Aerob stabilisering * Anaerob stabilisering * Kalkbehandling¹⁾ (lesket kalk tilsatt før slamavvanning) 	<p>} Gir en <i>permanent</i> luktreduksjon.</p> <p>Gir bare <i>midlertidig</i> luktreduksjon. Skaper luktproblemer under og etter mellomlagring.</p>
STABILISERING + HYGIENISERING	<ul style="list-style-type: none"> * Aerob, termofil stabilisering (våtkompostering) * Aerob, termofil forbehandling + anaerob stabilisering * Pasteurisering + anaerob stabilisering * Kompostering * Kalkbehandling (ulesket kalk tilsatt etter slamavvanning) * Termisk tørking * Bestråling + anaerob stabilisering 	<p>Meget aktuell metode, spesielt for små og mellomstore anlegg. Prefabrikasjon.</p> <p>Aktuell metode, etterhvert på relativt små anlegg (>10000 PE).</p> <p>Aktuell på litt større anlegg (>20000 PE).</p> <p>Varierende erfaringer i Norge, men relativt kostbar og usikker metode.</p> <p>Aktuell metode, men luktproblemer med slam fra ett av anleggene som bruker den.</p> <p>Lite aktuell metode i Norge dersom man ikke har tilgang på billig energi.</p> <p>Ikke aktuell i Norge p.g.a. generell motstand mot radioaktiv bestråling.</p>
AVVANNING	<ul style="list-style-type: none"> * Laguner * Container * Sentrifuger * Silbåndpresser * Kammerfilterpresser 	<p>} Aktuelt for små anlegg + septikslam</p> <p>} Gir vanligvis et TS-innhold i avvannet slam på 20—25%.</p> <p>Brukes for å oppnå et TS-innhold >30%.</p>

1) Slam som stammer fra kalkfellingsanlegg kan sammenlignes med kalkbehandlet slam (ulesket kalk). For slam fra felling med kalk og sjøvann er det foreløpig ingen erfaringer med hvor lenge kalkeffekten varer under mellomlagring.

Det er vanlig å regne at sentrifuger og silbåndpresser gir omtrent samme tørrstoffinnhold i slamkaken, selv om de silbåndpressene som bruker høyest trykk, kan levere en noe tørrere slamkake enn sentrifugene.

3.3.5 Kammerfilterpresser

En kammerfilterpresse består av flere parallellkoblede filterkamre, hvert utstyrt med filterduk. Slammet blir pumpet inn i filterkamrene hvor det settes under høyt trykk, hvorved vannet blir presset ut gjennom filterduken, og en slamkake blir tilbake i filterkam-

rene. Avvanningstiden er 3—6 timer. Etter avsluttet avvanningsperiode åpnes filterpressen, og slamkakene tas ut. Filterpressen er — i motsetning til de øvrige typer avvanningsutstyr — diskontinuerlig.

Slammet blir normalt kondisjonert med kalk + jernklorid. Dersom det benyttes jernklorid for kjemisk felling i anlegget, er det ikke nødvendig med ytterligere jernkloriddosering ved avvanningen.

Med filterpresse oppnår man ofte 30—40% tørrstoff i slamkaken, men en del av dette tørrstoffet tilsettes i form av kalk.

3.4 Oppsummering av slambehandlingsmetoder

I tabell 2 er det for oversiktens skyld laget en sammenstilling av de omtalte behandlingsmetoder.

Referanser

- U. S. Environmental Protection Agency (1979): «Process Design Manual for Sludge Treatment and Disposal», EPA-rapport 625/1-79-011, Cincinnati, U.S.A.
- Paulsrud, B. (1987): «Hygienisering av slam», Prosjektrapport 63/87. NTNFs Program for VAR-teknikk, Trondheim.
- Statens forurensningstilsyn (1982): «Retningslinjer for lagring og disponering av kloakkslam», TA-573.
- Svenska Vatten- och Avloppsverksförningen (VAV) (1984): «Slamhandtering vid kommunala avloppsreningsverk», VAV-publikasjon P51, Stockholm.