

Kompostering av råslam

Av Ove Molland

Ove Molland er cand.real. og ansatt som forskningsassistent ved Mikrobiologisk institutt, Norges Landbrukshøgskole.

Råslam fra kloakkrenseanlegg er vanligvis godt egnet for kompostering fordi det inneholder store mengder lett omsettbare stoffer.

Slammet inneholder nok bakterier og sopp til å få komposteringen i gang. Dersom en ønsker varmkompostering med hurtig nedbrytning må komposten isoleres, enten ved at den legges i store hauger, eller i isolerte binger, tromler e.l.

Det er sannsynlig at nedbrytningshastigheten i komposten er størst ved 55—60°C.

For å sikre nødvendig lufttilgang under komposteringen, må slammet enten avvannes mekanisk til et tørrstoffinnhold på 30% eller mer, eller blandes med bark, sagflis e.l. Tørt omsatt slam kan også brukes.

Ved renseanlegg der det brukes kalk i fellingsprosessen blir slammet mindre egnet for kompostering.

Utvikling av effektivt avvanningsutstyr som kan gi slam med tørrstoffinnhold på 30% eller mer, gjør det mulig å utvikle rasjonelle komposteringssystemer som kan legges til renseanlegget.

En vellykket kompost karakteriseres ved at den er stabil og jordlignende, har en god hygienisk kvalitet og at den kan brukes eller lagres uten luktproblemer.

RÅSLAM SOM PROBLEMAV FALL

Råslam er betegnelsen på slam fra kloakkrenseanlegg som ikke har gjennomgått noen form for stabilisering eller hygienisering. Råslammet representerer et problemavfall fordi:

- det er biologisk ustabil, dvs. det inneholder organiske stoffer som lett kan brytes ned f.eks. ved forråtnelse under anaerobe forhold,
- det kan inneholde sykdomsfremkallende mikroorganismer og parasitter,
- det lukter ubehagelig,
- det har et høyt vanninnhold
- avvannet (sentrifugert) slam har en leiraktig konsistens og er vanskelig å behandle mekanisk,
- det produseres ofte i store mengder og i tettsteder, noe som vanskeliggjør disponeringen av det.

Det finnes i dag flere metoder for å stabilisere og hygienisere kloakkslam. De mest brukte metodene er anaerob stabilisering, aerob stabilisering og kalkbehandling. Disse metodene krever imidlertid til dels komplisert teknisk utstyr og gir ikke et slam som *både* er tilfredsstillende sta-

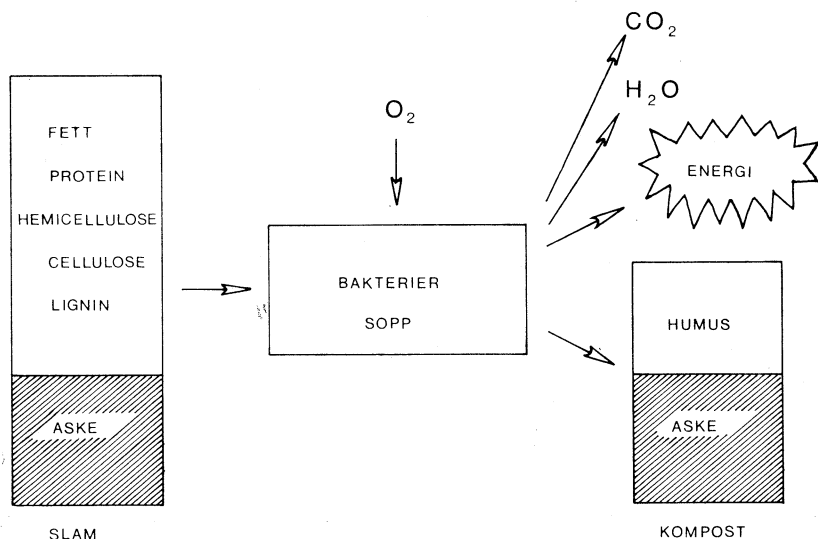
bilisert og hygienisert. En fjerde metode for slambehandling er kompostering. Dette er en behandlingsmåte som gir både et stabilt og hygienisk produkt; kompost.

HVA ER KOMPOSTERING?

Kompostering er en prosess hvor organiske stoffer i avfallet brytes ned ved hjelp av mikroorganismer som bakterier og sopp (figur 1). Nedbrytningen er aerob,

dvs. den krever oksygen. Nedbrytningsproduktene er i hovedsak karbondioksyd og vann. Dessuten produseres det energi (varme). Pga. varmeproduksjonen skjer det en temperaturheving og nedbrytningen foregår som oftest i det termofile temperaturområdet dvs. ved temperaturer over ca. 45°C. (1, 2).

Komposteringsprosessen kan illustreres med resultater fra et laboratorieforsøk hvor aluminiumsfelt råslam (Kambo ren-



Figur 1. Nedbrytning av organisk materiale under kompostering av råslam.

seanlegg, Moss) ble kompostert (3) (figur 2). Slammet var avvannet i sentrifuge og lufttørket til 30% tørrstoff. Det ble plassert i en 60 liter isolert komposteringsbeholder og blåst luft gjennom. Nedbrytningshastigheten ($\text{mg C g}^{-3} \text{t}^{-1}$) viste en markert topp de fire første dagene. Denne skyldtes nedbrytning av de lettest nedbrytbare stoffene, i første rekke fett. Både

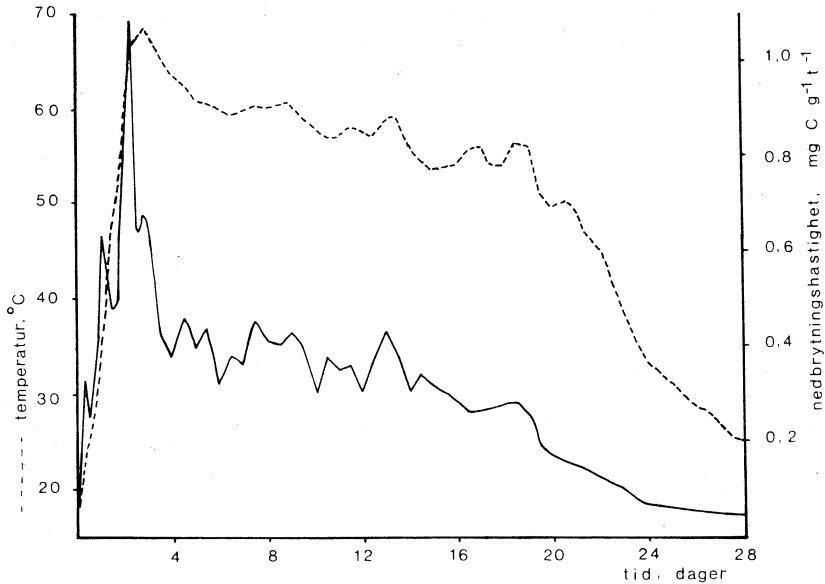
fordi fett har ett høyt energiinnhold og nedbrytningen var hurtig, var varmeproduksjonen stor. Siden kompostbeholderen var isolert, steg temperaturen i slammet. På det hurtigste økte temperaturen med 1,9°C pr. time. Etter 3 døgn nådde temperaturen et maksimum med 70°C. Fra 4 til 20 dager etter forsøkets start var det i hovedsak hemicellulose og cellulose som

ble nedbrudt. Disse er tyngre nedbrytbare og ga derfor lavere nedbrytningshastighet. Dessuten er energiinnholdet i cellulose bare ca. halvparten av fett. Varmeproduksjonen ble derfor mindre og temperaturen sank sakte til 55°C.

Etter 20 dagers kompostering var det meste av de lett nedbrytbare stoffene

brukt opp, og nedbrytningshastigheten og dermed temperaturen sank ytterligere.

Varmemengden som produseres ved komposteringen tapes i hovedsak som stråling til omgivelsene og fordampning av vann. I et effektivt komposteringssystem vil opptil 70% av vannet i slammet fordampe. Både på grunn av vannavdamp



Figur 2. Nedbrytningshastighet (—) og temperatur (---) i laboratorieforsøk med kompostering av aluminiumsfelt råslam. Det sentrifugerte slammet ble lufttørket til 30% tørrstoff, plassert i en 60 l isolert komposteringsbeholder og blåst luft gjennom.

og reduksjon i tørrstoff ble vekten og volumet av slammet redusert. Dette er illustrert i tabell I (3).

Tabell I.

Reduksjon i vekt og volum ved kompostering av råslam fra Kambo renseanlegg (Tørrstoff er beregnet i % av våt vekt og organisk stoff av tørrstoff).

	Slam	Kompost
Tørrstoff %	30,8	43,4
Organisk stoff ^a %	70,4	62,0
Vekt, kg	33,9	18,8
derav: tørrstoff, kg	10,4	8,2
vann, kg	23,5	10,6
Volum, l	49,9	30,5
aglødeta		

Den maksimale temperaturen som oppnås er en funksjon av varmeproduksjon (nedbrytningshastighet) og varmetap. I en godt isolert kompost (f.eks. en stor haug) med en liten vannavdamp, kan en oppnå høye temperaturer selv om nedbrytningshastigheten er lav. På den andre siden kan nedbrytningen være hurtig ved lavere temperaturer dersom vannavdampingen er høy. Temperaturen kan derfor ikke ukritisk brukes som et mål for komposteringshastigheten. Nedbrytningshastigheten øker med stigende temperatur. Imidlertid reduseres antall arter av mikroorganismer. Kommer en opp i ekstreme temperaturer, f.eks. over 70°C, vil det sannsynligvis bare være en bakterieart som er aktiv. Denne vil bare kunne bryte ned en eller noen få organiske stoffgrupper. Ved lavere temperaturer vil en derfor totalt kunne ha hurtigere nedbrytning fordi det er flere arter mikroorganismer til stede som samlet kan bryte ned flere stoffgrupper. Sannsynligvis er nedbrytningshastigheten størst ved 55–60°C.

FORUTSETNINGER FOR KOMPOSTERING AV RÅSLAM

Det er i det minste fem faktorer som avgjør om råslammet lar seg kompostere:

- innhold av organisk materiale
- innhold av mikroorganismer
- varmeisolering
- lufttilgang
- pH.

Innhold av organisk materiale

Innholdet av organisk materiale i råslam varierer fra renseanlegg til renseanlegg, først og fremst etter hvilken fellingsmetode som brukes. Tabell II viser noen karakteristika for aluminiumsulfatfelt slam

(Kambo renseanlegg, Moss). Slammet inneholder store mengder lett omsettbare stoffer, i første rekke fett og proteiner, og er godt egnet for kompostering.

Tabell II.

Sammensetning av aluminiumsulfat råslam (mekanisk-kjemisk) fra Kambo renseanlegg (Moss). Tallene er oppgitt i % av tørrstoff.

Organisk stoff ^a	70
Total karbon	39
Total nitrogen	2,7
C/N ^b	14
Fett ^c	17
Hemicellulose	11
Cellulose	18
Protein	14
pH	6,7

aglødeta^a ^bforhold mellom totalt karbon og nitrogen ^cbenzen ekstraherbart materiale.

Slammet har et C/N forhold (forhold mellom karbon og nitrogen) på 14, dvs. det er et overskudd av nitrogen i forhold til karbon. Dette betyr neppe noe for nedbrytningshastigheten, men en risikerer å tape noe nitrogen som ammoniakk.

Innhold av mikroorganismer

I råslammet er det opptil en milliard bakterier pr. gram, fordelt på et stort antall arter. Blant disse finnes også de termofile bakteriene (vokser ved temperaturer over 50°C) som er aktive under komposteringen. Det er derfor ikke nødvendig å tilføre mikroorganismer til slammet for å få komposteringen i gang.

Varmeisolering

Hvis slammet legges utover i et tynt lag på bakken tapes varmen fra komposteringen hurtig til omgivelsene. Vi får da en

kald kompostering. Dersom en ønsker en varm kompostering må slammet enten samles i større hauger hvor den ytre delen av haugen virker isolerende, eller plasseres i binger, tromler e.l. som er isolerte.

pH

Ved noen rensesanlegg brukes kalk (kalsiumhydroksyd) i fellingsprosessen eller som kondisjoneringmiddel før avvanning f.eks. i kammerfilterpresser. Kalken har to uheldige konsekvenser for kompostbarheten av slammet. For det første øker pH så mye at mikroorganismene enten drepes eller inaktiveres ($\text{pH} > \text{ca. } 9$). For det andre senkes det relative innholdet av organisk materiale; en tynner det ut med kalk. Dermed blir energiproduksjonen pr. gram slam mindre. Selv om pH i kalkbehandlet slam etter en tid synker og en kan få en viss temperaturheving vil komposteringen bli lite effektiv. Kalkbehandlet slam er derfor lite egnet for kompostering.

Oksygen

Luftens oksygen er en absolutt nødvendighet for komposteringsprosessen. *Dette er det største problemet når det gjelder kompostering av råslam.* Vanligvis blir slammet avvannet i sentrifuger til et tørrstoffinnhold på 20—25%. Slammet er da plastisk og likner våt blåleire. Å få luft inn i en slik masse er så godt som umulig. For å få komposteringen i gang må tørrstoffinnholdet heves ytterligere for å få en porøs, luftgjennomtrengelig masse.

SIKRING AV LUFTTILGANGEN

Tørrstoffinnholdet i slammet kan økes på to måter: enten ved en mekanisk avvanning som gir et høyere tørrstoffinnhold

eller ved innblanding av et tørt materiale.

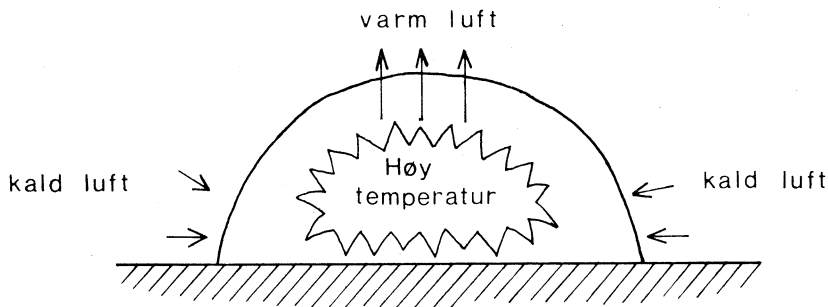
Det skjer i dag en rivende utvikling når det gjelder avvanningsutstyr (kammerfilterpresser og silbåndpresser) som *kan* gi et tørrstoffinnhold fra i underkant av 30% og høyere. Slam fra slike presser vil være så porøst at komposteringen starter spontant (under forutsetning av at det ikke er kondisjonert med for store kalkmengder). Dette gir muligheter for å utvikle rasjonelle komposteringssystemer som eventuelt kan legges til rensesanlegget. Det foregår i dag et intenst forskningsarbeid for å utvikle slike komposteringssystemer.

En utbredt metode for å øke tørrstoffinnholdet og forbedre strukturen i slammet er å blande inn bark, sagflis o.l. Et annet (og billigere) innblandingmateriale er tørt, omsatt slam. Frilandskomposteringsmetoden, som er beskrevet i en annen artikkel, benytter seg av slik innblanding. For at metoden skal fungere er det avgjørende at det blandes inn tilstrekkelige mengder tørt slam til å heve det gjennomsnittlige tørrstoffinnholdet over ca. 30%.

I en haug skjer lufttilførselen ved den såkalte «skorsteinseffekten» (figur 3). P.g.a. den høye temperaturen inne i haugen varmes luften opp og stiger til værs samtidig som tilsvarende mengder kald luft suges inn fra sidene. Dette forutsetter en porøs struktur som tillater hurtig transport av luft. Ved frilandskompostering skiftes luftvolumet i haugen ut 1—2 ganger pr. time. Dersom tørrstoffinnholdet er for lavt (under ca. 30%) blir slammet kompakt. Selv om en også da kan få en viss temperaturheving vil komposteringen ta lang tid og en risikerer luktproblemer. Lufttilgangen kan også økes ved å blåse luft inn i slammet. Fordelen

med dette er at en har bedre kontroll med komposteringen og kan øke nedbrytningshastigheten og vannavdampingen be-

tydelig. Luftinnblåsing vil først og fremst være aktuelt når en har slam som komposterer spontant.



Figur 3. Luftstrømming i komposthaug; skorsteinseffekt.

FERDIG KOMPOST

Tiden komposteringen tar varierer med komposteringsmåten. Ved frilandskompostering varer temperaturhevingen 2—3 måneder, avhengig bl.a. av størrelsen på haugen. Deretter synker temperaturen og den såkalte «modningsprosessen» starter. I denne fasen skjer det en sakte nedbrytning av organisk materiale, oppbygging av humusstoffer og oksydasjon av ammoniakk til nitrat. Komposten blir etter hvert jordliknende.

Det er vanskelig klart å definere når

en kompost er «ferdig», fordi det stadig vil skje biologiske prosesser i den. Når varmkomposteringsfasen er ferdig, er imidlertid komposten så stabil at den kan brukes eller lagres uten luktproblemer. Som et mål på om komposten er tilstrekkelig stabilisert, kan en bruke reduksjon i organisk materiale (glødetap) (6). Under komposteringen vil innholdet av organisk stoff i kjemisk felt råslam omtrent halveres. Om en definerer komposteringsgraden til 100% når det organiske materialet er halvert er:

$$\text{Komposteringsgrad, \%} = \frac{A_k - A_s}{A_k \times O_s} \times 2 \times 10^4 \%$$

der: A_s er % aske av tørrstoffet i slammet

A_k er % aske av tørrstoffet i komposten

O_s er % glødetap (100 — % aske) av tørrstoffet i slammet.

Askeprosenten måles ved å gløde ca. 2 g tørrstoff (tørket ved 105°C) ved 500—600°C i 2 timer. For å få en riktig måling er det viktig å få en representativ prøve av komposten, unngå å få blandet

inn jord o.l. og at tørrstoffet ikke har absorbert vann.

Komposteringsgraden må bare betraktes som veiledende idet slam fra forskjellige renseanlegg vil inneholde varierende mengder lett nedbrytbare organiske stoffer. Ofte vil en derfor kunne finne at komposten er tilstrekkelig stabilisert for lagring uten luktproblemer ved f.eks. 80% stabiliseringsgrad.

En vellykket kompost karakteriseres ved at den er:

- stabilisert
- hygienisert
- uten generende lukt
- redusert opptil 70% i vekt
- fri for ugrasfrø
- lett å behandle.

REFERANSER

1. *Finnstein, M. S. and M. L. Morris.*: Microbiology of municipal solid waste composting. Adv. in appl. microbiol. 1975, 19, 113—151.
2. *Poincelot, P.*: Biochemistry and methodology of composting. Connecticut Agr. Ex. Stat., bull 272, 1972, 38 s.
3. *Molland, O.*: Composting of raw sewage sludge. European symposium on characterization, treatment and use of sewage sludge. 1979, 7 s.
4. *Hovsenius, G. og G. Egenvall.*: Metod för samkompostering av slam och torravfall STU-rapport 73—514 U. 35 s.
5. *Molland, O.*: *Kompostering av råslam. I: Kloakkslam behandling og bruk.* Landbruksforlaget, 1978, 20—28.
6. *Schulze, K. L.* Continuous thermophilic composting. Appl. microbiol, 1962, 10, 108—121.