



Alternativ slamdisponering i Østfold



Fylkesmannen i Østfold

Miljøvern

POSTADRESSE: STATENS HUS, POSTBOKS 325, 1502 MOSS
TLF: 69 24 71 00

Dato:	30. januar 1997
Rapport nr:	1/97
ISBN nr:	82-7395-123-5

Rapportens tittel:

Alternativ slamdisponering i Østfold

Forfatter(e):

Kjell Terje Nedland, Aquateam - Norsk Vannteknologisk senter A/S

Oppdragsgiver:

Fylkesmannen i Østfold, miljøvernavdelingen

Kontaktperson: Marit Grimsrud/Aase Richter

Ekstrakt:

I enkelte kommuner i Østfold har det vært problemer med avsetningen av slam til jordbruket. Fylkesmannens miljøvernavdeling har derfor fått utarbeidet en rapport der alternativer til bruk av slam i jordbruket blir vurdert.

Rapporten konkluderer med at man fortsatt bør satse på landbruket som viktigste mottaker av slam. Det bør settes inn større ressurser for å få bøndene til å bruke slam, f.eks. ved at slamprodusentene ansetter en agronom for å bistå dem til å få en best mulig utnyttelse av slammet.

Rapporten viser at inntil 7.000 m³ avvannet slam pr. år kan brukes på veier og parkanlegg og inntil 5.000 m³ avvannet slam kan brukes til markoppbygging av ødelagt land. Da står man igjen med en rest på minst 14.000 m³ pr. år. Bruksområder som slambasert jord til bruk i private hager, gartnerier og skogbruk har blitt vurdert. Likeså reduksjon av slammengdene ved andre former for slambehandling som hydrolyse av slammet og resirkulering av fellingskjemikalier. Forbrenning av slammet har også blitt vurdert i forhold til eksisterende forbrenningsanlegg i Østfold. Dette vil koste minst 4-500 kr/tonn.

4 emneord:

Slamdisponering, bruk på grøntanlegg, hydrolyse, forbrenning

FORORD

I et langsiktig perspektiv er gjenvinning av slam og tilbakeføring av verdifulle gjødselstoffer til dyrket mark en grunnleggende forutsetning for et bærekraftig landbruk. Østfold har dessuten store kornarealer med moldfattig leirjord der slamgjødsel har stor effekt som jordforbedringsmiddel. Fylkesmannens miljøvernavdeling er derfor opptatt av å fremme bruken av slam i jordbruket.

Det er etablert systematiske og sikre kontrollrutiner for å hindre at slam som er forurenset av tungmetaller skal tilføres landbruksarealer. Kontrollen med industripåslipp er blitt bedre. Analyseresultatene viser at tungmetallverdiene i slammet ligger godt under gjeldende grenseverdier, og at slammet blir stadig renere.

Til tross for dette - og et stadig strengere regelverk - registrerer vi en økende skepsis blant bøndene til å benytte slam som ressurs. Når landbruksnæringen ikke bidrar til at de verdifulle stoffene i slammet tilbakeføres i kretsløpet får dette alvorlige konsekvenser for slamprodusentene/kommunene og samfunnet.

For å belyse konsekvensene har miljøvernavdelingen bedt Aquateam A/S om å utrede alternative bruksområder for bruk av slam i Østfold. Aquateam konkluderer med at jordbruket fortsatt fremstår som den viktigste bruker av slam i fremtiden, men at bruk av slam på ulike typer grøntanlegg kan være et viktig supplement for en del av slamproduksjonen.

Det er også sett på mulighetene for å forbrenne slammet. Dersom landbruket ikke tar sin del av ansvaret for at slammets næringsstoffer tilbakeføres til kretsløpet, kan forbrenning tvinge seg frem som en kostbar nødløsning som helt bryter med kretsløpstankegangen.

Slamprodusentene oppfordres til å øke innsatsen for å markedsføre bruk av slam i jordbruket. Forslaget om i fellesskap å ansette en landbrukskyndig fagmedarbeider til å ta seg av kontakten og samarbeidet med landbruket synes meget interessant.

Miljøvernavdelingen oppfordrer landbruksnæringen og landbruksforvaltningen til å se på gjenvinning av slam som en naturlig forutsetning for et bærekraftig landbruk og begrepet «Godt Norsk».

Moss 18. februar 1997


Per Arild Simonsen
seksjonsleder

Alternativ slamdisponering i Østfold

Aquateam - Norsk vannteknologisk senter A/S

Rapport nr: 96-104
Prosjekt nr: 96044

Prosjektleder: Siv.ing. Kjell Terje Nedland
Medarbeider: Siv.ing. Bjarne Paulsrud

aquateam RAPPORT

Postboks 6326 Etterstad
0604 Oslo
Telefon: (02) 67 93 10
Telefax: (02) 67 20 12

Rapportnummer: 96-104
Tilgjengelighet: Åpen

ISBN nr.:

Rapportens tittel	Dato
Alternativ slamdisponering i Østfold	27.01.97
	Antall sider og bilag
	30
Forfatter(e) Sign.	Ansv.sign.
Kjell Terje Nedland Kjell Terje Nedland	Bjarne Paulsrud
	Prosjektnummer
	O-96044

Oppdragsgiver	Oppdr.givers ref.
Fylkesmannen i Østfold, Miljøvernkv.	Marit Grimsrud

Ekstrakt
<p>Det har vært problemer med avsetningen av slam i jordbruket i enkelte kommuner/regioner i Østfold. Fylkesmannens miljøvernkv. har derfor bedt om en vurdering av alternativer til bruk av slam i jordbruket. Denne rapporten konkluderer med at man bør satse større ressurser på å få bøndene til å ta imot slammet, f.eks. ved å ansette en agrom som kan bistå dem med å få best mulig utnyttelse av slam fra renseanleggene.</p> <p>Dersom ikke jordbruket vil ta imot slammet, kan man bruke inntil 7.000 m³ avvannet slam pr. år på veianlegg og parkanlegg, og inntil 5.000 m³ avvannet slam på markoppbygging av ødelagt land. Likevel vil man stå igjen med minst 14.000 m³ pr. år som ikke kan benyttes dersom man ikke får bruke slambasert jord i private hager, gartnerier eller skogbruk. Hydrolyse av slammet med bruk av hydrolysat som karbonkilde, og resirkulering av felingskjemikalier, vil kunne redusere slammengdene noe på større renseanlegg. Hvor mye slammengdene kan reduseres, og under hvilke forutsetninger prosessene er lønnsomme, vet vi foreløpig ikke nok om.</p> <p>Det er mulig å forbrenne restslammet på FREVARs eller Saugbrugsforeningens forbrenningsanlegg, dersom SFT tillater dette. FREVAR har brukt opp kapasiteten på forbrenningsanlegget, men ved kapasitetsøkning eller frigjøring av våtorganisk avfall vil mottak av slam være mulig til en pris av kr 400-500 pr. tonn slam. Prisen vil bli omtrent den samme hvis man bygger et eget forbrenningsanlegg for slammet, mens man må bygge et tørkeanlegg for slammet dersom man skal levere dette til forbrenningsanlegget til Saugbrugsforeningen.</p>

Stikkord - norsk

Stikkord - engelsk

~Slamdisponering	~Sludge disposal
~Bruk på grøntanlegg	~Use on green fields
~Hydrolyse	~Hydrolysis
~Forbrenning	~Incineration

Innholdsfortegnelse

1 Sammenheng og anbefalinger	5
2 Innledning	8
3 Bruk av ublandet slam på grøntarealer	9
3.1 Krav til slamproduktet og utleggingen	9
3.2 Potensiale for bruk av ublandet slam på grøntområder	10
3.3 Eksempler på bruk av ublandet slam på grøntarealer i Østfold	10
3.3.1 Bruk av hygienisert og anaerobt stabilisert slam på grøntområder i Moss kommune	10
3.4 Hva kreves av anleggseiere for å få benyttet mer slam på dette området?	10
4 Bruk av slam i vekstjordblandinger	11
4.1 Krav til slammet og vekstjordproduktet	11
4.2 Potensiale for bruk av slam i vekstjordblandinger i Østfold	12
4.3 Eksempler på bruk av slam i vekstjordblandinger i Østfold og Akershus	13
4.3.1 Demonstrasjonsfelter ved Alvim og Øra renseanlegg	13
4.3.2 Bruk av hygienisert og anaerobt stabilisert slam til vekstjordblanding langs ny riksvei i Fredrikstad	14
4.3.3 Bruk av hygienisert og anaerobt stabilisert slam til vekstjordblandinger i Sarpsborg	14
4.3.4 Bruk av hygienisert og anaerobt stabilisert slam til vekstjordblanding i Moss kommune	15
4.3.5 Lagring av hygienisert og anaerobt stabilisert slam og knust kvist for bruk i vekstjordblandinger i Akershus	15
4.4 Hva kreves av anleggseiere for å få benyttet mer slam på dette området	16
5 Bruk av slam i gartnerprodukter	18
6 Bruk av slam til markoppbygging	19
6.1 Hva er markoppbygging?	19
6.2 Krav til slamproduktet og utleggingen	19
6.3 Potensiale for bruk av slam til markoppbygging i Østfold	19
6.4 Eksempler på bruk av slam til markoppbygging i Norge	20
6.4.1 Bruk av slam i pukkverk og grustak	20
6.4.2 Bruk av slam til å revegetere et område ødelagt av industriutslipp	21
7 Bruk av slam som karbonkilde i nitrogenrensetrinn, og reduserte slammengder ved resirkulering av fellingskjemikalie	23
7.1 Bruk av slam som karbonkilde i nitrogenrensetrinn	23

7.2 Reduserte slammengder ved resirkulering av fellingskjemikalier?	24
8 Destruksjon av organisk stoff i slam, og deponering av asken	25
8.1 Forbrenning i eksisterende forbrenningsanlegg i Østfold	25
8.1.1 FREVAR avfallsforbrenningsanlegg, Fredrikstad	26
8.1.2 Norske Skog, Saugbrugsforeningen, Halden	26
8.1.3 Borregaard Industries Ltd., Sarpsborg	27
8.2 Forbrenning i eget forbrenningsanlegg	27
9 Ytterligere innsats for å øke bruken av slam i jordbruket	29
10 Referanser	30

1 Sammendrag og anbefalinger

Det har i den siste tiden vært problemer med å få bøndene i enkelte områder av Østfold til å ta imot slam fra renseanleggene. Fylkesmannens miljøvernnavdeling er bekymret over denne utviklingen, og har bedt Aquateam om å se på hvilke alternative muligheter som finnes til bruk av slam i jordbruket.

Vi vil anbefale anleggseierne å ikke gi opp jordbruket fordi om man møter en viss motstand mot bruk av slam i bondeorganisasjonene og blant en del bønder. Vi tror at det fremdeles vil kunne være mulig å finne tilstrekkelig antall kornbønder som er villige til å ta imot slam. Tross alt dreier det seg ikke om mer enn 7% av kornarealene i fylket som skal til for å kunne spre alt slammet fra renseanleggene i fylket. Vi anbefaler derfor anleggseierne å ansette en fagperson (agronom) som kun har til oppgave å ha kontakt med bønder, hjelpe dem med utfylling av søknader og med spredning av slam. Denne personen kan f.eks. være felles for flere renseanlegg, og fylkesmannens miljøvernnavdeling kan forsøke å få anleggseiere til å spleise på en slik stilling.

Tross alt er det resirkulering til jordbruket som er det mest bærekraftige alternativet, idet man da får gjenbrukt næringsstoffene i slammet, og kan redusere bruken av begrensede fosforressurser fra kunstgjødsel til dette formålet. Det burde være i alles interesse at man får nyttiggjort næringsstoffene i slammet i et kretsløp istedenfor at de skal forurense vassdragene våre.

Dersom man skal bruke slam på andre områder enn i jordbruket, vil dette koste mer enn bruk i jordbruket, og kreve større innsats fra anleggseierne for å få avsetning på alt slammet. Ut fra de undersøkelsene vi har gjort i denne utredningen og "Slamplan for Østfold" (Nedland, 1995) kan man heller ikke forvente å få avsetning for alt slammet utenfor jordbruket.

Det mest interessante feltet å satse på utenom jordbruket, er grøntarealer. Her er det flere muligheter. Man kan legge 5 cm godt omdannet slam eller kompost oppå de stedlige masser, og blande dette med jorda på stedet, eller man kan lage en vekstjordblanding av slam, sand og andre materialer. Et slikt produkt kan inneholde inntil 30 volumprosent slam, og produktet skal godkjennes av Landbrukstilsynet. Dette tilsynet vil kunne godkjenne slamproduktet til bruk på f.eks. grøntarealer, men ikke på arealer som kan brukes til matproduksjon. Private hager kan brukes til matproduksjon, og Landbrukstilsynet er derfor restriktive til bruk av slike produkter i private hager.

På grøntarealsektoren regner vi med at man kan bruke inntil 7.000 m³ avvannet slam/kompost pr. år. Bruk i private hager er da holdt utenom. Det er først og fremst vegvesenet og kommunenes parketater som vil kunne bruke dette slammet. I tillegg kan man bruke maksimalt 5.000 m³ avvannet slam/kompost pr. år til dekkmasse i nedlagte massetak i fylket. Totalt utgjør potensialet på grøntanleggssektoren maksimalt 12.000 m³ utenom private hager, og dette er ca. 45% av fremtidig slamproduksjon i Østfold. Imidlertid må man regne med en hard konkurranse fra andre vekstjordprodukter og kompostert våtorganisk avfall. Det er derfor urealistisk å regne med at mer enn ca. 1/3 av slammet kan brukes på grøntområder dersom man ikke får bruke det i private hager.

Skal man satse på grøntarealer, bør anleggeierne skaffe seg samarbeidspartnere som har de nødvendige kunnskaper om vekstjordproduksjon. Dette kan være en lokal anleggsgartner, et massetak eller det kommunale parkvesenet. Man bør inngå avtale om levering av et fast kvantum slam årlig, og overlate blandingen og omsetningen av produktet til samarbeidspartneren. Alvim renseanlegg har avtale både med en lokal anleggsgartner og med

parketaten om mottak av slam til bruk på grøntarealer, og man håper også å få en avtale med vegvesenet.

Allerede i dag har flere store renseanlegg i Østfold begynt å bruke slammet sitt på grøntarealer, og i år har man brukt ca. 4.300 m³ avvannet slam på denne sektoren. Hygienisert og anaerobt stabilisert slam som skal brukes på grøntarealer, må lagres i noen måneder, og helst vendes et par ganger, for å få en oppsmuldret og jordlignende struktur. Godt om-dannet kompost kan blandes direkte i et jordharpeverk eller legges ut direkte på grøntområ-det etter sålding.

Det er antakelig lite å hente på å bruke slam i gartnerprodukter som ferdigplen, prydbusker eller frøplanter. Det vil gå med såpass små mengder slam til slike bruksområder, og man vil kunne komme i konflikt med slamforskriftens bestemmelse om at man ikke kan bruke slam i gartnerier. Det kan kanskje være mulig for noen anlegg å få en viss avsetning ved samarbeid med en planteskole, men i den store sammenhengen blir dette snakk om små mengder slam. Det er ikke lov å bruke slam i skogbruket, så her er det ikke avsetningsmu-ligheter for slam.

Bruk av deler av slammet til karbonkilde ved etterdenitrifikasjon på de store renseanlegge-ne, er en mulig vei å gå for å redusere slamproduksjonen. Slammet må da hydrolyseres, og man kan forvente å ta ut ca. 10% mer tørrstoff ved økt nedbrytning av organisk stoff i slammet ved hydrolysering enn ved bare anaerob stabilisering. Hvorvidt man skal bruke denne delen av slammet til karbonkilde eller til økt gassproduksjon i stabiliseringen, kan diskuteres. Forsøk med bruk av slam som karbonkilde har vist at man kanskje må felle ut noe ammonium fra hydrolysaten for å unngå å overskride utslippstillatelsen, fordi slammet inneholder litt for mye nitrogen i forhold til karbon. Det vil kunne være mer lønnsomt å bru-ke hydrolysert våtorganisk avfall til karbonkilde, da dette inneholder mindre nitrogen i for-hold til karbon.

Dersom man skal hydrolysere slammet, kan man også tilsette svovelsyre til avvannet slam og resirkulere en del av fellingskjemikaliene. Ved forsøk på HIAS oppnådde man i en kort periode kraftig reduksjon i slammengdene ved slik resirkulering, men man fikk visse proble-mer med å overholde utslippskravene. Det er derfor for tidlig å si om dette er en måte å re-dusere slammengdene på, som vil kunne lønne seg. Det vil bli gjort mer kontrollerbare for-søk på HIAS senere, som forhåpentligvis kan gi oss bedre kunnskaper på dette feltet.

Med bruk av maksimalt 12.000 m³ avvannet slam pr. år på grøntarealer vil man stå igjen med minst 15.000 m³ slam pr. år, dersom jordbruket ikke vil ta imot, og man heller ikke får levere slambasert vekstjord til private hageeiere. Det er forbud mot å deponere slam på fyllplasser, og det gjenstår da å forbrenne slammet, eller destruere det organiske stoffet på annen måte (f.eks. pyrolyse eller våtoksidasjon). Bergen kommune har fått avslag fra SFT på å forbrenne slammet sitt i det nye avfallsforbrenningsanlegget, så det er usikkert om denne løsningen er reell. Hvis man likevel skulle få tillatelse til forbrenning av slammet i Østfold, er det i dag tre forbrenningsanlegg som kan ta imot dette slammet: FREVARs av-fallsforbrenningsanlegg i Fredrikstad, Saugbrugsforeningen i Halden og Borregaard Indu-stries i Sarpsborg.

Borregaard har utnyttet kapasiteten fullt ut, og det samme har i utgangspunktet FREVAR, men her kan man få større kapasitet hvis våtorganisk avfall skal sorteres ut av avfallet, eller hvis anlegget blir utvidet med en tredje ovn (dette er under utredning). Man vil da måtte betale kr 400 - 500 pr. tonn slam pluss transportkostnader for å få levert slammet på FRE-VAR. Dersom man skal forbrenne avfallet i forbrenningsanlegget til Saugbrugsforeningen, vil slammet måtte tørkes til ca. 60% tørrstoff fordi man ikke har kapasitet til å ta imot mer avvannet slam enn det man har selv i forbrenningsprosessen. Et tørkeanlegg for slammet

vil være en stor investering, og det kan også tenkes at man ville få krav om mer avansert røygassrensing enn i dag på forbrenningsanlegget dersom det skulle ta imot slam.

Dersom man skulle investere i et eget forbrenningsanlegg for ca. 15.000 m³ avvannet slam i Østfold, ville dette koste i størrelsesorden 50 mill. kr, og ha årskostnader på ca. 6,7 mill. kr. Dette tilsvarer omtrent samme kostnad pr. tonn avvannet slam som ved levering til forbrenningsanlegget til FREVAR. Våtoksidasjon eller pyrolyse av slammet vil koste tilsvarende beløp. Konklusjonen er derfor at det ikke finnes noen lettvinde løsninger for å få avsetning på slammet dersom man ikke får jordbruket til å ta imot det. Vi vil derfor anbefale anleggseierne å satse så mye på jordbruket og grøntarealsektoren at man unngår å måtte bruke masse penger på å forbrenne slammet.

2 Innledning

Det ble produsert 24.200 m³ avvannet slam på kommunale og interkommunale renseanlegg i Østfold i 1995, og mengdene er forventet å øke til ca. 26.700 m³ i år 2003. I 1993 ble 66,5% av slammene brukt i jordbruket, men man har de siste årene hatt visse problemer med å få bøndene til å ta imot slammene fra renseanleggene i fylket. I 1995 ble bare 24% av slammene brukt i jordbruket, og 39% gikk på lager. I 1996 ble imidlertid mye av det lagrede slammene brukt på Rv. 109. Utviklingen i jordbruket er likevel bekymringsfull, og fylkesmannens miljøvernavdeling ønsket derfor å få en oversikt over andre muligheter enn disponering i jordbruket. Aquateam - Norsk vannteknologisk senter A/S ble derfor engasjert til å beskrive alternative disponeringsmåter og hvilket potensiale disse har. Prosjektets mål er å foreslå konkrete alternativer til bruk av slam i jordbruket, og rapporten beskriver de mest aktuelle mulighetene i Østfold.

Gjennom arbeidet med prosjektet "Bruk av slam på andre områder enn jordbruket" som er et spleiseprojekt mellom SFT, NORVAR og 12 renseanleggseiere, har Aquateam bl.a. gjennomført et litteraturstudie om alternativ slambruk i andre land, og undersøkt hvilke erfaringer som er gjort på dette området i Norge. Rapporten fra dette NORVAR-prosjektet vil foreligge ved våren 1997, og der vil det også bli laget maler for hvordan man kan sette i gang prøveprosjekter innenfor de mest interessante bruksområdene. Vi har tatt med de viktigste erfaringene fra NORVAR-prosjektet her, og konsentrert oss om å beskrive de fire mest interessante bruksområdene innen grøntarealsektoren:

- Bruk av ublandet slam på grøntarealer
- Bruk av slam i vekstjordblandinger
- Bruk av slam i gartnerprodukter
- Bruk av slam til markoppbygging

Vi har ikke tatt med bruk av slam i skogbruket, ettersom dette ikke er tillatt i henhold til slamforskriften. I tillegg til de fire punktene over har vi beskrevet muligheten for å bruke noe slam til karbonkilde ved nitrogenrensing og til resirkulering av fellingskjemikalier på de største renseanleggene, samt forbrenning eller våtoksidasjon av slam.

3 Bruk av ublandet slam på grøntarealer

3.1 Krav til slamproduktet og utleggingen

I "Forskrift om avløpsslam" (slamforskriften) §11 står det om bruk av ublandet slam på grøntarealer: "Ved bruk av ublandet slam på grøntarealer skal slammet være godt omsatt, opptørket og smuldre lett. Det skal legges ut i lag på maksimalt 5 cm tykkelse og blandes inn i jorda på bruksstedet. Ved bruk av slam som toppdekke på avfallsfyllinger skal dekk-sjiktet maksimalt være 15 cm slam. I private hager, parker, lekeareal o.l. må slam bare brukes som en del av et dyrkingsmedium."

At slammet skal være "godt omsatt, opptørket og smuldre lett" betyr at man ikke kan bruke anaerobt stabilisert slam direkte fra renseanlegget. Dette er seigt og klinete og må lagres i minst tre måneder, helst med et par vendinger, før det er godt nok opptørket. Kompost og tørket slam er imidlertid normalt godt egnet for grøntområder. Imidlertid skal man være klar over at alt slam som ikke er ferdig stabilisert, kan utvikle varme ved ytterligere nedbrytning etter utlegging, og dette vil ødelegge planteveksten på området der slammet er lagt ut. Det er derfor uansett en fordel å lagre slammet en stund før utlegging, til man er helt sikker på at slammet ikke vil kunne nedbrytes ytterligere etter utlegging.

Ved bruk av ublandet slam på grøntarealer er det mest aktuelt å ta kontakt med parkvesen, ingeniørvesen, veivesen eller NSB for å høre om disse er interessert i å bruke godt omsatt slam på sine anlegg. Det er viktig å understreke at de får et produkt som er tilnærmet luktfritt, tørt og jordaktig (det lukter normalt litt ved utlegging, men ikke slik at naboer reagerer hvis ikke stabiliseringen er for dårlig). Det bør lages et demonstrasjonsprosjekt hos den enkelte bruker for å vise at dette går bra. Alle som er involvert i prosjektet må informeres om at man legger ut godt omdannet avløpsslam, og hvilke forholdsregler man skal ta (renhold og personlig hygiene). Det bør være en representant fra anleggseieren til stede under denne utleggingen for å hjelpe til, veilede og svare på spørsmål.

Det må innhentes tillatelse fra kommunen der slammet skal legges ut, før man kan bruke slammet på grøntområder. Dersom man får en avtale om leveranser av slam til flere anlegg innen en kommune eller et veiprosjekt, bør man lage en slambruksplan i samarbeid med parketaten eller veivesenet. Da kan man få godkjent denne planen for ti år fremover, og slipper å søke om tillatelse for bruk av slam for hvert lille felt. Man kan f.eks. samarbeide med parkvesenet om å ta med alle parkområder som egner seg for slambruk i kommunen, og med ingeniørvesenet eller veivesenet om hvilke veianlegg som slam kan benyttes på. En slik plan vil være ressurskrevende når den lages, men vil kunne lette arbeidet med utlegging av slam senere.

Gjødselvereforskriften gjelder ikke for et rent slamprodukt eller et slamprodukt tilsatt strukturmateriale (kompost). I den nye gjødselvereforskriften av 11. september 1996, står det i §1: "Forskriften gjelder ikke for avløpsslam, herunder avløpsslam tilsatt strukturmateriale, eller for ubehandlet og/eller naturlig tørket husdyrgjødsel. Forskriften gjelder likevel for gjødsel, jordforbedringsmidler og dyrkingsmedier med avløpsslam som ingrediens, eller som utelukkende består av slam som har vært gjenstand for teknisk foredling som går utover ordinær hygienisering og stabilisering."

Det er ikke klart definert hva som menes med foredling utover ordinær hygienisering og stabilisering, men det er mulighet for at tørket slam kan bli godkjent som et slikt produkt. Dette avgjøres av Landbruksdepartementet etter søknad. Kompostert slam som ikke er videreforedlet vil nok ikke bli godkjent under dette punktet.

3.2 Potensiale for bruk av ublandet slam på grøntområder

Det er i første rekke på kommunale og statlige anlegg (f.eks. veiskråninger og skiløyper) at det er aktuelt å bruke ublandet slam. Slike produkter er ikke tillatt i private hager, parker, lekeareal o.l i henhold til slamforskriften. Potensialet for bruk av ublandet slam må sees i sammenheng med bruk av vekstjordblandinger (kapittel 4), da det stort sett er på de samme områdene man enten kan velge å legge ut vekstjord eller blande slam inn i de stedlige massene. Potensialet for bruk av begge disse slamtypene er i kapittel 4.2 anslått til ca. 7.000 m³ slam pr. år i Østfold, men i sterk konkurranse med kompost av våtorganisk avfall.

3.3 Eksempler på bruk av ublandet slam på grøntarealer i Østfold

3.3.1 Bruk av hygienisert og anaerobt stabilisert slam på grøntområder i Moss kommune

MOVAR har i 1995 brukt 961 tonn slam (17% av produksjonen) på grøntområder i Moss kommune. På to store grøntområder i kommunen ble det først lagt ut finknuste tunnelmasser fra NSB-tunneler, og deretter 30 cm fyllmasse og 25 cm slam som ble frest sammen før det ble lagt et lite såsjikt på toppen. På ett område ble det også lagt et lag med vraksteinull over tunnelmassene, men dette ble frest opp i dagen enkelte steder, og dette gjorde prosjektet mindre vellykket.

Slammet fra Fuglevik renseanlegg (MOVAR) er aerobt, termofilt forbehandlet og anaerobt stabilisert, og det var lagret i minst tre måneder før utlegging. Slammet var noe seigt og deigete å legge ut, men det gikk greit å blande det med jordharpeverk. Gressveksten på områdene var så god at man måtte klippe områdene 3-4 ganger så ofte som vanlig, og gresset var grønt og tett. På det ene området var det så tørt under utlegging at det gikk varmgang i slammet med tendenser til selvantennelse. Det er derfor viktig å bruke slam som har vært lagret en stund. Det var litt lukt fra haugene ved opplasting og utlegging, men dette forsvant fort, og man forsøkte å molde slammet ned etter hvert.

Moss kommune hadde også slam i plantekar på Domustorvet, der 30 cm fyllmasse og 25 cm slam ble frest sammen og plantet busker og småtrær i. Disse trivdes også meget bra, bortsett fra i utkanten av kassene der man ikke hadde fått frest slammet godt nok sammen med jorda. Noen av plantene som var havnet i rent slam i utkanten av kassene, sturet noe det første året. Det var også mye ugress i plantekarene, og meldestokken vokste seg 60-70 cm høy i løpet av få uker. Ugresset må ha kommet med fyllmassene, da hygienisert slam ikke inneholder ugress. Ved bruk av slam i plantekar viser det seg altså nødvendig å blande slam og jord før det legges i kassene.

3.4 Hva kreves av anleggseiere for å få benyttet mer slam på dette området?

Det kreves et samarbeid mellom anleggseiere og kommunen(e)s parketat og ingeniørvesen eller veivesen for å finne frem til en mulig fremgangsmåte for lagring og eventuelt vending av slammet, tilkjøring og utlegging. Helst bør det lages en slambruksplan som skisserer et opplegg for bruken av slam, og hvilke områder som er aktuelle for slik slambruk. Når en slik plan er godkjent i kommunen, slipper man å søke om tillatelse for hvert nye område man sprer slam på. Det viktigste er å få satt i gang demonstrasjonsprosjekter slik at de som arbeider med grønne områder i kommunen, får se hvor lett det er å få gress eller andre vekster til å vokse i slammet, og hvor uproblematisk utlegging av opptørket, stabilisert slam eller slamkompost er. Det er meget viktig at slammet blir lagret i flere måneder før bruk, og helst vendt noen ganger.

4 Bruk av slam i vekstjordblandinger

4.1 Krav til slammet og vekstjordproduktet

I § 11 i slamforskriften står det om vekstjordblandinger/dyrkingsmedium: "I private hager, parker, lekeareal o.l. må slam bare brukes som en del av et dyrkingsmedium. Det gjelder de samme krav til brukskvalitet for slam som inngår i organisk gjødsel, jordforbedringsmidler og dyrkningsmedier, som til slam." I kommentardelen til forskriften står det videre: "I et dyrkingsmedium bør slammet ikke utgjøre mer enn maksimalt 30 volumprosent og bør blandes med et mineralholdig materiale (sandjord, leirjord, steinjord o.l.) for å bedre fastheten. Dersom slam inngår i dyrkingsmedium, vil slamproduktet i tillegg bli omfattet av forskrift om handel med gjødsel og jordforbedringsmidler m.v. (gjødselvareforskriften) fastsatt av Landbruksdepartementet 11. september 1996. Produktet som omfattes av sistnevnte forskrift, skal bl.a. godkjennes av Landbrukstilsynet eller den det bemyndiger. Slam bør ikke inngå i innpakke produkter som eksempelvis selges i forretninger."

I vedlegg 8 til gjødselvareforskriften er satt opp kriterier for å kunne få godkjent et produkt under denne forskriften. Det er laget tre kvalitetsklasser med ulikt innhold av tungmetaller. Grenseverdiene er de samme som i den nye slamforskriften, men det er i tillegg en strengere klasse for bruk av større mengder på jordbruksarealer. Følgende maksimalt tillatt innhold av tungmetaller angitt i mg/kg tørrstoff (totalinnhold) gjelder for avfallsbaserte produkter:

Tungmetall	Kvalitetsklasse I	Kvalitetsklasse II	Kvalitetsklasse III
Kadmium	0,8	2*	5
Bly	60	80	200
Kvikksølv	0,6	3	5
Nikkel	30	50	80
Sink	400	800	1,500
Kobber	150	650	1,000
Krom	60	100	150

* Frem til 31.12.99 kan produkter med inntil 2,5 mg Cd/kg TS merkes med kvalitetsklasse II.

Kvalitetsklasse I: Kan nyttes på jordbruksareal, private hager og parker med inntil 4 tonn tørrstoff pr. dekar pr. 10 år.

Kvalitetsklasse II: Kan nyttes på jordbruksareal, private hager og parker med inntil 2 tonn tørrstoff pr. dekar pr. 10 år.

Kvalitetsklasse III: Kan nyttes på grøntarealer og lignende arealer der det ikke skal dyrkes mat- eller førvekster. Produktet skal legges ut i lag på maksimalt 5 cm tykkelse og blandes inn i jorda på bruksstedet. Brukt til toppdekke på avfallsfyllinger skal dekk sjiktet være maksimalt 15 cm.

For å samordne slamforskriften og gjødselvareforskriften, er begrensningen på maksimalt 5 cm tykkelse ved innblanding i jorda på bruksstedet, kommet med i gjødselvareforskriften. Man har dessverre ikke laget egne bestemmelser for vekstjordblandinger i forskriften. Landbrukstilsynet vil i løpet av januar 1997 bestemme hvordan dette skal løses, og man er innstilt på å finne en løsning som ikke hindrer denne bruken av slam. Det vil derfor være

fornuftig å få et vekstjordprodukt godkjent etter gjødselvereforskriften for å unngå å måtte søke helseetaten om å bruke produktet for hvert enkelt område.

Når slam skal inngå i en vekstjordblanding, gjelder de samme kravene til lagring av produktet som ved utlegging av ublandet slam. Anaerobt stabilisert eller våtkompostert slam bør være lagret i minst tre måneder, og helst snudd noen ganger før innblanding i vekstjordproduktet. Hvis man ikke har et tilstrekkelig tørt slam og blander dette med sand o.l. i et jordharpeverk, vil mye av slammet klumpe seg og ikke gå gjennom sikten i verket. Det er imidlertid flere måter å tørke slammet på. Se f.eks. kapittel 4.3.5.

Skal man lage en vekstjordblanding av deler av slamproduksjonen, vil det nok lønne seg å samarbeide med en anleggsgartner, et massetak eller et kommunalt parkvesen om dette. Det er generelt mangel på god vekstjord i hele Europa, slik at mange av de produktene som er på markedet, er av mindre god kvalitet. Dette skyldes mangel på organisk stoff og næringsstoffer i jorda. Normalt brukes torv og kunstgjødsel i vekstjorda, men mye vekstjord er både tørkesvak og har lite næringsinnhold. Vekstjord laget av godt omsatt slam vil imidlertid være et meget godt produkt som både holder godt på vannet i jorda, og som ikke behøver å gjødsles de par første årene.

4.2 Potensiale for bruk av slam i vekstjordblandinger i Østfold

Det er ikke noen samlet oversikt over hvor mye vekstjord som brukes i Østfold. Det er imidlertid ganske store mengder som produseres, og mye brukes både i veianlegg, jernbaneanlegg og andre grøntanlegg utenom private hager. Anleggsgartnerfirmaet Tune Utemiljø i Sarpsborg har brukt ca. 1.000 m³ pr. år til egne anlegg, og Sarpsborg kommune bruker minst like mye. Moss kommune brukte nesten 1.000 m³ slam til grøntområder i 1995, og Statens Vegvesen vil bruke tilsammen ca. 2.300 m³ slam til Rv. 109 mellom Sarpsborg og Fredrikstad. Det synes derfor som om potensialet for slam i vekstjordblandinger er meget stort.

Ut fra disse tallene ser det ut til at anslaget i Slamplan for Østfold om at det bare er behov for i underkant av 10.000 m³ vekstjordblandinger pr. år (3.000 m³ avvannet slam/kompost pr. år) er for pessimistisk. Det synes som om behovet ligger nærmere 20.000 m³ vekstjord pr. år (ca. 7.000 m³ avvannet slam/kompost pr. år) utenom private hager. Dette tilsier at ca. 1/4 av total slamproduksjon i fylket kunne brukes til dette formålet. Hvis produktene også kunne bli godkjent for bruk i private hager, ville potensialet blitt enda mye større, men foreløpig synes det som om myndighetene inntar en restriktiv holdning til bruk av slambaserte vekstjordprodukter i private hager. Man skal imidlertid ta dette opp i sammenheng med vurderingen av klassifisering av vekstjord i gjødselvereforskriften.

Selv om det ser ut til å være et større behov for vekstjordblandinger enn stipulert i slamplanen, er det ikke sikkert at man kan få avsetning på så mye slam i slike produkter. Det vil i de nærmeste årene også komme mye kompostert våtorganisk avfall på markedet, og dette vil kunne konkurrere med slam som organisk stoff i vekstjordblandinger. Våtorganisk avfall vil kunne brukes også i private hager, og det blir stilt mye lempeligere krav til bruken av produkter med denne opprinnelsen. Plastrester og andre urenheter i komposten vil likevel kunne gjøre vekstjord basert på våtorganisk avfall mindre attraktivt. Konkurransen fra kompost av våtorganisk avfall tilsier at man ikke bør være altfor optimistisk når det gjelder potensialet for bruk av slam på grøntarealer og i vekstjordblandinger.

4.3 Eksempler på bruk av slam i vekstjordblandinger i Østfold og Akershus

4.3.1 Demonstrasjonsfelter ved Alvim og Øra renseanlegg

Målet med dette NORVAR-prosjektet var å få bedre kunnskaper om bruk av stabilisert og hygienisert slam på grøntarealer (Thorvik Helgen et.al., 1993, Skaug & Nedland, 1994). Slammet fra Alvim renseanlegg er mekanisk-kjemisk og anaerobt stabilisert etter aerob, termofil forbehandling. Slammet fra Øra er også mekanisk-kjemisk og anaerobt stabilisert etter pasteurisering. Slam fra renseanleggene ble lagret i hauger fra tre måneder til ett år i 1991-92. I noen hauger ble det blandet inn bark, og noen hauger ble vendt en eller flere ganger for å se om dette hadde en positiv effekt på omsetningen i haugene. Vinteren 1992 var mild, og det var lite frostdannelse i slamhaugene. Ved vendingene ble det registrert sjenerende lukt fra haugene.

Restomsetning, skorpedannelse, struktur og lukt ble registrert våren 1992. Både lang lagringstid og vending av slammet har en positiv innvirkning på restomsetningen og dermed strukturen og lukten. Barktilsetning ga positiv effekt på slammet fra Øra, men ikke på Alvimslammet som i utgangspunktet har en åpnere struktur. For begge slamtypene var det nødvendig å lagre slammet i minst ett år, eller minst seks måneder med to vendinger, for å få et godt omsatt, jordlignende produkt som kunne blandes i et jordharpeverk.

Slam som var lagret lenge nok til å få en jordlignende struktur, ble blandet med forskjellige jordarter til vekstjordblandinger i et jordharpeverk. I tabell 4.1 er vist forsøksopplegget. Hver rute i tabellen representerer et prøvefelt utenfor renseanleggene.

Tabell 4.1 Forsøksopplegget utenfor Alvim og Øra renseanlegg.

100% sand	100% sand + mineralgjødsling	70% sand, 30% slam
100% leire	100% liere + mineralgjødsling	70% leire, 30% slam
50% sand, 50% leire	50% sand, 50% leire + mineralgjødsling	35% sand, 35% leire, 30% slam
50% leire, 50% kompostert bark	50% leire, 50% kompostert bark + mineralgjødsling	30% slam, 30% bark*, 40% leire
50% steinmjøl, 50% kompostert bark	50% steinmjøl, 50% kompostert bark + mineralgjødsling	30% slam, 30% bark*, 40% steinmjøl

* Barken ble blandet i slammet under lagringen i forholdet 1:1.

I tillegg til blandingene i tabell 4.1, var det også en referanserute med 100% slam utenfor hvert renseanlegg. I hvert prøvefelt ble det plantet 4-6 planter av dvergkrans, krypbarind og vanlig syrin, og en del av feltet ble beplantet med gress. Plantingen foregikk i mai/juni 1992.

Blandingen i jordharpeverket foregikk i en periode med fint, tørt vær, og blandingen gikk bra. Ved fuktigere værforhold ville det nok blitt vanskeligere å blande inn slammet. Ved utleggingen viste leirjorda seg å ha svært dårlig struktur og var lite egnet for plante- og tilsåingsarbeid. Leire-slamblandingen var også noe klumpete og krevde mye arbeid med utplanningen. Ellers var jordblandingen egnet for planting/gressetablering.

Plantenes høyde, bredde og tilstand ble registrert i juni 1992, og i juni og august i 1993 og 1994. Også gressvekst og ugressvekst ble registrert. Resultatene var:

- Det er liten forskjell på vekstjordblandinger med 30% slam når det gjelder tilvekst hos plantene. Uten slam (med mineralgjødning) blir det dårligere vekst når jordblandingen blir for fast (leire og steinmjøl).
- Slammet gir forbedret jordstruktur og bedre evne til å holde på vann.
- Slammet gjør at jorda har næringsreserve, og det trengs ingen gjødning de første årene etter planting. Hvor raskt næringsstoffene frigis til plantene, og hvor raskt de brukes opp, varierer fra slamtype til slamtype. Slammet fra Alvim renseanlegg frigjorde nitrogen langsommere enn slammet fra Øra renseanlegg. Dette ga seg utslag i dårligere vekst den første sesongen i slamfeltene på Alvim, mens plantene ble gule på Øra tredje vekstsesongen (tegn på nitrogenmangel).
- Stort sett kan man si at veksten var mye bedre i felt med slam eller tilsatt av mineralgjødning, enn i kontrollfeltene. Slamfeltene og de gjødslede feltene var omtrent likeverdige både når det gjaldt plantevekst og ugressproduksjon. Gress vokser kraftig også i rent slam, som normalt blir for kraftig for andre vekster. Gresset blir kraftig og dyp grønt i felter med slam.

4.3.2 Bruk av hygienisert og anaerobt stabilisert slam til vekstjordblanding langs ny riksvei i Fredrikstad

I Fredrikstad må FREVAR legge ut pasteurisert, anaerobt stabilisert og avvannet slam i dumper i fyllplassen for å få det så tørt at det kan brukes i jordbruket eller til andre formål. Slammet ligger normalt i ett år, og blir vendt et par ganger, og konsistensen endres i løpet av denne tiden fra deigaktig til oppsmuldret jord. Dette gir et produkt som egner seg meget bra i vekstjordblandinger, og en lokal entreprenør lager vekstjordblandinger av noe av slammet blandet med andre masser (sand og leirjord) i forholdet 1:3. Ca. 1.300 m³ slam ble blandet til ca. 4.000 m³ vekstjordblanding og lagt ut langs den utvidete riksvei 109 mellom Fredrikstad og Sarpsborg, der man brukte det i støyvoller, i midtrabatten og rundt busslommer o.l. Slammet ble blandet med sand og leirjord i en siktetrommel ved hjelp av en hjullaster.

Det var store protester mot selve utvidelsen av denne veien, men det var ingen som merket at det ble lagt ut slam langs veien, så det kom ikke reaksjoner på dette fra noe hold. Entreprenør Olav Ødegård som kjører ut slam fra FREVAR, har også bestilt 1000 m³ fra Alvim renseanlegg i Sarpsborg til denne riksveien, fordi FREVAR ikke har nok ferdig slam.

Førsteklasses vekstjord koster ca. 120 kr pr. tonn på det private markedet. FREVAR solgte vekstjorda med 1/3 slam for 65-70 kr pr. tonn, og hadde da igjen ca. 5 kr pr. tonn slam når utgiftene til tilslagsmateriale og innblanding var trukket fra. Dette viser at det kan være noe penger å hente på å lage vekstjordprodukter av slammet.

4.3.3 Bruk av hygienisert og anaerobt stabilisert slam til vekstjordblandinger i Sarpsborg

Alvim renseanlegg har aerob forbehandling og anaerob stabilisering av slammet sitt, og har tidligere kjørt slammet ut i jordbruket. Det har imidlertid vært synkende interesse i jordbruket, og i år har man kun brukt 10-20% av slammet til dette formålet. Kommunen har isteden satsset på å lage vekstjordblandinger av slammet. Slammet mellomlagres 3-4 måneder på Gatedalen fyllplass, og vendes to ganger med hjullaster i løpet av denne tiden. Deretter blander man 1/3 slam, 1/3 sand og 1/3 matjord til en vekstjordblanding i en trommelblander.

1000 tonn slam har vært blandet av en lokal anleggsgartner, Tune Utemiljø. En del av den jorda har vært brukt til å så plen i, og plenen var grønn og fin allerede etter én uke. Det som er viktig ved bruk av slam i vekstjordblandinger, er at slammet er tørt og lite klinete, fordi man ellers vil få så mye slamklumper som avfall fra jordharpeverket at man må bruke mer slam enn nødvendig. Den første blandingen som ble gjort i Sarpsborg viste tydelig dette. Tune Utemiljø har de siste 6-7 årene brukt minst 1000 m³ vekstjord pr. år, og man regner med å bruke mer når man kan lage jorda ved hjelp av slam. Det er svært vanskelig å få tak i god vekstjord i distriktet, slik at et produkt som dette vil kunne bli etterspurt.

Sarpsborg kommunes parkvesen kan også ta imot i størrelsesorden 1000 m³ slam pr. år, og lage vekstjord til eget bruk. Kommunen har noen egne sandtak, og man kan bruke sand fra disse i blandingene. Hvis man i tillegg kan få Statens Vegvesen til å bruke slam til veianlegg i fylket, vil hele slamproduksjonen på ca. 4.000 tonn slam pr. år kunne brukes på grøntarealer. I Sarpsborg kommer man nå til å satse på dette bruksområdet fremfor å satse på jordbruket, som man ikke lenger vil bruke så store ressurser på å få som slammottakere.

4.3.4 Bruk av hygienisert og anaerobt stabilisert slam til vekstjordblanding i Moss kommune

Moss kommune har begynt å lage vekstjordblanding av sand, leire og slam i et nedlagt gartneri. Her skal man blande jord som kan brukes i plantehull for parktrær. I samarbeid med MOVAR har man også blandet slam med malt bark fra Peterson A/S, men det ble litt for lite luft i denne blandingen. Ved å blande 1/3 slam, 1/3 bark og 1/3 støpesand, har man imidlertid fått en bra jordblanding. Parkvesenet i Moss mangler god matjord, og synes erfaringene med bruk av slam er så bra at man vil fortsette å bruke dette.

4.3.5 Lagring av hygienisert og anaerobt stabilisert slam og knust kvist for bruk i vekstjordblandinger i Akershus

Fagrådet for vann- og avløpsteknisk samarbeid i indre Oslofjord og Næringssjefen i Akershus bevilget i 1993 penger til forsøk med lagring av en blanding av slam fra Nordre Follo renseanlegg (aerobt, termofilt forbehandlet og anaerobt stabilisert mekanisk-kjemisk slam) og Bekkelaget renseanlegg (anaerobt stabilisert mekanisk-kjemisk slam) med knust kvist fra Oslo Renholdsverk. Anleggsgartner Tronslien på Ski har stått for blandingen og vendingen av jordhaugene på Haugland Gård.

Det ble laget et opplegg med 14 forskjellige hauger med forskjellig størrelse og blandingsforhold. 12 hauger inneholdt slam fra Nordre Follo renseanlegg, og to hauger slam fra Bekkelaget renseanlegg. Det ble laget tre forskjellige blandinger av slammet fra Nordre Follo: en med halvparten kvist og halvparten slam, en med 2 deler kvist og 1 del slam, og en med 1 del kvist, 1 del slam og 1 del sand. Bekkelagsslammet ble blandet en til en med kvist. Halvparten av haugene var 1,5 m høye, og halvparten 3 m høye. Vekstjordblandingen ble laget i oktober/november 1994 ved å legge ut slam, kvist og eventuelt sand på bakken og blande med en jordfreser. Halvparten av haugene ble vendt 7.6.95 og 1.9.95 med en hjullaster, og alle haugene ble såddet i et jordharpeverk 23. og 24.7.96.

Temperaturen ble målt i noen av haugene, for å se om det oppsto en komposteringsprosess i dem selv om slammet var stabilisert på forhånd. Temperaturen i haugene med bare slam og kvist steg raskt til mellom 40 og 55°C, men sank til under 10°C etter få uker. På ettersommeren 1995 var temperaturen igjen oppe i ca. 30°C, for så å synke igjen. I haugene

som var tilsatt sand, gikk temperaturen opp til ca. 30°C mellom vendingene, mens den forble under 20°C i haugene som ikke ble vendt. Ved vendingen 7.6.96 var det lite omsetning i haugene med sand, mens det var enkelte uomdannede, svarte slamklumper inni haugene med bare slam og kvist. Det var imidlertid stort sett bra struktur i disse haugene, og det ble funnet rød kompostmark i flere av dem.

Det var voldsom ugressvekst på toppen av haugene både i 1995 og 1996, og i 1996 ble haugene sprøytet. Ved såldingen 23. og 24.7.96 var det mye kompostmark i alle haugene, og jordstrukturen var stort sett bra, bortsett fra at jorda i noen hauger var tung, og at det var litt uomdannet slam helt i bunn av noen hauger. Foreløpige konklusjoner er:

- Anleggsgartnerens hovedkonklusjonen er at produktet blir et meget godt vekstmedium etter ett års lagring.
- Det vil være av stor betydning for resultatet at opplegging av rankene blir utført under tørre værforhold, og at det tilførte slammet er så opptørket som mulig. Man unngår da store klumper med seigt, blåleiret slam som ikke får nok oksygentilførsel under lagringen.
- 1 del slam til 1 del kvist er den beste blandingen, og det er mulig at man ikke behøver å lagre en slik blanding mer enn ett år. Dersom sand skal blandes inn før lagringen, må jordblandingen vendes. Anleggsgartneren tror likevel at en blanding av slam, kvist og sand lagt opp under tørre forhold i 3 meters høyde vil kunne gi god jord etter ett års lagring.
- Det er minst sikterest (ca. 10%) fra små hauger med kvist og slam som har fått 2 vendinger. Fra hauger med sand er det 10-15% sikterest, mens det er 20-25% sikterest fra resten av haugene.
- Det tok ca. 8 timer å snu ca. 400 m³ vekstjordblandinger med hjullaster.
- Det tok ca. 1/2 time å sålde de små haugene (ca. 20-30 m³), og en til halvannen time å sålde de store haugene. Til såldingen ble brukt både traktorgraver og grabb. Såldingen bør skje etter en lang tørkeperiode.
- Jordblandingen overholdt kravene til bakterieinnhold etter slamforskriften. Etter to år var innholdet av Kjeldahl-nitrogen lavt (ca. 0,5-1,0 % av TS i slam/kvistblandinger), det var nesten ikke ammonium igjen og lite fosfor (ca. 0,03-0,05 % av TS i slam/kvistblandinger). Det var imidlertid 2-3 ganger mer ammonium og fosfor etter ett års lagring. Det var bare mellom 10 og 30% organisk stoff i slam/kvistblandingen etter 2 år, hvilket viser at omdanningen har kommet langt.
- Vekstjordblandingen overholder kravet til kvalitetsklasse 1 i gjødselvereforskriften, dvs. de kan brukes på både grøntarealer og jordbruksarealer.

4.4 Hva kreves av anleggseiere for å få benyttet mer slam på dette området

Det første anleggseiere bør gjøre, er å skaffe seg alliansepartnere, enten en kommunal parketat, en anleggsgartner eller en grusleverandør. I telefonkatalogens gule sider er det oppført ca. 40 anleggsgartnerfirmaer og ca. 30 sand-, grus- og pukkleleverandører i Østfold. Det er viktig å understreke overfor samarbeidspartneren at det er et behandlet, luktsvakt og opptørket slamprodukt som skal brukes i vekstjordblandingen. I første omgang bør man få i gang et demonstrasjonsprosjekt slik at samarbeidspartneren får et inntrykk av hvordan produktet blir, og hva det kan brukes til. Det bør søkes om tillatelse til å bruke et område til å blande og lagre vekstjord av slam til dette demonstrasjonsprosjektet, og vekstjorda bør prøves ut på forskjellige bruksområder etter å ha fått tillatelse fra helsemyndighetene i kommunen.

Når demonstrasjonsprosjektet er gjennomført, og man har fått en samarbeidspartner som ønsker å ta imot slam til å lage vekstjord av, bør det settes opp en avtale om hvor mye slam som skal leveres årlig til dette formålet. Anleggseieren må også påregne å være behjelpelig med å betale en del av investeringene som skal til, for å få regnskapet til å gå opp for samarbeidspartneren.

Det må søkes Landbrukstilsynet om godkjenning av produktet etter gjødselvereforskriften. I søknaden må det presiseres at man søker om tillatelse til å bruke et vekstjordprodukt på grøntarealer, og at det må gis dispensasjon fra reglene om at man bare kan legge ut vekstjorda i 5 cm tykkelse og blande den inn i de stedlige massene, slik det nå står i denne forskriften. Landbruksdepartementet har lovet å ta dette opp i løpet av året med den interdepartementale gruppen som arbeider med slamforskriften og gjødselvereforskriften. Det vil da mest sannsynlig bli laget en egen kvalitetsklasse for vekstjord som kan omsettes fritt på grøntarealer, og satt en begrensning på maksimalt 5 cm rent slam i vekstjordprodukter som overholder kvalitetsklasse III. Når tillatelse er gitt etter gjødselvereforskriften, kan vekstjorda spres fritt med de begrensninger som Landbrukstilsynet måtte sette.

5 Bruk av slam i gartnerprodukter

I slamforskriften står det: "Slam må heller ikke brukes i gartnerier". Det står imidlertid ikke noen definisjon av gartnerier i forskriften. Vi har i forbindelse med et annet prosjekt bedt myndighetene avklare om man kan bruke slam til dyrking av stauder og prydrær, eller til dyrking av frøplanter til bruk i skogbruket, uten å komme i konflikt med slamforskriften. Vi har imidlertid ikke fått svar på henvendelsen ennå, og kan derfor ikke ta med dette eventuelle bruksområdet i dette prosjektet.

Dersom helsemyndighetene godtar slam som en del av et vekstmedium der det dyrkes busker, trær og frøplanter, vil man kunne bruke noe slam til dette formålet. Dette betinger imidlertid at man samarbeider med et gartneri eller en planteskole om et demonstrasjonsprosjekt. Mest sannsynlig er det ikke så store slammengder en kan få brukt på slike felter, selv om det nok benyttes en del arealer til dyrking av frøplanter og hagevekster.

Et gartnerprodukt som ligger i grenseland mellom jordbruk og grøntarealer, er produksjon av ferdigplen. En produsent av ferdigplen har mottatt slam til denne produksjonen, men han fikk bare spre 2 tonn tørrstoff pr. dekar pr. 10 år under henvisning til at han la ut slammet på et jordbruksareal. Spørsmålet ved dyrking av ferdigplen, er hvorvidt en del av jordsmonnet blir med ferdigplenen til bruksstedet, eller om jorda blir liggende igjen på stedet. Dersom mye av slammet forsvinner med gresset, skulle man kunne betrakte dette som noe som skulle brukes på grøntarealer, og man kunne da legge ut 5 cm slam og blande det inn i massene på stedet. 5 cm slam tilsvarer 15 tonn TS/daa dersom slammet inneholder 30% TS. Da det imidlertid kan produseres mat på det samme arealet etter at ferdigplenen er fjernet, må vi likevel gå ut fra at dette blir bedømt som et jordbruksareal, og at 2 tonn tørrstoff pr. dekar pr. 10 år er maksimal slammengde som kan tilføres.

Det finnes en produsent av ferdigplen i Dilling i Østfold, Østfold Gress A/S. MOVAR har vært i kontakt med ham om bruk av slam til produksjonen, men han var lite interessert. Produksjonen var også såpass liten at det ikke var behov for særlig store slammengder på arealet han brukte til dette formålet.

På grunn av forbudet mot bruk av slam i gartnerier, må vi konkludere med at dette feltet ikke er aktuelt til å ta imot store slammengder i Østfold.

6 Bruk av slam til markoppbygging

6.1 Hva er markoppbygging?

Med markoppbygging menes det her å lage et nytt vekstjordlag på områder som av en eller annen grunn har mistet dette laget. Dette kan skyldes masseuttak, forurensning fra industri, bakkeplanering eller oppfylling av masser. Ved markoppbygging er det om å gjøre å få etablert et varig plantedekke som sørger for at området forblir grønt, og hindrer erosjon fra området. I utenlandsk litteratur er det en mengde eksempler på at slam egner seg meget bra til å etablere slike plantedekker, og at slammene gir en varig virkning selv på områder som har så store forurensningsbelastninger at man har vanskelig for å få etablert et varig plantedekke med andre vekstjordprodukter (nedlagte gruveområder). I Norge er det ikke så mange områder som er ødelagt av forurensning fra industri, men det blir tatt ut ca. 50 m³ masse pr. innbygger pr. år i massetak. Nedlagte massetak skal tilsåes igjen, og på slike steder vil man kunne bruke slam til etableringen av vekstjordlag. Det er også mange områder som har fått dårlig jordsmonn etter bakkeplanering, men dette er normalt jordbruksområder og blir ikke omtalt nærmere her.

6.2 Krav til slamproduktet og utleggingen

Til markoppbygging kan man enten legge ut ublandet slam, eller et vekstjordprodukt. Kravene vil være de samme som for bruk av slam på grøntområder (kapittel 3.1 og 4.1). I slamforskriftens §11 står det: "Ved bruk av ublandet slam på grøntarealer skal slammene være godt omsatt, opptørket og smuldre lett. Det skal legges ut i lag på maksimalt 5 cm tykkelse og blandes inn i jorda på bruksstedet." I kommentardelen til forskriften står det: "I et dyrkingsmedium bør slammene ikke utgjøre mer enn maksimalt 30 volumprosent og bør blandes med et mineralholdig materiale (sandjord, leirjord, steinjord o.l.) for å bedre fastheten. Dersom slam inngår i dyrkingsmedium, vil slamproduktet i tillegg bli omfattet av forskrift om handel med gjødsel og jordforbedringsmidler m.v. (gjødselvereforskriften) fastsatt av Landbruksdepartementet 11. september 1996. Produktet som omfattes av sistnevnte forskrift, skal bl.a. godkjennes av Landbrukstilsynet eller den det bemyndiger."

Dersom slammene skal legges ut direkte, må man ha tillatelse fra kommunen. Dersom man bruker et godkjent vekstjordprodukt til utleggingen, behøver man ikke slik tillatelse. Det kan imidlertid være aktuelt å lage vekstjord på stedet dersom det er en nedlagt del av et massetak som trenger vekstjord. Det er da trolig at man kan lagre slammene som skal brukes på stedet, og blande det med andre masser fra massetaket uten at man behøver godkjenning av vekstmediet etter gjødselvereforskriften. Man må imidlertid få godkjenning til bruk av slam fra kommunen der slammene skal brukes.

6.3 Potensiale for bruk av slam til markoppbygging i Østfold

Potensialet for bruk av slam til markoppbygging avhenger av hva området skal brukes til etter markoppbyggingen. Dersom man skal bruke området til jordbruk etterpå, kan man ikke legge ut mer enn 3 tonn slamtørrestoff pr. daa i henhold til slamforskriften. Kommunen kan imidlertid dispensere fra dette, men dette skal i såfall begrunnes. Dersom området ikke skal brukes til jordbruk etterpå, kan man legge ut 5 cm ublandet slam, eller ubegrensede mengder med vekstjord som er godkjent etter gjødselvereforskriften (dersom det blir gitt dispensasjon fra 5 cm-kravet for vekstjordproduktet). 5 cm ublandet slam med 30% tørrestoff tilsvarer 15 tonn TS/daa, så man kan altså spre mye mer slam på grøntområder enn på jordbruksarealer.

Det største enkeltområdet i Østfold der man trenger vekstjord til markoppbygging, er hos Leca Borge. Dette firmaet har ca. 214.000 m² areal der det er tatt ut leirmasser og der det skal etableres plantedekke i løpet av 6-8 år, men ifølge konsesjonen skal de også ha tatt vare på matjorda før de startet. Området er dessuten regulert til jordbruksareal som man maksimalt kan bruke 3 tonn slamtørrstoff pr. daa på. Det er derfor ikke mulig å bruke mer enn ca. 650 tonn slamtørrstoff eller ca. 2.000 m³ avvannet slam på dette området i løpet av disse årene. Leca Borge vil nå søke om å få bruke slam på området, og har vært i kontakt med både Alvim og Øra renseanlegg om levering av slam.

Det finnes over 200 sand- og grustak og ca. 20 registrerte pukkverk i Østfold (NGU, 1995). I 1990 ble det tatt ut 760.000 m³ sand og grus og 790.000 m³ pukk (knust fjell) i Østfold (NGU, 1992). Det meste av sand- og grusuttaket foregikk i Monaryggen i Eidsberg og Trøgstad kommuner (Norges 3. største grusforekomst). I tillegg ble det tatt ut grus og sand i Halden og Sarpsborg, mens hovedtyngden av pukken ble tatt ut i kommunene Fredrikstad, Halden, Moss og Sarpsborg.

I hele landet blottlegges det i størrelsesorden 2.000 daa massetak hvert år, og disse områdene skal tilføres toppdekke og beplantes etter ferdig drift. Til dette kunne man bruke ca. 100.000 m³ slam dersom man la det ut i 5 cm tykkelse, og dette er ca. 1/4 av slammet i Norge. Imidlertid er det stor forskjell mellom massetakene når det gjelder behov for overdekningsmasser. Noen har tilstrekkelige vekstjordmasser selv, mens andre kan trenge slam som organisk stoff i toppsjiktet.

Østfold står for ca. 5% av sand-, grus- og pukkuttaket i Norge. Dette skulle tilsvare en avdekking av ca. 100 daa hvert år i Østfold, og at det skal tildekkes et tilsvarende areal. Med 5 cm slam på hele dette arealet kunne man bruke ca. 5.000 m³ slam i året på slike områder, hvilket tilsvarer nesten 1/5 av slamproduksjonen i Østfold.

I grustak og pukkverk har man både lagringsplass, masser, maskiner og sikteutstyr, og det kan derfor være lønnsomt å lage vekstjordblandinger i samarbeid med en lokal pukk- og grusleverandør. Pukk- og grusleverandørenes landsforening er interessert i samarbeid med renseanleggene om slambruk og slamlagring. Det er oppført ca. 30 firmaer som driver med sand, grus og pukk i telefonkatalogens gule sider. Det kan lønne seg for anleggseiere å snakke med de lokale firmaene om bruk av slam til toppdekke på nedlagte massetak, og eventuelt om produksjon av vekstjord (kapittel 4).

6.4 Eksempler på bruk av slam til markoppbygging i Norge

6.4.1 Bruk av slam i pukkverk og grustak

Anaerobt stabilisert avløpsslam er brukt til dekking av nedlagte massetak i flere norske pukkverk. I Ringknuten Pukkverk i Kristiansand har man dekket deler av pukkverket med slam fra kommunen, og etablert vegetasjonsdekke med meget godt resultat. Det samme har man gjort i Vinterbro Pukkverk. Oslo Pukkverk har også dekket et lite område med slam, og her lagret man en periode slam i pukkverket, og blandet det med andre masser til vekstjord som ble brukt i private hager. Der har man sluttet med dette, men det er stor interesse blant eierne av pukkverk å samarbeide med renseanlegg om bruk og lagring av slam.

6.4.2 Bruk av slam til å revegetere et område ødelagt av industriutslipp

Det er såvidt oss bekjent bare rapportert fra ett prosjekt med markoppbygging av ødelagt land i Norge: Dueknipenprosjektet i Kristiansand der kompostert slam fra Holskogen komposteringsplass ble brukt til å gresskle et friluftsområde som var ødelagt av SO₂- og tungmetallutslipp fra Falconbridge Nikkelverk (Andersen, 1990, Eik, 1992). Miljøvernavdelingen i Vest-Agder har stått ansvarlig for prosjektet, og har betalt 1/3 av kostnadene, mens Falconbridge og 4 kommuner har betalt resten. Utleggingen av slamkompost på ca. 4 daa ble gjort i august 1989. På ett felt ble det bare lagt ut slamkompost, mens det på et annet felt ble kalket og gjødslet før komposten ble lagt ut. På et tredje felt ble det bare kalket og gjødslet.

Slamdekket areal ble umiddelbart tilsådd med en gressblanding. Tre uker senere var hele arealet irgrønt. Neste sesong vokste det imidlertid mye ugress på feltene, og dette medførte merarbeid med å holde vegetasjonen nede. I juni 1990 plantet skolebarn ca. 600 to-årige pluggplanter, vesentlig furu og gran, men også noe lerk. Etter plantingene kom en tørkeperiode på ca. 2 måneder. Treplantene ble helt overgrodd med gress, og uten tilgang på lys og luft til treplantene var det mange av dem som døde.

Det ble målt innhold av organisk stoff, næringsstoffer og tungmetaller i avrenningsvannet fra området. Det var noe mer organisk stoff i avrenningsvannet mellom utlegging og etablering av gressdekke, men deretter var nivået som før slamspredningen. Nitrogeninnholdet steg også noe like etter kompostutleggingen, men det var aldri mer enn 10 mg NO₃-N/l i avrenningsvannet. Det ble ikke registrert høye fosforkonsentrasjoner etter kompostutleggingen.

Slamkomposten som ble brukt, inneholdt lite tungmetaller i forhold til jordsmonnet på stedet. Dette er vist i tabell 6.1.

Tabell 6.1 Innhold av tungmetaller i slamkomposten (mg/kg TS) sammenlignet med jordsmonnet på stedet (middelverdier).

Tungmetall	Slamkompost (middel)	Jordsmonn (middel)
Kadmium	0,5	39
Bly	22	127
Kvikksølv	1,7	0,5
Nikkel	37	2.432
Sink	286	28
Kobber	94	1.256
Krom	18	6,0
Mangan	129	31
Kobolt	4,0	45

Det ble målt noe mer nikkel, kobolt, sink og mangan i avrenningsvannet fra området etter slamutleggingen, mens det ikke var økning i konsentrasjonene av kadmium, bly, kvikksølv, kobber og krom. Økningen i sink- og mangankonsentrasjonene var moderate, og konsentrasjonene lå under grenseverdiene for drikkevannskvalitet. Nikkelinnholdet ble fordoblet til 200 µg Ni/l (<25 µg Ni/l i upåvirket drikkevann), mens koboltinnholdet økte 5 ganger til 20 µg Co/l (<1 µg Co/l i upåvirket drikkevann). Resultatene indikerer at tungmetallene er sterkt bundet i det organiske materialet i slamkomposten. Det var lite tarmbakterier i komposten

som ble lagt ut (60 termotolerante koliforme bakterier pr. g og ingen Salmonella), og det høyeste bakterieinnholdet i avrenningsvannet ble målt 70 dager før kompostutlegging.

Landskapsarkitekt Kjellaug Eik (Eik, 1992) foreslår at det tas et initiativ til vitenskapelig utprøving og undersøkelser av artsvalg for plantebruk på slamkompost av ulike typer. Opplegget bør vinkles mot systematisk utlegging og oppfølging av prøvefelt i konkrete anlegg.

Eik mener at avløpsslam med fordel kan brukes på følgende grøntområder:

- Jordforbedringsmiddel for friområder som er næringsfattige, sure eller har skrint jorddekke.
- Revegetering av steintipper fra kraftverksutbygging eller andre større tekniske inngrep.
- Reparasjonsarbeider på veiskråninger, industriarealer, fjellskjæringer etc.
- Gressarealer for trafikkanlegg.
- Dekking av akebakke/skibakke/alpinanlegg.
- Gressdekke for perifere parkanlegg/grøntanlegg som ikke er oppholds- og lekearealer med intensiv bruk.

7 Bruk av slam som karbonkilde i nitrogenrensetrinn, og reduserte slammengder ved resirkulering av fellingskjemikalie

7.1 Bruk av slam som karbonkilde i nitrogenrensetrinn

En mulig bruk av slammet er som karbonkilde til nitrogenrensetrinn. Slammet må da først hydrolyseres biologisk, termisk eller kjemisk for å få løst det organiske stoffet i slammet slik at det blir tilgjengelig som karbonkilde for denitrifikasjonsbakteriene i renseanlegget. Slammet avvannes etter hydrolysen, og rejektivannet (hydrolysatet) fra avvanningen brukes som karbonkilde. Problemet med å bruke slam som karbonkilde er at slammet også inneholder mye ammonium-nitrogen, og dersom det er for mye ammonium-nitrogen i forhold til karbon i hydrolysatet, vil dette redusere renseseffekten for nitrogen. Når karbonkilden tilsettes til et-terdenitrifikasjonstrinnet, vil ikke ammonium-nitrogenet bli fjernet i anlegget, men vil bli med avløpsvannet ut. Imidlertid er det mulig å fjerne noe ammonium fra hydrolysatet ved f.eks. magnesium-ammonium-fosfat-felling (Ødegaard et.al., 1996).

Ved bruk av bare termisk hydrolysert slam som karbonkilde, kan man oppnå en ca. 30% reduksjon av tørrstoffinnholdet i slammet fra renseanlegget (Ødegaard et.al., 1996). Imidlertid har de fleste renseanleggene som skal fjerne nitrogen, anaerob stabilisering av slammet, hvor ca. 25-30% av tørrstoffet omdannes. Hydrolyse av slammet vil neppe redusere tørrstoffinnholdet med ytterligere 30%. På HIAS reduseres innholdet av organisk stoff i slammet med 59% gjennom hydrolyse og anaerob stabilisering (Ødeby, Netteland & Solheim, 1996), og dette gir en reduksjon i totalt tørrstoff på ca. 40%. På dette anlegget benytter man ikke hydrolysatet til karbonkilde, men bruker isteden det organiske stoffet til å danne biogass. Resultatet skulle imidlertid bli omtrent det samme, dvs. ca. 10-15% reduksjon i slammengdene.

Vi kan også forvente mye høyere tørrstoff i avvannet slam (35 - 45% TS fra sentrifuger uten polymerbruk) ved hydrolyse av slammet, slik at slammengdene fra slike renseanlegg vil bli betydelig mindre enn i dag. Reduserte slammengder dersom slammet hydrolyseres og stabiliseres anaerobt på renseanleggene som er pålagt nitrogenrensing, er vist i tabell 7.1

Tabell 7.1 Mulige reduksjoner i slammengder ved hydrolyse av slammet på renseanlegg som er pålagt nitrogenrensetrinn. Det er forutsatt at anleggene også har anaerob stabilisering

Renseanlegg	Slamtørrstoff uten hydrolyse (tonn TS/år)	Slamtørrstoff med hydrolyse (tonn TS/år)	Avvannet slammengde uten hydrolyse (tonn/år)	Avvannet slammengde med hydrolyse (tonn/år)
AHSA	479	434	1.597	1.085
Øra	2.196	1.990	8.784	5.686
Remmendalen	635	575	2.117	1.438
Kambo	350	317	1.308	861
Fuglevik	1.160	1.051	4.328	2.856
Alvim	1.454	1.318	4.529	3.130
Totalt	6.274	5.685	22.663	15.056

Ved hydrolyse av slammet kan vi totalt redusere slammengdene i Østfold med i størrelsesorden 600 tonn tørrstoff pr. år, eller med ca. 7.600 tonn avvannet slam. Spesielt hvis man skal bruke slammet på grøntarealer, vil en reduksjon på ca. 28% i mengde avvannet slam kunne gjøre det lettere å få avsetning på alt slammet til dette formålet. Det kan imidlertid vise seg å være mer lønnsomt å hydrolysere en del av det våtorganiske avfallet, og bruke dette som karbonkilde, fordi våtorganisk avfall inneholder mindre nitrogen i forhold til karbon. Det er derfor mange forhold som må vurderes før man velger å lage karbonkilde av avløpslammet.

7.2 Reduserte slammengder ved resirkulering av fellingskjemikalier?

På HIAS renseanlegg på Hamar har man i en periode på 1,5 måneder tilsatt svovelsyre til avvannet slam etter hydrolyse og utråkning (Cambi-prosessen). På denne måten har man fått gjenvunnet aluminiumsulfat som kunne brukes til fellingskjemikalie i renseanlegget. På HIAS brukte man dette i etterfellingstrinnet og sparte ca. 20% nye fellingskjemikalier (Sander, 1996). Imidlertid hadde man problemer med at renseresultatene ikke alltid ble gode nok som følge av variasjon i kvaliteten på de resirkulerte fellingskjemikaliene. HIAS vil derfor i fortsettelsen prøve å bruke de resirkulerte fellingskjemikaliene i forfellingen på anlegget. Man regner da ikke med å kunne spare så mye som 50% nye kjemikalier, slik målet var opprinnelig. Imidlertid viste forsøkene med gjenvinning av fellingskjemikalier at man fikk kraftig reduserte slamtørrstoffmengder i denne perioden. Ettersom forsøkene bare varte halvannen måned, kan disse reduksjonene også skyldes andre forhold. Etter hvert skal HIAS få en skikkelig dokumentasjon på hva resirkulering av fellingskjemikalier kan medføre. Inntil denne foreligger, bør man ikke regne med at gjenvinning av fellingskjemikalier gir store reduksjoner i slamtørrstoffmengdene.

Det er imidlertid mulig å redusere slammengdene med inntil 80% ved KREPRO-prosessen som består av både hydrolyse og fjerning av fosfor, tungmetaller og fellingsmiddel (Karls-son et. al., 1996). Dette innebærer imidlertid betydelige kostnader (700-800 SEK pr. tonn slam), og kan vise seg å bli mye dyrere enn å satse mer på å få bøndene til å ta imot slammet.

8 Destruksjon av organisk stoff i slam, og deponering av asken

Dersom landbruket i Østfold ikke vil ta imot slam i det hele tatt i perioder i fremtiden, kan man vanskelig unngå at noe slam må forbrennes i avfallsforbrenningsanlegg. Bergen kommune har søkt om konsesjon til å forbrenne våtorganisk avfall og avløpsslam i sitt nye forbrenningsanlegg, men kommunen fikk avslag fra SFT for avløpsslam. Dette viser at de sentrale myndighetene er meget skeptiske til denne løsningen, og man vil måtte dokumentere at alle andre muligheter er prøvd uten resultater, før man eventuelt får en tillatelse til å forbrenne slammet.

Totalt vil det bli produsert ca. 26.700 m³ avvannet slam pr. år i Østfold i år 2003 (Nedland, 1995). Av dette kan vi forvente oss at i størrelsesorden 10.000 m³ må kunne brukes på grøntarealer, og at man kan redusere slammengdene på noen renseanlegg ved hydrolyse av slammet og gjenvinning av fellingskjemikalier. Vi antar da at det gjenstår i størrelsesorden 14.000 m³/år som må forbrennes, ettersom deponering i fylling ikke er tillatt. Vi har tatt utgangspunkt i denne mengden når vi ser på mulighetene for å få destruert slammet på denne måten.

Kommunalt avløpsslam inneholder ca. 50% organisk stoff etter biologisk stabilisering. Det organiske stoffet i slammet kan destrueres ved forbrenning, pyrolyse eller våtoksidasjon. På denne måten blir det organiske stoffet omgjort til uorganisk, og restproduktet (asken) kan deponeres på fyllplass. Slammet må ha et tørrstoffinnhold på ca. 60% for at forbrenningen skal kunne foregå uten tilleggsbrensel. Dette tilsier at slammet enten må tørkes før forbrenning, eller det må blandes inn i annet brennbart materiale som kan gi tilstrekkelig varme til at vannet i slammet fordampes. Det er først når tørrstoffet i slammet kommer over 60% at det er regningssvarende for et eksisterende forbrenningsanlegg å ta imot slam. Slam med lavere tørrstoff vil kunne skape problemer for forbrenningen (temperaturfall i prosessen) dersom det mates inn i for store mengder i forhold til annet brennmateriale.

Avløpsslam inneholder også tungmetaller, og det er mulig at tilleggsbelastningen fra avløpsslammet vil føre til at man må bygge avansert røykgassrensing på anlegg som ikke har dette fra før. Søppelforbrenningsanlegg har slik røykgassrensing, men forbrenningsanlegg for avfall fra treforedlingsindustrien har ikke nødvendigvis slikt utstyr. Dersom slike anlegg skal ta imot avløpsslam, vil de måtte bygge slik røykgassrensing, og renseanleggseierne vil måtte bekoste dette.

Forbrenning av slam må etter vår mening være en siste utvei dersom alle andre muligheter er helt stengt. Ved forbrenning av avvannet slam (ca. 30% TS-innhold), vil man ikke få noen gode fra slammet i form av energi, men tvert imot få en reduksjon i energiutbyttet fra forbrenningsanlegget. De andre nyttige stoffene i slammet vil bli destruert. Dersom man først åpner for muligheten for å forbrenne deler av slammet, vil dette kunne bli en sovepute for anleggseiere som kanskje ikke ville satse like mye på å finne andre anvendelsesområder når man mye enklere kunne sende det til et forbrenningsanlegg. Det er først når det absolutt ikke er mulig å få avsetning på slammet i jordbruk og på grøntområder at forbrenning bør vurderes.

8.1 Forbrenning i eksisterende forbrenningsanlegg i Østfold

Vi har undersøkt med avfallsforbrenningsanlegg og forbrenningsanlegg for treforedlingsindustrien i Østfold om disse har kapasitet til å ta imot slam fra renseanleggene i fylket, hvilken form slammet må foreligge på, og hva som må gjøres av investeringer for å kunne forbrenne avløpsslammet i disse anleggene. Pr. i dag er det i Østfold ett kommunalt avfallsforbrenningsanlegg (Frevar i Fredrikstad) og to forbrenningsanlegg for avfall fra

treforedlingsindustrien (Norske Skog, Saugbrugsforeningen i Halden og Borregaard Industries Ltd. i Sarpsborg). Det var også meningen at Peterson Moss AS skulle bygge et forbrenningsanlegg for bark, men man har i stedet fått avsetning for barken i Sverige, slik at man pr. i dag ikke har planer om et slikt anlegg.

8.1.1 FREVAR avfallsforbrenningsanlegg, Fredrikstad

Forbrenningsanlegget for husholdningsavfall på FREVAR energigjenvinner ca. 75.000 tonn avfall pr. år, dette representerer anleggets nåværende fulle kapasitet. Kapasitetsøkning er under utredning. De 75.000 tonnene består av ca. 63.000 tonn husholdningsavfall og ca. 12.000 tonn sortert produksjonsavfall.

Kompostering av våtorganisk avfall fra privathusholdninger kan frigjøre kapasitet hvis slik kompostering blir realisert. Ut fra de samfunnsøkonomiske vurderinger som er foretatt, bl.a. med konsesjonsbehandling av nytt forbrenningsanlegg i Bergen, er signalene fra SFT at utsortering og kompostering av våtorganisk avfall fra privathusholdningene ikke blir aktuelt der det er etablert forbrenning med energigjenvinning.

Forbrenningsovnene ved FREVAR er ristovner. Ristovner er ikke spesielt godt egnet til forbrenning av slam, men er allikevel en del benyttet til dette formålet i Europa. Egne tekniske løsninger er utviklet for slik forbrenning. Alternativt kan slam blandes inn i øvrig avfall med kvern eller trommelblander. Alt sortert produksjonsavfall blir allerede i dag kvernet før forbrenning.

Ved en kapasitetsøkning eller ved frigjøring av eksisterende kapasitet vil mottak av slam være mulig til en pris rundt 400 - 500 kr pr. tonn. Transportkostnader vil komme i tillegg.

På bakgrunn av økende avfallsmengder i Norge og behov for bioenergi er FREVAR pålagt å utrede en kapasitetsøkning. De utredninger som er foretatt peker på flere muligheter for kapasitetsøkning. En av disse mulighetene er oppbygging av en multibrenselovn av type "fluidized bed". Dette er en type ovn som benyttes i stor utstrekning til forbrenning av slam i hele Europa. En multibrenselovn vil bygges med avgassrensing slik at både sortert og kvernet produksjonsavfall såvel som avløpsslam vil kunne benyttes som brensel til energigjenvinning.

8.1.2 Norske Skog, Saugbrugsforeningen, Halden

Saugbrugsforeningen i Halden har nettopp tatt i bruk en fluidized bed-ovn for forbrenning av bioslam, bark og flis fra anlegget. Anlegget har 150-180.000 tonn bioslam med 25-30 % tørrstoffinnhold, som blandes med bark og flis til det inneholder minst 45-50% tørrstoff. Man kan ikke blande mer enn ca. 25-30% bioslam inn i barken og flisen for å få et brennbart materiale. Pr. i dag har man så mye bioslam at man vanskelig kan ta imot ytterligere avløpsslam i anlegget, uten at dette først er tørket til over 50% tørrstoffinnhold. Man har heller ikke gassrensing på dette anlegget, og det er da et spørsmål om man må installere et slikt utstyr dersom man skal forbrenne avløpsslam i anlegget. Uansett må slammet tørkes før det kan forbrennes i anlegget til Saugbrugsforeningen. Mengdene avløpsslam er imidlertid så små i forhold til det andre avfallet som forbrennes i anlegget, at man ikke skulle få noen problemer med de aktuelle mengdene rent kapasitetsmessig.

8.1.3 Borregaard Industries Ltd., Sarpsborg

Borregaard har hatt et forbrenningsanlegg for bark og bioslam i drift i ca. 2 år. Man har ikke kapasitet til å ta imot annet avfall enn det man har selv på dette anlegget, og man avsto å ta imot avfall fra Peterson, Greaker, ved forespørsel fra denne bedriften. Vi kan derfor ikke forvente at Borregaard vil kunne forbrenne avløpsslam.

8.2 Forbrenning i eget forbrenningsanlegg

Dersom man skulle komme i den situasjonen at verken bønder eller eksisterende forbrenningsanlegg vil eller er i stand til å ta imot slammet fra avløpsrensaneanleggene, ville man måtte vurdere å bygge et separat forbrenningsanlegg for avløpsslammet som ikke kan brukes på grøntområder. Dette vil uansett ikke være noen god løsning, da slammet vil komme fra flere renseanlegg spredt rundt hele fylket, og man ville måtte bygge ett sentralt tørke- og forbrenningsanlegg for å få ned kostnadene mest mulig. Det vil også ta mange år fra man bestemmer seg for å bygge et forbrenningsanlegg, til dette er ferdig for å ta imot slam. Man må forvente sterke protester fra naboene til et slikt anlegg, og dette vil antakelig forsinke prosessen ytterligere. Det synes derfor som om dette alternativet er lite realistisk. Vi skal likevel gjøre en regneøvelse for å anslå kostnadene ved et slikt prosjekt.

Avvannet slam fra renseanleggene i Østfold vil måtte fraktes til et felles behandlingsanlegg der slammet vil måtte tørkes til minst 60% tørrstoff og deretter forbrennes i en virvelsjiksovn eller en fluidized bed-ovn. Kapasiteten på denne ovnen, ville avhenge av om man forventer at alt slammet i Østfold vil måtte behandles i anlegget i perioder, eller om noe slam forventes å kunne brukes på grøntarealer selv om bøndene ikke ønsker slam i jordbruket. Vi har regnet på to kapasiteter for et slikt anlegg: Alt slammet i Østfold (7.100 tonn tørrstoff pr. år) og alt utenom det som kan brukes på grøntarealer (4.100 tonn tørrstoff pr. år). Investerings- og driftskostnader for et slikt anlegg er satt opp i tabell 8.1, forutsatt at 2/3 av slammet må fraktes avvannet til anlegget, og at det må bygges et mottaksanlegg for avvannet slam på anlegget. Det understrekes at dette kun er overslagskostnader, og at det må lages et forprosjekt dersom man skal kunne få pålitelige kostnadstall.

Tabell 8.1 Kostnader for bygging av separat anlegg for tørking og forbrenning av avløpsslam fra Østfold.

Slammengde	Investering	Driftskostnad	Årskostnad	Spesifikk kostnad
tonn TS/år	mill. kr	mill. kr/år	mill. kr/år	kr/tonn TS
7.100	68	2,4	8,7	1.200
4.100	50	2,1	6,7	1.600

Å investere i et nytt forbrenningsanlegg for avløpsslammet i Østfold vil bli omtrent like kostbart som å behandle slammet på eksisterende forbrenningsanlegg på FREVAR. Det er derfor snakk om store kostnader enten man benytter eksisterende forbrenningsanlegg eller bygger nytt.

En annen mulighet er å bygge et våtoksidasjonsanlegg for slammet. Fortykket slam utsettes for temperaturer på 250-300°C og trykk på 50-200 bar. Ved tilsetning av luft eller rent oksygen vil det skje en kjemisk oksidasjon av organisk materiale. Dette er et konsept som bl.a. Kværner Water Systems tilbyr, og dersom man er først ute med å kjøpe et slikt anlegg i Norge, vil man muligens få dette noe rimeligere enn et forbrenningsanlegg. Våtoksidasjon er en forbrenning av slammet i væskeform med gjenvinning av energi samt produksjon av

eddiksyre som eventuelt kan brukes til karbonkilde ved nitrogenreanseanlegg. Våtoksidasjon er en gammel prosess som er prøvd ut på mange anlegg med eldre teknologi, med lite tilfredsstillende resultat. KWS-prosessen er ikke utprøvd for behandling av kommunalt avløpsslam, og man kan derfor risikere en del innkjøringsproblemer med prosessen.

Produksjon av olje fra avløpsslam ved pyrolyse har vært forsøkt i pilotskala i Canada, Australia og Japan. Tørket slam varmes opp til 400-450°C under atmosfærisk trykk, men uten tilgang på oksygen. Slammet overføres da til sluttproduktene olje, tjære, ikke-kondenserbare gasser og vann. Det er usikkert om det er bygd noe fullskala anlegg med metoden ennå, selv om canadiere konkluderte med at metoden var økonomisk konkurransedyktig med forbrenning.

9 Ytterligere innsats for å øke bruken av slam i jordbruket

Hensikten med dette prosjektet har vært å se på alternative muligheter for slamdisponering i Østfold fordi jordbruket etter hvert kanskje ikke ønsker å ta imot slam. Vi vil imidlertid understreke at alle alternative slamdisponeringsmetoder til jordbruket er dyrere og krever mer innsats av anleggseierne enn bruk i jordbruket. Vi vil derfor sterkt anbefale anleggseierne i Østfold å gjøre alt de kan for å øke slambruken i jordbruket parallelt med at man ser seg om etter andre mulige løsninger. Vi tror kanskje at en del anleggseiere har gitt opp litt for lett etter at man har vært på noen møter i det lokale bondelaget uten å møte annet enn skepsis til bruk av slam der. Vi mener at det kan være mye å hente på en profesjonell markedsføring overfor den enkelte bonde for å skaffe nok arealer til å få spredd slammet på. Tross alt er det kun 7% av kornarealet i Østfold som skal til for å få en varig avsetning på alt slammet i fylket. Hvis man kan få 30-50 kombønder til å ta imot slam fra hvert av de store renseanleggene, så har man mer eller mindre løst avsetningsproblemet for slam.

Ideelt sett bør alt slammet kunne resirkuleres til jordbruket for å få til en bærekraftig utvikling. Ved bruk av slam i jordbruket blir næringsstoffene i slammet tatt opp av plantene og omdannet til mat. På denne måten får vi et kretsløp for disse næringsstoffene, og næringsstoffene havner ikke på avveier i vassdrag og sjø og forurenses miljøet vårt. Vi behøver heller ikke tilføre så mye næringsstoffer med kunstgjødsel, og på denne måten bl.a. bruke opp jordens lagre av lett tilgjengelig fosfor. I løpet av ca. 70 år hevdes det at de kjente fosforkildene kan være brukt opp, og da vil økte priser på kunstgjødsel kunne føre til en global skjevfordeling av disse ressursene, og bruk av mer forurensede fosforkilder med større innhold av f.eks. kadmium. Fremstilling av nitrogen i kunstgjødsel krever store energimengder, og er også en mindre bærekraftig løsning enn å bruke nitrogen i avløpslam.

Det vil derfor være i både jordbrukets og menneskenes interesse å resirkulere alt slammet til jordbruket. "Godt Norsk" skal stå for bærekraftig produksjon av norsk mat med stor vekt på gjenvinning/resirkulering, og minimal bruk av sprøytemidler, energi og kunstgjødsel, minimal avrenning og minst mulig miljøskader. Et landbruk som avviser resirkulering av slam, er derfor "Ikke Godt Norsk".

I denne forbindelse tror vi at det vil være meget regningssvarende å ansette en fagperson (agronom) som bare har som oppgave å snakke med potensielle slammottakere innen jordbruket, og som kan hjelpe dem med utfylling av søknader og spredning av slam. Eventuelt kunne flere renseanlegg samarbeide om en slik ressursperson, og fylkesmannens miljøvernavdeling kan bidra til å få anleggseierne til å samarbeide om dette. En agronom snakker samme språk som bøndene, og de anleggseierne som har ansatt en slik andre steder i landet, har ikke problemer med å bli kvitt slammet sitt. Det er imidlertid viktig at vedkommende er godt skolert på fordeler og ulemper med bruk av slammet og er i stand til å drive saklig informasjon. Slik vi oppfatter stemningen i jordbruket i dag, vil ansettelsen av en slik ressursperson kunne være den beste investeringen man kan gjøre for å få avsetning på alt slammet i fylket.

10 Referanser

- Andersen, D.O., 1990 Kartlegging av kjemiske og bakteriologiske forhold i avrenningsvannet fra et forsøksfelt der det er lagt ut kloakkslam som jordforbedringsmiddel. Dueknipenprosjektet. Miljø- og bruksmessige forhold ved bruk av kompostert slam. Rapport 1. Fylkesmannen i Vest-Agder, Miljøvernavdelingen, Kristiansand.
- Eik, K., 1992 Kartlegging og vurdering av kompostert kloakkslam som vekstmedium for ulike plantetyper, herunder bartrær og lauvtrær samt ulike grasarter. Dueknipenprosjektet. Miljø- og bruksmessige forhold ved bruk av kompostert slam. Rapport 2. Fylkesmannen i Vest-Agder, Miljøvernavdelingen, Kristiansand.
- Kalsson, I., Göransson, J., Hagström, L. & Magnusson, P., 1996 Thermal Sludge Treatment to Decrease Sludge Volume and Recycle to New Products. Chemical Water and Wastewater Treatment IV. Proceedings of the 7th Gothenburg Symposium 1996. September 23 - 25, 1996. Edinburgh, Scotland. Springer Verlag. ISBN 1-540-61624-1.
- NGU, 1992 Ressursregnskap for sand, grus og pukk i Østfold fylke 1990. Norges geologiske undersøkelse, rapport nr. 92.252. Trondheim.
- NGU, 1995 Grus- og pukkgregisteret 1994. Norges geologiske undersøkelse, rapport nr. 95.074. Trondheim.
- Nedland, K.T., 1995 Slamplan for Østfold. Fylkesmannen i Østfold, Miljøvernavdelingen, Moss. Rapport 6 - 1995
- Sander, O., 1996 Samtale med driftsleder Ove Sander, HIAS.
- Skaug, A. & Nedland, K.T., 1994 Slam på grøntarealer. Erfaringer fra et demonstrasjonsprosjekt. Vekstsesongen 1994. NORVAR - Norsk VA-verkforening, Hamar. NORVAR-rapport nr. 44 - 1994.
- Thorvik Helgen, B., Skaug, A., Paulsrud, B. & Nedland, K.T., 1993 Slam på grøntarealer. Erfaringer fra et demonstrasjonsprosjekt. NORVAR - Norsk VA-verkforening, Hamar. NORVAR-rapport nr. 28 - 1993.
- Ødeby, T., Netteland, T & Solheim, O.E., 1996 Thermal Hydrolysis as a Profitable Way of Handling Sludge. Chemical Water and Wastewater Treatment IV. Proceedings of the 7th Gothenburg Symposium 1996. September 23 - 25, 1996. Edinburgh, Scotland. Springer Verlag. ISBN 1-540-61624-1.
- Ødegaard, H., Barlindhaug, J., Böhleng, E. & Æsøy, A., 1996 Wastewater Treatment and Resources Reuse Based on Pre-Precipitation, Biofilm Reactors and Thermal Sludge Hydrolysis. Chemical Water and Wastewater Treatment IV. Proceedings of the 7th Gothenburg Symposium 1996. September 23 - 25, 1996. Edinburgh, Scotland. Springer Verlag. ISBN 1-540-61624-1.