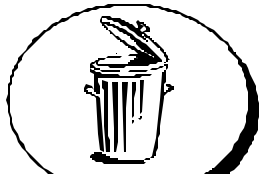


Rapport nr. 501/67

**VEILEDNING I VÅTKOMPOSTERING
AV ORGANISK AVFALL**
Avfall fra fiskeoppdrett, husdyrgjødsel,
kloakkslam, etc.



PROBLEMAVFALL

RAPPORT-TITTEL

VEILEDNING I VÅTKOMPOSTERING AV ORGANISK AVFALL Avfall fra fiskeoppdrett, husdyrgjødsel, kloakkslam, etc.

RAPPORTNUMMER	501/67	PROSJEKTNUMMER	501
UTGIVER	RUBIN	DATO	August 1997

UTFØRENDE INSTITUSJONER

Tjøtta Fagsenter, Planteforsk (tidligere Tjøtta Forskningsstasjon)
8860 Tjøtta
Tlf: 75 04 63 20

Kontaktperson: Ronald Bjøru

SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER

Det tidligere RUBIN-prosjektet "Gjødsel av problemavfall fra fiskeoppdrett" ved Planteforsk Tjøtta fagsenter (tidligere Tjøtta Forskningsstasjon) konkluderer med at samkompostering av ensilert dødfisk og husdyrgjødsel (våtkompostering) er svært gunstig både ut fra hensyn til hygienisering, stabilisering og bruk av sluttproduktet som gjødsel på jordbruksarealer. (Kfr. RUBIN-rapport 501/48). Metoden kan også være anvendbar for behandling av annet organisk avfall og kloakkslam.

For å spre kunnskap om slik samkompostering, virkning av produktet på plantevekst, samt ulike praktiske og økonomiske forhold, er det derfor utarbeidet en veileder som beskriver disse forholdene. Veilederen er myntet på gårdbrukere som har planer om omlegging til våtkompostering av husdyrgjødsel og mottak av organisk avfall utenfra, fiskeoppdrettere som ønsker lokale og billigere avsetningsmuligheter for sitt organiske avfall, foruten planleggere/veiledere innenfor landbruk, fiskeoppdrett og miljøspørsmål i kommuner og avfallsselskap, samt offentlige myndigheter.

Det beskrives myndighetenes krav til behandling av avfall og bruk av komposten, råstoff- og kompostegenskaper, prosessforløp, ulike tekniske løsninger, utnyttelse og spredning av komposten, og økonomiske forhold. Samkompostering av husdyrgjødsel med andre typer organisk avfall, som kloakkslam og organisk avfall fra privathusholdninger, er også belyst. Videre er det vist et eksempel på et moderne kontinuerlig våtkomposteringsanlegg for flere typer organisk avfall, som nylig er bygd på Frøya.

Veilederen er utarbeidet i samarbeid med Institutt for tekniske fag, Norges Landbrukshøgskole og Val Landbruksskole.

Konklusjon:

Våtkompostering av organisk avfall sammen med husdyrgjødsel hos bonden er interessant fordi man allerede vil ha et praktisk opplegg for spredning av komposten. Man får en mer høyverdig utnyttelse av komposten enn det man i praksis ofte har ved andre komposteringsmetoder. Dessuten er økonomien interessant, og mange gårdsbruk vil være interessert i å etablere slik virksomhet.

VÅTKOMPOSTERING AV ORGANISK AVFALL

AVFALL FRA FISKEOPPDRETT SAMKOMPOSTERT MED ANNET ORGANISK AVFALL, SLAM OG HUSDYRGJØDSEL

**Veileder for gårdbrukere, fiskeoppdrettere og planleggere i kommuner og
avfallsselskap**

Ronald Bjøru, Planteforsk Tjøtta fagsenter
Odd Jarle Skjelhaugen, Inst. for tekniske fag, NLH
Petter Stevik, Val landbruksskole

FORORD

Foreliggende hefte er ment som en innføring i en aktuell metode for behandling og bruk av organisk avfall som en ressurs. Utgangspunktet er de forsøk som ble gjennomført ved Planteforsk Tjøtta fagsenter (tidligere Tjøtta forskingsstasjon) i årene 1992-95 i behandling og bruk av ensilert dødfisk fra oppdrettsnæringen. En samkompostering av ensilert dødfisk og husdyrgjødsel viste seg svært gunstig ut fra kravene til hygienisering, stabilisering og bruk av sluttproduktet som gjødsel på jordbruksareal. Metoden er imidlertid også anvendbar for behandling av annet organisk avfall og kloakkslam, og disse mulighetene er også tatt med i denne rapporten.

Landbruket har stilt seg positiv til mottak av organisk avfall som en innsatsfaktor i jordbruket. Forutsetningen er at avfallet ikke gir negativ effekt på jord og produktkvalitet, hverken på kort eller lang sikt, og at det samtidig har en klar og dokumenterbar nytteverdi.

For de som er interessert i den muligheten rapporten peker på, er det viktig at lokale forhold klarlegges slik at en investering i anlegg blir regningssvarende. Dette gjelder både typer av avfall, avfallsmengder og hvilken godtgjørelse en kan få for mottak og behandling av avfallet. Det kan være variabel tilgang på en avfallsressurs som dødfisk, og det er derfor viktig at nye anlegg bygges for å ta vare på flere typer avfall for å sikre økonomien. Det er også viktig at en setter seg inn i de krav til behandling som foreligger idag, og den kunnskap om emnet som er tilgjengelig. Det er derfor satt opp henvisning til annen relevant litteratur bakerst i rapporten. Denne oppstillingen er neppe komplett, men kan være en start.

Myndighetene stiller ulike krav til behandling og bruk av de forskjellige avfallstypene. Metoden med samkompostering av flere avfallstyper, og også ulik anvendelse av sluttproduktet, fører til et behov for samordning av flere krav som kan tilpasses denne behandlingsmetode. Dette er et område myndighetene må ta tak i.

Målgruppen for dette heftet er gårdbrukere som har planer om omlegging til våtkompostering av husdyrgjødsel og mottak av organisk avfall (fiskeavfall, slam, mm.), fiskeoppdrettere som ønsker alternative, lokale og kanskje rimeligere avsetningsmuligheter for sitt organiske avfall, og planleggere/veiledere innen landbruk, fiskeoppdrett og miljø/avfallsspørsmål i kommuner og avfallsselskap.

Vi vil rette en spesiell takk til Harald Teigås, Frøya, som har tatt tak i de mulighetene denne metoden gir og bygd opp et anlegg som kan vise seg å være en løsning på avfallsproblem som mange kommuner har vært på leting etter.

Utarbeidelsen av dette heftet er en samfinansiering av Stiftelsen RUBIN og Planteforsk Tjøtta fagsenter i tilknytning til RUBIN-prosjektet "Gjødsel av problemavfall fra fiskeoppdrett" (RUBIN-rapport 501/48).

INNHOOLD:

side:

1.	BAKGRUNN.....	4
2.	KRAV TIL AVFALL, BEHANDLINGSMÅTE OG PRODUKT.....	5
3.	NÆRINGVERDIEN AV FISKEAVFALL.....	7
4.	KOMPOSTERINGSPROSESSEN.....	8
4.1	Tekniske løsninger.....	8
4.2	Samkompostering av fiskeensilasje og storfegjødsel.....	10
4.3	Tap av nitrogen i prosessen.....	11
4.4	Luktkontroll.....	12
4.5	Skum.....	13
4.6	Når er komposten ferdig ?.....	14
5.	UTNYTTELSE AV KOMPOSTVARMEN.....	15
6.	SPREDNING AV KOMPOSTEN.....	16
7.	VIRKNING PÅ PLANTEVEKSTEN.....	17
8.	SAMKOMPOSTERING AV ANNET ORGANISK AVFALL, SLAM OG HUSDYRGJØDSEL.....	18
8.1	Avløpsslam.....	18
8.2	Husholdningsavfall.....	18
9.	EKSEMPEL PÅ VÅTKOMPOSTERINGSANLEGG.....	19
10.	PRINSIPPSKISSE FOR LOKAL RESIRKULERING AV ORGANISK AVFALL.....	23
11.	ØKONOMI.....	25
12.	OPPSUMMERING OG KONKLUSJON.....	26
13.	RELEVANT LITTERATUR.....	27

1. BAKGRUNN

Avfall fra oppdrettsnæringen i form av dødfisk har enkelte år hatt et betydelig omfang. Det primære mål er å minimalisere avfallsmengden, dernest å ta vare på avfall, som uansett vil være der, på en forsvarlig måte - helst som en ressurs slik at næringsstoffene utnyttes, dvs gjennom **resirkulering**. Etter hvert har det dukket opp endel muligheter for bruk av avfallet, bl.a. til fôr og til gjødsel. Ved resirkulering kan det av smittemessige og økonomiske grunner være ønske om kortest mulig veg fra avfall til produkt gjennom **lokal anvendelse og direkte kontakt mellom produsent og bruker**. Slike ordninger kan etableres der hvor de kan gjøres lønnsomme. Mengde dødfisk pr år er beregnet til 10-12 000 tonn på landsbasis (1995). Avfall fra slakterier er beregnet til 46 000 tonn årlig. Dette avfallet har best anvendelsesverdi til fôr eller som olje.

Komposteringsforsøkene ved Tjøtta fagsenter viser at **våtkompostering gir sikrest hygienisering av avfallet, samtidig som produktet er velegnet som gjødsel og har videst bruksområde på landbruksarealer**. Samme erfaring er gjort under utprøving i stor skala på Val landbruksskole. Avfallet bør helst komposteres sammen med en mer energifattig masse som husdyrgjødsel eller kloakkslam. At komposteringsutstyret er knytt til gårdsbruk som ønsker å kompostere husdyrgjødsel gir samtidig metoden en stor grad av fleksibilitet ved varierende tilgang på avfall, tilgang på spredeareal og en direkte anvendelse av produktet som gjødsel.

Med **våtkompostering** menes innpisking av luft i en våt masse slik at det blir et gunstig miljø for luftkrevende (aerobe) mikroorganismer som er effektive i nedbrytning og omdanning av organisk materiale. En effekt av denne aktiviteten er at temperaturen stiger, og kan under optimale forhold nå opp i 65-70°C. En slik høy temperatur er ikke ønskelig pga større tap av næringsstoffer, og en prøver å styre temperaturen ved mengde luft som piskes inn, slik at en kun oppnår den tilstrekkelige varme som kreves for hygienisering av massen.

Primært vil det være kadaverøs dødfisk og feilgjæret ensilasje som er aktuelt å utnytte som gjødsel/jordforbedringsmiddel. Sorteringsrutinene på oppdrettsanlegg og mulighetene for avsetning av ferskt avfall til fôr vil være avgjørende for mengde avfall. Oppdrettsanlegg som får levert ferskt avfall til en lavere kostnad enn til våtkompostering vil være nøye med sorteringsrutinene og behandling av avfallet. Imidlertid kan våtkompostering til gjødsel også være aktuelt for dette avfallet dersom ferskt og kadaverøst avfall blir blandet, eller dersom våtkompostering hos en lokal gårdbruker er rimeligere eller på annen måte mer gunstig enn å sende avfallet til fôrproduksjon.

Formålet med dette heftet er å bidra til spredning av den kunnskap som i dag finnes om samkompostering av husdyrgjødsel og avfall, hvilken virkning den har for plantene og de praktiske og økonomiske forhold ved denne behandlingen. Målet er å få igang våt-kompostering i områder hvor dette er fornuftig, og dette heftet skal være en veileder for å få dette til.

2. KRAV TIL AVFALL, BEHANDLINGSMÅTE OG PRODUKT

Miljøvernmyndighetene godtar ikke lenger at avfall fra oppdrettsanlegg skal graves ned eller legges i deponi, men krever at det gis en forsvarlig behandling og primært resirkuleres. Fra 1998 vil dette gjelde alt våtorganisk avfall.

Veterinærmyndighetene stiller krav til behandling som medfører at de organismene som fremkaller sjukdommene furunkulose (*Aeromonas salmonicida*) og ILA (infesiøs lakseanemi) blir drept i en behandlingsprosess for avfall fra oppdrett.

Furunkulosebakterien blir drept ved tilstrekkelig ensilering, dvs. ca. en uke ved pH 3,8 -4,0. I forsøk er det også registrert at ILA-agens blir drept etter 1 døgn ved pH 4,0 i maursyre. Veterinærmyndighetene anbefaler i tillegg at avfallet får en varmebehandling på 55° C i 2 timer. Denne temperaturen tar knekken på både ILA- og furunkulosesmitte uavhengig av kvaliteten på ensileringa. Denne temperaturen har det ikke vært problem å nå opp i ved de våtkomposteringsforsøkene vi har kjørt til nå, og det trengs en relativt liten andel (10 %) energirik avfall for å sikre tilstrekkelig temperaturstigning. Nyere undersøkelser viser at furunkulosebakterien blir drept ved 50°C i ett minutt, og ILA-agens er inaktivt ved 50°C i 5 minutter.

For veterinærmyndighetene er det av stor betydning hvilken bruk avfallet skal ha. Ved gjødsling/jordforbedring er det relativt små muligheter for gjensmitte. Veterinærmyndighetene har derfor antydnet at godt ensilert materiale (pH 3,8 - 4,0) kan brukes direkte, men da etter en godkjenning av distriktsveterinær/fylkesveterinær. Sikkerheten for god hygienisering av avfallet er imidlertid størst ved både en ensilering og varmebehandling gjennom kompostering, i tillegg til at bruksområdet og sikkerhet for godt avlingsresultat er størst ved en våtkompostering.

Veterinærmyndighetenes regelverk er likt over hele landet uavhengig av om området er erklært ILA-fritt eller ikke.

I forbindelse med tilpasning av norsk regelverk til EØS-avtalen vedtok Landbruksdepartementet 13.07.94 «Forskrift om transport av animalsk avfall og anlegg som behandler animalsk avfall». Avfall i form av dødfisk håndtert etter forskriftene (dvs. kvemet og ensilert), og som blir brukt til gjødsel/jordforbedring, kommer ut fra forskriftens formål neppe inn under avfallskategorien «høyrisikoavfall» som etter § 21 ikke skal komposteres (fylkesveterinæren i Nordland, pers. medd.). Ved etablering av nye komposteringsanlegg bør en imidlertid ha en avklaring med veterinærmyndighetene.

Landbruksdepartementet og Statens landbrukstilsyn mener i utgangspunktet at det er ønskelig at landbruket bidrar til resirkulering av organisk avfall. Betingelsen er at avfallet ikke forringer jordas kvalitet, hverken på kort eller lang sikt. Dette medfører bl.a. at avfallet ikke må inneholde skadelige stoffer eller ha egenskaper som kan være negative for brukeren. I tillegg må det ha en klar og dokumentert nytteverdi. Dette samsvarer med det syn Norges Bondelag har gitt uttrykk for.

Det er krav om at fiskeavfall til gjødsel/jordforbedringsmiddel ikke skal inneholde antibiotika som i mengde medfører helse eller miljørisiko ved bruk. Medisinholdig avfall er derfor holdt utenfor denne delen av forsøkene og denne veilederen forutsetter avfall uten medisinrester. I framtida kan det bli aktuelt også å resirkulere slikt avfall dersom en finner akseptable metoder for nedbrytning, eller avfallet kommer under den grenseverdi for antibakterielle midler på 50 ppb som Statens landbrukstilsyn har satt til ensilasje som fôrråstoff.

Tilgang på ledig **spredeareal** er en begrensning ved bruk av organisk gjødsel. Hvor mye spredeareal som er ledig vil variere endel fra gårdsbruk til gårdsbruk avhengig av hvor intensiv drift det er og om det er ikke-grovfôrbaserte husdyrproduksjoner som gris eller høns. For gårdsbruk som bare driver melkeproduksjon eller annen grovfôrbasert husdyrproduksjon vil det i de aller fleste tilfeller være ledig spredeareal. Hovedregelen er at andel **ledig** spredeareal øker jo lengre nord en kommer fordi krav til spredeareal for gjødsel pr dyreenhet er likt for hele landet, mens arealet som kreves til fôrproduksjon pr dyreenhet øker jo lengre nord en kommer. Fra og med Trøndelag og nordover er som regel ca. halvparten av dyrkajord-arealet på slike gårder ledig for gjødsling med annen organisk gjødsel enn den gården selv produserer.

Hvor mange da. ledig spredeareal en har vil en få opplyst ved henvendelse til det lokale landbrukskontor. Begrensningen i mengde organisk gjødsel som kan tilføres bestemmes av mengde nitrogen (N) og fosfor (P) i gjødsla. Ut fra de gjennomsnittsverdier vi har funnet i ensilert fiskeavfall for disse næringsstoffene kan det brukes en mengde som tilsvarer ca. **1,4 m³ rein fiskeensilasje pr. da. ledig spredeareal**. Et gårdsbruk på 200 da og kun grovfôrbasert husdyrproduksjon (melkeproduksjon) vil da normalt ha rundt 100 da ledig spredeareal og kan dermed ta imot ca. 150 m³ fiskeensilasje

Leveringsmåte: Ved levering er det ønskelig at oppdretter dokumenterer hva massen inneholder av:

- Vanntilsetting
- Medisinbehandlet fisk (type medisin)
- Sykdomsbefengt fisk
- Slakteriavfall
- Kadaverfisk
- Evt. andre opplysninger av betydning for gårdbruker

Avfallet skal være kvernet, ensilert med maursyre (2-3% av avfallsmengden) og tilsatt antioksidant. Mengde antioksidant utgjør 1% av syremengden. Syre og antioksidant skal blandes før tilsetting. Denne prosessen medfører at avfallet får en suppelignende, tyktflytende konsistens med en pH på 3,8 - 4,0. Kverning og ensilering bør helst skje rutinemessig ute på anlegget slik at massen er stabilt lagret.

Det er viktig å understreke at renslighet er nødvendig og at levering skjer uten søl. Søl på klær, sko og utstyr vil raskt harskne og gi fra seg lukt. Grundig rengjøring og desinfeksjon av emballasjen er nødvendig.

Idag er det krav om opptak av dødfisk hver dag i sommerhalvåret og annen hver dag i vinterhalvåret. Ved gode rutiner på oppdrettsanleggene for å kverne og ensilere dødfisken med det samme den tas opp, vil en få en bedre kvalitet på ensilasjen og bl.a. unngå større luktulempen under senere behandling.

3. NÆRINGVERDIEN AV FISKEAVFALL

Laks og dermed fiskeensilasje har et høyt innhold av endel viktige plantenæringsstoffer. Nedenfor er satt opp en sammenligning mellom gjennomsnittstall for fiskeensilasje og storfe gjødsel.

Tabell 1 Innhold av tørrstoff, fett og endel næringsstoffer i ubehandlet fiskeensilasje og husdyrgjødsel.

Hva er analysert:	Fiskeensilasje	Husdyrgjødsel
Tørrstoff, %	27,5	5,9
Feitt, %	10,2	0,31
Nitrogen (total), %	2,13	0,25
Fosfor (P), g/kg	2,37	0,53
Kalium (K), g/kg	2,27	2,00
Magnesium (Mg), g/kg	0,37	0,36
Kalsium (Ca), g/kg	4,47	1,00
NH ₄ -N (ammonium), %	0,07	0,12
pH	3,8	7,1

Fiskeensilasje har et høyt nitrogeninnhold - ca. 10 ganger høyere enn vanlig blautgjødsel fra storfe. Fosfor er 4-5 ganger høyere, mens kaliuminnholdet ligger omtrent på nivå med husdyrgjødsel. **1 tonn fiskeensilasje inneholder dermed ca. 21 kg N, ca. 2,5 kg P og vel 2 kg K. Etter plantenes behov for næring vil forholdet mellom N og P være akseptabelt, mens det er klart for lite K dersom fiskeensilasje skulle nyttes som eneste gjødsel eller hvis andelen av fiskeensilasje er høy.**

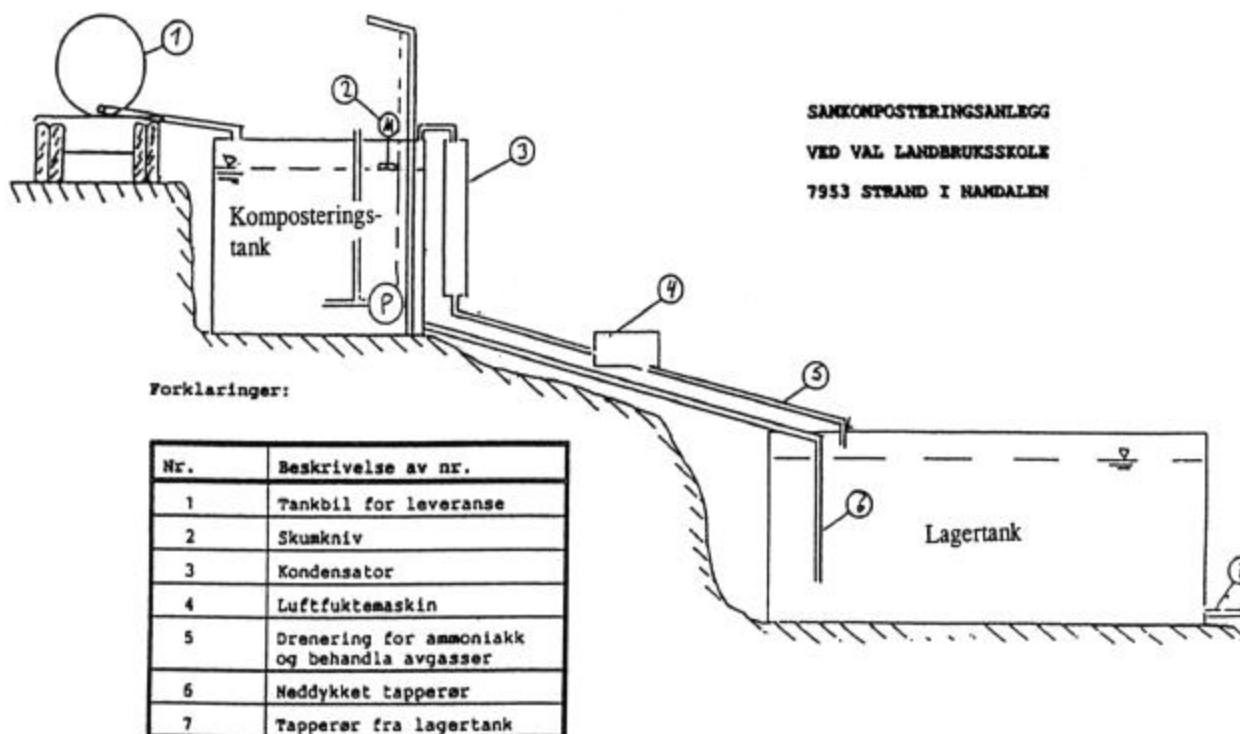
Feitinnholdet i fiskeensilasjen er høy - ca. 10 % mot ca. 0,3 % i vanlig blautgjødsel. Det høye feitinnholdet gjør det vanskelig å kunne anbefale ubehandlet fiskeavfall til bruk på jordarter som fra før har vanskelige infiltrasjonsforhold, som myr og leirjord. Samtidig er feitinnholdet årsaken til den varmemengden som oppnås i komposteringsprosessen - det er "maten" til mikroorganismene og medfører en stor aktivitet av disse og dermed en høy temperatur. Kompostert fiskeensilasje har derfor et betydelig lavere feitinnhold.

4. KOMPOSTERINGSPROSESSEN

4.1 Tekniske løsninger

Våtkompostering av organisk avfall kan gjennomføres på flere måter. Hvilken metode som velges avhenger av de aktuelle bygningsløsninger på stedet, tilgang på avfall og hva en ellers ønsker å oppnå. Våtkomposteringsmetoder, tekniske løsninger og utstyrsleverandører er rimelig godt kjent innenfor landbruksnæringen. I prinsippet kan komposteringen skje på én av på to måter:

A. Porsjonsvis kompostering der reaktoren fylles opp, massen komposteres ferdig, reaktoren tømmes (nesten) og massen går i en lagringstum før neste påfylling av reaktoren. Ved denne metoden trenger en ikke egen lagringstank for mottak av avfall, men tilsetter avfallet rett i komposteringstanken. En kan kompostere når og hvis det er tilgang på avfall og kan også begrense komposteringen til en kortere periode på våren. En kan også velge å samkompostere gjødsel/avfall bare når det er tilgang på avfall og la den øvrige husdyr-gjødsel gå ukompostert i lagerkummen. Figuren nedenfor viser prinsippet:



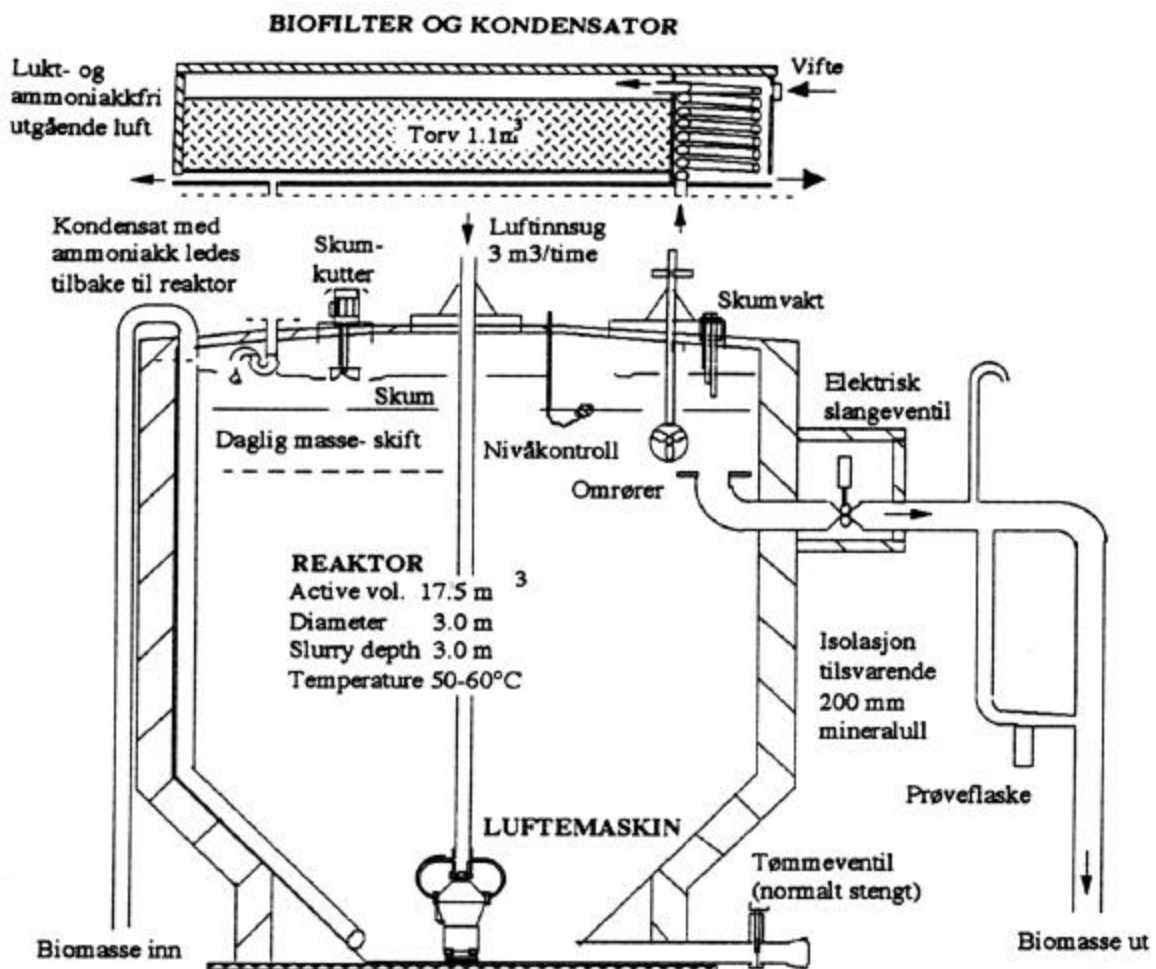
Figur 1. Prinsippiskisse for porsjonsvis kompostering (Val landbruksskole)

Metoden krever en relativt stor komposteringstank (60-80 m³) for å kunne ta imot et lass med avfall og samtidig ha nok tankvolum til husdyr-gjødsel som avfallet bør samkomposteres med. Tanken bør plasseres stående og være lukket. Det øvrige komposteringsutstyret (luftemaskin) må også være av en størrelse som er tilpasset tankvolumet. Prinsippet med alt inn/alt ut kan medføre større usikkerhet for hvordan hver ny komposteringsprosess vil forløpe. En kan redusere usikkerheten noe ved å ha litt masse igjen i tanken fra forrige kompostering slik at en har en "startkultur" når en tilsetter en ny porsjon gjødsel/avfall. Denne metoden er benyttet i stor skala ved

Val landbruksskole, og forsøkene i småskala utført ved Tjøtta fagsenter bygger også på dette prinsippet.

B. Kontinuerlig kompostering medfører at reaktortanken tømmes og fylles satsvis (f.eks. en gang pr. dag) der den ferdigkomposterte massen går til lagringskummen, mens reaktoren fylles opp igjen med ukompostert masse. Med en oppholdstid for massen på en uke i reaktoren vil en tilsette og ta ut 1/7 av massen hver dag. Ved kontinuerlig kompostering er det nødvendig med en mottakskum/mellomlager for avfall. På grunn av jevnere temperatur i massen gir denne metoden bedre muligheter til utnyttelse av kompostvarmen. En får også en mer stabil kompostering siden en unngår problemer som kan oppstå hver gang en skal starte en ny prosess.

For nyanlegg kan det også være en løsning at en i stedet for gjødselkjeller i tilknytning til husdyrrom, har et lite bufferlager før gjødsla går til kompostering og deretter til en lagringskum. Dersom den ferdigkomposterte massen føres gjennom mellomager for avfall (og evt. et tilsvarende for husdyrgjødsel) kan en oppnå den effekten at massen som skal inn til kompostering får en høyere temperatur allerede før kompostering. Dette er imidlertid ikke utprøvd, og bør testes mht effekt og eventuelle bivirkninger.



Figur 2. Prinsippkisse for reaktor for kontinuerlig kompostering (eksemplet er et 18 m³ anlegg)

En kan også her velge å kompostere når en har avfall tilgjengelig og ellers bare kompostere husdyrgjødsel eller la den gå direkte i lagerkummen. Figur 2 ovenfor viser en prinsippskisse for kontinuerlig kompostering. Hvorvidt en har forvarming på avfall og evt. gjødsel, utnytter varmeproduksjonen fra komposteringen til andre formål eller har bufferlager for husdyrgjødsel i stedet for uttak fra gjødselslager under fjøs, vil avhenge av kostnader, gårdbrukers ønske og tidligere bygningsløsninger.

I forsøkene som er gjort og i beskrivelsen nedenunder refereres det stort sett til metoden porsjonsvis kompostering. For nyanlegg, med tanke på resirkulering av flere typer avfall og eventuelt også utnyttelse av kompostvarmen, vil imidlertid metoden med kontinuerlig kompostering være mest aktuell. Alfa Laval Agri og Institutt for tekniske fag, NLH, har utviklet en slik våtkompostreaktor med prosesskontroll. Eksemplet som er vist i kapittel 9 bygger på denne metoden.

Kompostering i store gjødselslagre, f.eks. under dyrerom eller i store utendørslagre, er ikke egnet. En slik kompostering vil vanskelig oppnå tilstrekkelig temperatur for hygienisering av avfallet.

4.2 Samkompostering av fiskeensilasje og storfegjødsel.

Ved samkompostering av husdyrgjødsel og fiskeensilasje er det viktig å ta hensyn til mengdeforholdet mellom avfallstypene. Følgende forhold gjør seg gjeldende:

Andelen av fiskeensilasje bør være såpass høy at det blir nok energi (i dette tilfellet feitt) til å oppnå en temperatur som tilfredsstiller kravet til hygienisering. I storskala er det gjort forsøk med ned til ca. 15 % innblanding av fiskeensilasje og oppnådd temperaturer på rundt 60° C. I en mindre våtkomposteringsenhet (1 m³) har en på Tjøtta fått vel 62° C ved bruk av 10 % fiskeensilasje og 90 % husdyrgjødsel. Dette tyder på at en uten problemer kan gå ned til 10-15 % innblanding og likevel få god nok hygienisering av avfallet. Med litt høyere andel av fiskeensilasje har temperaturen både i småskala- og storskalaanlegg kommet opp i 65-70°C.

Andelen av fiskeensilasje i samkomposteringen bør heller ikke være for høy. Mye fiskeensilasje i forhold til husdyrgjødsel vil medføre en lav pH i massen som skal samkomposteres. Dermed blir det et dårligere miljø for mikroorganismene og det tar noe lengre tid før prosessen kommer i gang og temperaturen stiger til ønsket nivå. pH stiger gjennom prosessen pga. omdanning av organisk N til ammonium (NH₄-N), og har for alle de undersøkelser vi har gjort endt på pH 7-9, uansett hvilken pH en hadde i utgangspunktet. Dersom det ligger igjen noe masse fra forrige kompostering er dette problemet mindre. Det er imidlertid mulig å kompostere ren ensilasje, men da må temperaturen på avfallet i utgangspunktet være høyt, slik at fett er av en tynnere konsistens. Ved lav temperatur på slikt avfall vil det være redusert funksjon på luftemaskinen.

En høy andel (dvs. 40-50 %) med fiskeensilasje medfører også en litt uheldig nærings sammensetning dersom det brukes som eneste gjødselslag. Kalium-innholdet vil da være såpass lavt i forhold til N og P at en må regne med ekstra tilførsel av K på de fleste jordarter. Går komposteringsmassen over i en større lagerkum vil det være forholdet mellom fiskeensilasje og husdyrgjødsel i hele denne massen som vil avgjøre et evt. tilleggsbehov for K. Det har også vært gjort forsøk med kompostering av kun fiskeavfall, noe som kan gi uheldige resultat. Sannsynligvis bør ikke andelen av fiskeavfall være høyere enn 40-50 % i komposteringsprosessen.

Selv om feittet for en stor del forbrukes i våtkomposteringsprosessen vil det likevel være en større andel feitt igjen ved samkompostering med mye fiskeavfall enn hvis andelen er lavere. I de tilfeller

hvor samkompostert masse med stor andel av fisk blir blandet med rein husdyrgjødsel, eller med samkompostert gjødsel der fiskeensilasje utgjør en lav andel, vil dette ikke ha noe å si.

I våre forsøk har vi funnet et blandingsforhold på ca. 20 % fiskeensilasje og 80 % husdyrgjødsel som relativt gunstig både for hurtigheten av prosessen og den næringsmessige sammensetningen for plantene. Dersom en samkomposterer et slikt blandingsforhold lenge nok, dvs. 2-3 uker ved porsjonsvis kompostering, vil feittinnholdet tilsvare omtrent feittinnholdet i vanlig storfegjødsel.

Der det er aktuelt å ha mottak av kloakkslam for kompostering, kan fiskeensilasje med fordel samkomposteres med kloakkslammet. Kloakkslam er energifattig og trenger innblanding av en energirik organisk masse for å oppnå tilstrekkelig temperatur for hygienisering.

Tabellen nedenfor viser nærings sammensetningen i kg i ett tonn av ulike blandingsforhold av fiskeensilasje og husdyrgjødsel etter at blandingen er ferdigkompostert. Verdiene er sammenlignet med verdiene i våtkompostering av kun husdyrgjødsel (0/100)

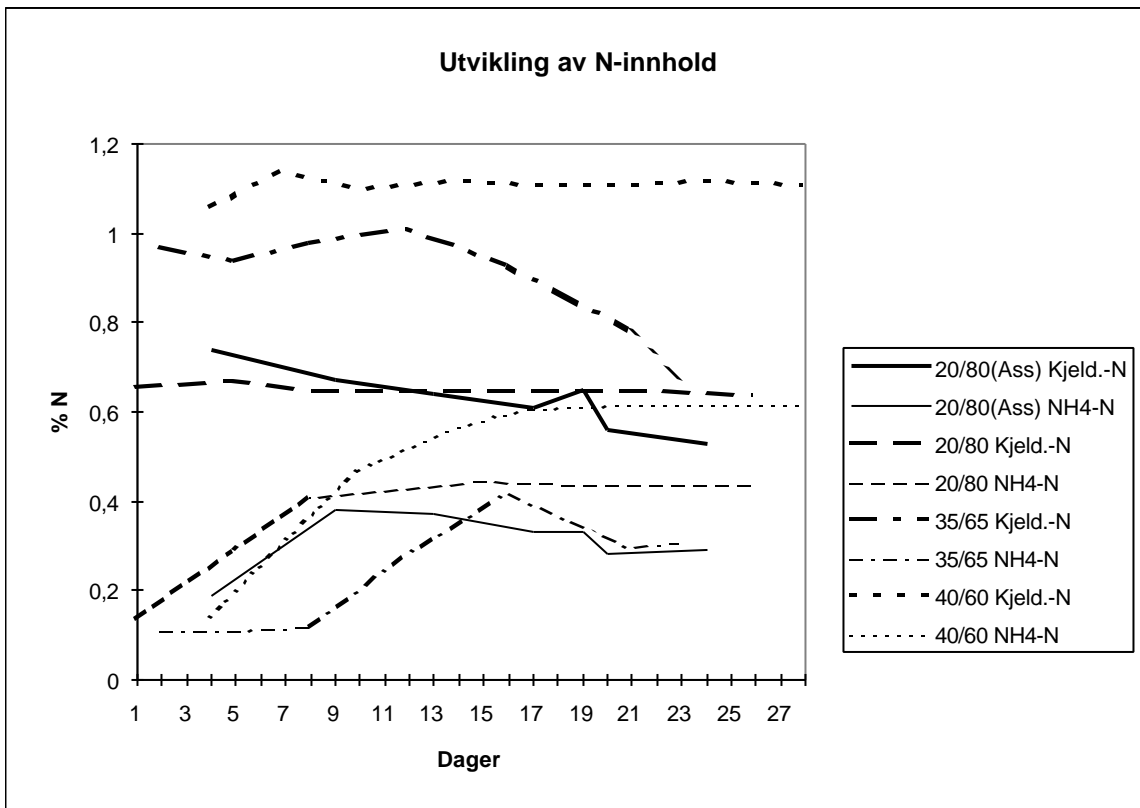
Tabell 2. Næringsverdi i gjødsla ved ulike blandingsforhold av fiskeensilasje og husdyrgjødsel etter komposteringsprosessen.

Næringsstoffer	Fiskeensilasje (%) / Husdyrgjødsel (%)			
	0/100	10/90	20/80	40/60
Nitrogen (N), kg	1,5	3,6	6,1	11,1
Fosfor (P), kg	0,3	0,5	0,8	1,7
Kalium (K), kg	2,1	2,2	2,7	2,8
Magnesium (Mg), kg	0,25	0,29	0,29	0,45
Kalsium (CA), kg	0,74	1,14	1,55	1,97
Feitt, kg	<1,0	1,0	5,2	18,0
Tørrstoff, %	3,4	3,9	6,6	10,9
(Antall prøver	4	1	3	1)

pH for alle disse blandingene lå på 7,0-9,3 for ferdigkompostert masse.

4.3 Tap av nitrogen i prosessen

Figuren nedenfor viser i tillegg til utviklingen av forholdet mellom totalmengden av N og ammonium også en viss reduksjon av nitrogen i løpet av prosessen. Komposterings-prosessene som ligger til grunn for figuren hadde ikke kondensering av avgasser.



Figur 3. Utvikling av total-N og NH_4 i fire våtkomposteringsprosesser med ulike blandingsforhold mellom fiskeensilasje og husdyrgjødsel

En våtkomposteringsprosess under så høy temperatur som er nødvendig for hygienisering av avfallet medfører en viss omdanning av N fra ammonium til ammoniakk i gassform. Høy pH er i tillegg med på å forsterke denne prosessen. Under de komposteringsprosesser vi har gjennomført der gassen har gått ut i friluft fra komposteringstanken har vi registrert et tap av N på inntil 15-20 %. I disse forsøkene har imidlertid prosessen gått lengre enn det som er nødvendig for å oppnå tilfredsstillende hygienisering nettopp fordi vi ønsket å se på utviklingen av næringsstoffene. Selv om prosessen stanses på et tidligere tidspunkt må en likevel regne med et visst tap. Dette tapet reduseres imidlertid betraktelig når en har en lukket komposteringstank og kontroll med lufta som går ut. Det beste er at denne blir kondensert slik at det væskeholdige renner til lagertanken og at lufta samtidig passerer et biofilter for luktreduksjon. Se forøvrig nedenfor om luktkontroll.

Våtkompostreaktoren fra Alfa Laval Agri kan styres slik at det ikke tapes nitrogen ved å:

- utnytte 85-95% av oksygenet i lufta, og dermed redusere luftstrømmen gjennom massen
- kondensere dampen i den varme utgående lufta og lede kondensatet, og dermed den vannløselige ammoniakken, tilbake til reaktoren
- lede utgående luft gjennom et biofilter av torv, som fanger opp den resterende del av ammoniakken, og nytte torva som gjødsel
- begrense oppholdstida i reaktoren til det som er nødvendig for å oppnå hygienisering og stabilisering.

4.4 Luktkontroll

Det første en registrerer etter oppstart er den noe spesielle lukten som er forskjellig fra kompostering av husdyrgjødsel. Er avfallet ensilert etter riktig oppskrift kjennes den først og fremst

som en noe søt lukt, fremmed fra vanlig husdyrgjødsel. Ved feilensilering eller hvis avfallet er kommet langt i nedbrytningsprosessen vil avgassene få en mer ubehagelig, "vond" lukt som avtar etter en tid. Økende temperatur i komposteringsprosessen øker mengden avgasser.

I Alfa Laval-reaktoren kontrolleres dette dels ved liten luftmengde gjennom massen (luftregulering). For begge komposteringsmetodene er det aktuelt med avkjøling av utgående luft og retur av kondensen til reaktor eller lagerkum, og bruk av biofilter med torv/barnåler som luften passerer. Kjølevirkningen i kondensatoren bør være størst mulig fordi uttaket av ammoniakk øker jo lavere temperaturen blir i kondensatoren. Da det i hovedsak er ammoniakkgassen som lukter, vil effektiv kondensering være en vesentlig del av luktreduksjonen.

Avgassen kan også tilsettes Piian (naturlige vegetabiliske oljer). Piian er fortynnbar i vann, og forstøves i en enkel luftfukter før den tilsettes avgassen fra komposteringen. Piian nøytraliserer lukt og fungerer best på råavfall i starten av komposteringsprosessen. Virkningen blir noe dårligere når det dannes store mengder ammoniakk. Avgassrøret bør ha en viss lengde for å få tilstrekkelig oppholdstid av avgasser og Piian før gassen går ut i friluft. Også her vil det være en kondensering av ammoniakk som føres til lagerkum.

Det må også tas hensyn til plassering av reaktoren i forhold til boligområder og framherskende vindretninger for å unngå sjenanse. Normalt vil ikke lukt fra en lukket reaktor med kontroll av utslippslufta være spesielt sjenerende.

4.5 Skum

Skumdannelse ved våtkompostering er et velkjent fenomen. Blandingen av fiskeensilasje og husdyrgjødsel har både høyere tørrstoffinnhold og feittinnhold enn vanlig husdyrgjødsel. Dette medfører at skummet blir seigere og noe vanskeligere å knuse med skumkniv. Økt andel av husdyrgjødsel i forhold til fiskeensilasje, eller tilsetning av vann (evt. kloakkslam), vil senke tørrstoffinnholdet og redusere dette problemet betraktelig. For visse pumpetyper kan massen bli for seig slik at pumpekapasiteten avtar/opphever. Innblanding av vann for å senke tørrstoffinnholdet får igjen ejektoren til å fungere. Holdes temperaturen høy (55°C) kan luftmaskinen kjøres ved relativt høy tørrstoffprosent.

Generelt avtar skumproblemen ved lavt tørrstoffinnhold og ved høyere temperaturer.

I reaktor med luftkontroll brukes skumkutter og evt. en mikser som blander skummet inn i resten av reaktorinnholdet.

Bruk av oljer til skumkontroll egner seg ikke ved komposteringer som det her er tale om da temperaturen i prosessen vil ligge på ca. 55°C og oljer vil da fordunste og den skumdempende virkning opphever.

4.6 Når er komposten ferdig ?

Det er ikke noe entydig svar på dette. Jo lengre prosessen går dess mer omdannet og lettflytende er materialet, men samtidig tapes endel næringsstoffer. Hovedregelen bør være at den nødvendige temperatur for hygienisering må være nådd og massen må ha gode egenskaper for spredning. Dersom andelen av energirikt materiale er høyt, samtidig som infiltrasjonsegenskapen på den jorda en har er dårlig, bør en kompostere en tid utover dette for å sikre en lavere andel feitt i massen.

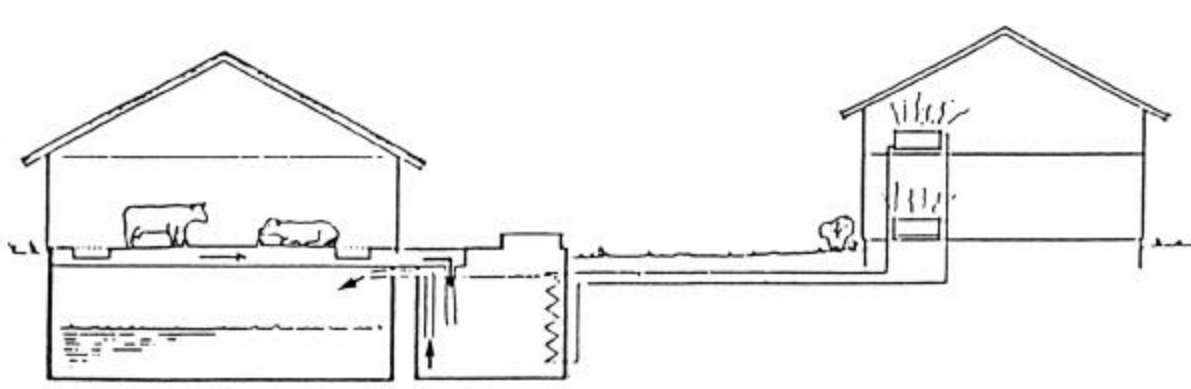
Når det gjelder hygienisering av ensilert avfall fra fiskeoppdrett anbefaler veterinærmyndighetene varmebehandling ved 55°C i 2 timer. Disse betingelsene vil det ikke være noe problem å oppnå ved våtkompostering, når fiskeensilasjen utgjør minst 10% av massen om skal komposteres.

For avløpsslam krever Statens forurensningstilsyn (SFT) en oppholdstid på 23 timer ved 50°C, 10 timer ved 55°C eller 4 timer ved 60°C for å oppnå hygienisering. Produktet skal inneholde mindre enn 2500 termotolerante koliforme bakterier pr gram tørrstoff, og ingen salmonellabakterier eller parasitter skal kunne påvises. For å oppnå en tilfredsstillende stabilisering kreves en gjennomsnittlig oppholdstid på 7 døgn.

5. UTNYTTELSE AV KOMPOSTVARMEN

Komposteringen produserer mye energi. Temperaturnivået kan reguleres ved å styre blandingen av energirikt og energifattig materiale som tilføres reaktoren. Når feit, energirik fisk inngår i råstoffet vil det aldri bli problem med å oppnå høy nok prosessstemperatur. En kan i tillegg nytte isolert reaktor. Fordelen er en bedre/raskere temperaturstigning når utetemperaturen er lav, samtidig som reaktoren ikke avgir så mye varme til omgivelsene. Samme effekt vil en ha dersom en har forvarming av råstoffet som går inn i kompostreaktoren. Dersom en ønsker å utnytte varmeproduksjonen til oppvarming av f.eks. bygninger, kan dette gjøres enklest ved en rørsløyfe inni kompostreaktoren og kople denne til en sirkulasjonspumpe og varmeveksler. Se prinsippsskisse under.

For å kjøre anlegget effektivt med tanke på nedbrytning av fett, må en kvitte seg med overskuddsvarme slik at luftemaskinen arbeider kontinuerlig. Dermed unngår en for høy temperatur og påfølgende ammoniakktap. Temperaturen kan også reguleres ved å regulere lufttilgang, eller la luftemaskinen gå i intervaller med innlagte pauser. Begge disse to siste metodene vil medføre en noe mindre effektiv omdanning av kompostmassen.



Figur 4. Prinsippsskisse for våtkomposteringsanlegg der kompostvarmen brukes til oppvarming av hus. Komposteringskum med varmeveksler og fordeling av varmen gjennom radiatorer i huset. Fra boka Husdyrgjødsel.

6. SPREDNING AV KOMPOSTEN

Forutsetningen ved spredning av kompostert fiskeensilasje er tilgang på ledig spredeareal, minimum 1 da. pr. 1,4 m³ av rein fiskeensilasje.

Metodene for spredning og de hensyn som må tas er de samme som for spredning av kompostert blautgjødsel:

- En bruker samme utstyr som til spredning av blautgjødsel, tankvogn, rør/slange eller gjødsellegger.
- Renslighet og rengjøring i forbindelse med handtering.
- Ved spredning i åpen åker er det en fordel om gjødsla kan moldes ned umiddelbart etter spredning for å redusere forurensning og tap av næring.

Spredning på eng bør foregå i regnvær eller overskyet vær for å redusere tap av næringsstoff og for å unngå sviskader. Samkompostert gjødsel kan inneholde mer fett som lettere henger seg fast i bladverket i tørt vær. Fett som ikke er tilstrekkelig nedbrutt og oksidert vil avgi lukt.

Disse forholdsreglene skyldes også at den samkomposterte massen kan ha en lukt som avviker fra vanlig kompostert husdyrgjødsel.

Mengden som trengs pr da vil avvike fra vanlig husdyrgjødsel. Hvor store mengder som trengs pr. da. vil avhenge av blandingsforholdet mellom avfall og husdyrgjødsel. Se forøvrig tabell s. 11 og kapitlet om virkning på planteveksten.

7. VIRKNING PÅ PLANTEVEKSTEN

For å se på virkningen av fiskeavfall som plantenæring er det gjennomført endel vekstforsøk på grønnførvekster og eng både i veksthus og på friland. Forsøkene har sammenlignet både bruk av:

- rein fiskeensilasje
- tørrkompostert fiskeavfall
- våtkompostert fiskeensilasje/husdyrgjødsel i ulike blandingsforhold
- husdyrgjødsel (både vanlig blautgjødsel og våtkompostert storfegjødsel)
- vanlig fullgjødsel (18-3-15).

Forsøkene er gjennomført i 1992 og 1993. Her oppsummeres resultatene i grove trekk. For spesielt interesserte vises det til sluttrapporten fra prosjektet «Gjødsel av problemavfall fra fiskeoppdrett», RUBIN-rapport nr. 501/48

Forsøkene ga noe varierende resultat. Det som gikk igjen i alle forsøk var at våtkompostert fiskeensilasje + husdyrgjødsel ga vel så bra resultat som tradisjonell husdyrgjødsel og også små forskjeller i avlingsmengde i forhold til handelsgjødsel.

Rein fiskeensilasje ga i 1992 betydelig svakere avlingsmengde enn våtkompostert materiale. På eng ble det dessuten også registrert sviskader i 1992 for rein fiskeensilasje. I 1993 var forskjellene mye mindre - det var ingen statistisk sikre ulikheter i avling mellom gjødselslagene, bortsett fra tørrkompostert materiale som ga statistisk sikker mindre avling enn fullgjødsel 18-3-15 i veksthusforsøk med raigras. I forsøkene fra 1992 ga også tørrkompostert avfall en mindre avling enn våtkompost, husdyrgjødsel og fullgjødsel.

Erfaringene fra forsøkene i 1992 viste også at våtkomposterte blandinger med et høyt innhold av fiskeensilasje, i likhet med rein fiskeensilasje, ga mindre meravling igjen for økte gjødslingsstyrker enn en våtkompost med 20 % innblanding av fiskeensilasje. Også her var forskjellene betydelig mindre i 1993.

Konklusjon:

- Ved bruk av organisk gjødsel i form av fiskeavfall våtkompostert sammen med husdyrgjødsel, tyder forsøkene så langt på at det gir like godt avlingsresultat som tradisjonelle gjødselslag og for en stor del kan erstatte disse.
- Ved bruk av bare fiskeensilasje, eller våtkompost med en høy andel av fiskeensilasje, vil det sannsynligvis være behov for tilleggsgjødsling med kalium.
- Rein, ubehandlet fiskeensilasje har vist et noe varierende resultat, i tillegg til sviskader som kan oppstå ved bruk direkte på eng i tørrvær. I grønnførvekster og gjenlegg kan rein fiskeensilasje gi fra brukbar til god avling. Gjødsel med såpass lav pH som ubehandlet fiskeensilasje har, kan imidlertid være problematisk for endel vekster.
- Tørrkompostert materiale har et klart mindre bruksområde i jordbrukssammenheng, i tillegg til at produksjonsprosessen både er dyrere og mer komplisert.
- Frilands-/rankekompostering har vi foreløpig for dårlig data på til å kunn si noe sikkert om hygienisering og egenskap ved bruk. De testene vi har foretatt omkring dette tyder imidlertid på at den nødvendige temperaturen kan oppnås, men sikkerheten for en gjennomvarming av massen som tilfredsstiller kravene synes ikke god nok. Slik kompost har også begrenset bruksområde.

Det høye næringsinnholdet i fiskeensilasje fører til at vi i enda større grad enn for vanlige organiske gjødselslag kan vente en ettervirkning for senere år.

8. SAMKOMPOSTERING AV ANNET ORGANISK AVFALL, SLAM OG HUSDYRGJØDSEL

Ved Institutt for tekniske fag ved NLH er det gjort forsøk med samkompostering av kloakkslam og husdyrgjødsel, og Val landbruksskole har prøvd samkompostering av organisk husholdningsavfall og husdyrgjødsel/fiskeensilasje.

8.1 Avløpsslam

I et forsøk ved Institutt for tekniske fag, NLH, ble 630 sjøldød ørret og laks kvernet og blandet med 4,1 m³ avløpsvann fra boligtoalett (svartvann) og våtkompostert i en reaktor som vist i figur 2. Blandingen inneholdt bare 1,7 % tørrstoff, men var svært lett å kompostere. Kadaverfisken luktet vondt, men lukten ble sterkt redusert i prosessen. Selv om luftinnsuget i reaktoren var høyt i forhold til våtkompostering av husdyrgjødsel, var også oksygenutnyttelsen svært høy, omtrent 90 %. Temperaturstigningen var på hele 14°C pr dag. Massen holdt 50°C etter 2,5 dager kompostering. Skumproduksjonen var sterk, men lot seg kontrollere med skumkutteren. Det var ikke vanskelig å komme opp i 70°C. Analyser viste at råslammet ikke inneholdt IPN virus, det ble dermed ikke mulig å kontrollere komposteringens effekt på viruset. Den sterke varmgangen tyder på at hygieniseringen var tilfredsstillende.

Ammoniakkproduksjonen var minimal til temperaturen oversteg 60°C og pH oversteg 8. Utgående luft fra reaktoren inneholdt 0,2% av total-N. Luftkondensatoren og biofiltret hindret ammoniakkutslipp, men biofilteret klarte ikke å forhindre en del lukt, siden luftmengdene var såpass store.

8.2 Husholdningsavfall

Val landbruksskole har brukt metoden med porsjonsvis våtkompostering til samkompostering av kildesortert organisk avfall fra husholdningene med husdyrgjødsel og fiskeavfall. Sammensetningen i de to porsjonene som er kompostert var:

1. 16 deler husholdningsavfall/15 deler fiskeensilasje/20 deler storføgjødsel. Oppnådd maksimumtemperatur var 68°C.
2. 8 deler husholdningsavfall/5 deler fiskeensilasje/30 deler storføgjødsel. Oppnådd maksimumtemperatur var 60,5°C

En foreløpig konklusjon tyder ikke på spesielle avvik fra kompostering av annet materiale. Behersker en våtkompostering av fiskeensilasje vil en også få til kompostering av annet våtorganisk avfall. Det må imidlertid stilles visse krav til det innsamlede råstoffet, først og fremst at det er så ferskt som mulig og fri fra forurensende stoffer som plast, metall osv. Etter innsamling bør husholdningsavfallet kvernes og stabiliseres, evt. ensileres før kompostering.

Dette kan gi en gunstig behandling og utnyttelse av slikt avfall i framtida. Den organiske del av husholdningsavfall utgjør normalt nesten 50 %, og fra 1998 er det forbud mot deponering av slikt avfall på avfallsplasser. Metoden med samkompostering av våtorganisk avfall kan derfor være en interessant løsning for avfallsselskap/kommuner. Metoden er imidlertid såpass ny og lite utprøvd at det er vanskelig å uttale seg om økonomiske forhold som gjødselverdi, virkning på plantevekst og

godtgjørelse fra kommune eller renovasjonsselskap for å ta imot avfallet. Her er det behov for fortsatt utprøvinger.

9. EKSEMPEL PÅ VÅTKOMPOSTERINGSANLEGG

Med utgangspunkt i metoden med våtkompostering av dødfisk, har gårdbruker Harald Teigås, Frøya, investert i et anlegg for kontinuerlig kompostering (Alfa Laval Agri). Anlegget ble bygd i 1996, og oppstart på mottak av avfall og kompostering var i desember 1996.

Råvarer:

Anlegget er planlagt og bygd for å ta flere typer avfall:

- **Avfall fra oppdrettsnæringen:** Det er inngått fast avtale med alle oppdrettsanlegg på Frøya om levering av ensilert dødfisk. Estimert mengde er 300 m³ pr år med 27,5% tørrstoff
- **Kloakkslam:** Etter avtale med Frøya kommune tar anlegget imot avvatnet kloakkslam som stammer fra husstandene på Frøya (1600). Kloakkslammet hentes annet hvert år fra hver husstand. Mengden utgjør ca. 450 m³ pr. år med et tørrstoffinnhold på 15%.
- **Husdyrgjødsel:** 600 m³ blautgjødsel fra egen storfèbesetning med et tørrstoffinnhold på 6%.
- **Organisk husholdningsavfall:** Frøya kommune har innført kildesortering av avfall fra privathusholdningene. Neste etappe i utnyttelse av anlegget er mottak av organisk husholdningsavfall fra disse husstandene. Det er planlagt stabilisering og lagring av slikt avfall i mindre tanker ved husstandene, slik at hentefrekvensen vil bli to ganger pr år. Kapasiteten på anlegget tilsier at denne delen kan utgjøre 300 m³.

Oppbygging og drift av anlegget:

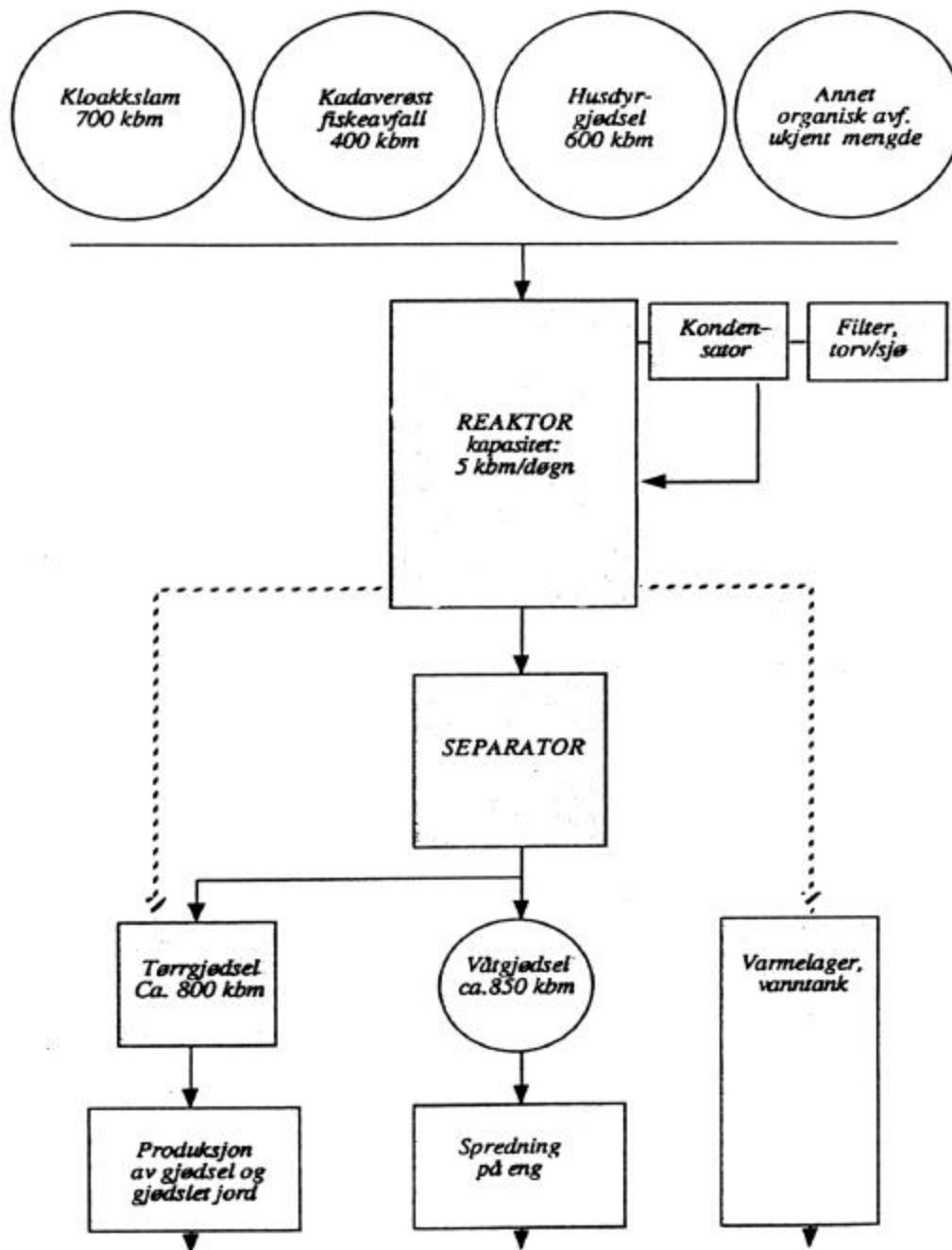
Det er bygd to mottakslagere, ett på 300 m³ som idag brukes til forlagring av kloakkslam, og ett på 100 m³ som brukes til fiskeavfall. Selve komposteringsreaktoren er på 40 m³. Prosessen er fullautomatisert slik at temperaturen styrer luftemaskinens drift, styrer tømning og fylling av masse, og tidspunkt for tømning og fylling. Skumkuttere styres av følere som registrerer skumnivået. Lufta ut fra reaktoren blir kondensert slik at kondensvæsken går tilbake til mottakstank, og lufta går gjennom et biofilter før den slippes ut. Den ferdig komposterte massen er som en jevn tyntflytende suppe. Denne går direkte til en separator som skiller mellom en tørrfraksjon og en våtfraksjon. Den tørre fraksjonen (35% tørrstoff) går til et lager for tørrkompost og er planlagt solgt som villagjødsel, eller til grøntanlegg/jordforbedring hvis det blandes med torv. Den våte delen går til en lagertank på 1000 m³ og brukes til spredning på jordbruksareal. Separatoren skiller vått og tørt ned til en tørrstoffinnhold på 2-3%.

Det er laget opplegg for uttak av varmeenergi. Dette er gjort ved at det er lagt sløyfer av 1" plastslange (tilsammen ca. 500 m) i komposteringsreaktoren, og slangen er igjen koplet til sirkulasjonspumpe og varmeveksler. Opplegget for uttak av varme er pr idag ikke satt i drift. Beregninger og forsøk har vist at spesielt feittrikt materiale gir store netto energimengder som kan utnyttes f.eks. til oppvarming. Se forøvrig prinsippskisse av anlegget, figur 5.

Drift av selve kompostreaktoren

Som nevnt ovenfor styrer temperaturen tømning og fylling av reaktoren. Samlet oppholdstid for kompostmassen skal være ca. 1 uke, og all masse skal ha en oppholdstid på min. 10 timer ved 55°C. Dette betyr at når komposteringsmassen har hatt en oppholdstid på 55°C i 10 timer, tømmes 5 m³ og går til separatoren, mens det fylles 5 m³ av råvarer. I dag tømmes og fylles ca. 7

m³ for hver gang. Etter fylling av ny masse er den gjennomsnittlige temperaturen i reaktoren 46°C. Komposteringen går da til temperaturen kommer opp i 55°C, og den holdes der i 10 timer før ny tømning og fylling. I dag tar temperaturstigningen ca. 30 timer.



Figur 5. Prinsippkisse over våtkomposteringsanlegg hos Harald Teigås, Frøya.
(Fra «Våtkompostering av organisk avfall i landbruket» av Syklus ANS)

Inklusive 10 timers oppholdstid er det dermed i overkant av 1^{1/2} døgn mellom hver tømning/fylling. Dette fordi der er en større mengde som tømmes og fylles hver gang (ca. 7 m³), mot planlagt ca. 5 m³. En mulig forbedring for å korte oppholdstida vil være å la den utgående massen gå gjennom forlagrene før separator, og også la våtfraksjonen gå gjennom forlagrene før lagertank. På denne måten kan en oppnå en temperaturstigning på inngående masse, slik at varmen i massen i komposteringsreaktoren etter ny fylling blir høyere. Massen vil dermed trenge kortere tid for å nå en temperatur på 55°C. Forvarming etter en slik metode må imidlertid utprøves først for å se om en oppnår ønsket effekt og samtidig ikke gir uheldige bivirkninger. Målet er et uttak/påfyll en gang pr døgn.

Inngående masse til reaktoren kan komponeres etter hvilke råvarer en har i forlagrene og etter energiinnhold i råvarene. Ved oppstart av anlegget ble det brukt i underkant av 40% storføgjødsel, knapt 60% kloakkslam, samt litt fiskeavfall. Senere er mengdeforholdene mellom gjødsel og avfallstypene endret, slik at knapt 50% utgjøres av fiskeavfall, tilsvarende andel husdyrgjødsel, og litt slam i tillegg.

Kapasiteten til mottak av andre avfallstyper er ca. 300 m³ i året. Dersom husdyrgjødsel gjøres til «saldningsposten» kan mengden avfall økes, og husdyrgjødsel brukes ukompostert, evt. til å få en gunstig sammensetning av kompostmassen. Så lenge den komposterte masse separeres, og bare den våte fraksjonen med relativt lavt næringsinnhold (spesielt av P) brukes på jordbruksarealet (totalt 300 daa. eget areal), er det etter planen tilstrekkelig spredeareal tilgjengelig på egen eiendom.

Komposteringsanlegget lå fritt og usjenert til, langt fra boliger. Ved befaringen var det lite sjenerende lukt fra prosessen.

Økonomi.

Inntekt i dag: Oppdrettsnæringen betaler i dag 60-70 øre/kg for levering av ensilert dødfisk til anlegget. Dette kan på Frøya utgjøre vel 200 000 kr pr. år. Fra Frøya kommune betales det en fast avgift på 110 000 kr pr. år for mottak og behandling av kloakkslammet. Godtgjørelse for mottak av organisk avfall fra privathusholdningene er ikke avklart pr. i dag. Sannsynligvis vil dette ligge i størrelsesorden 350-450 kr/m³. Ved full drift av et slikt anlegg er det derfor ikke urealistisk å regne en årlig inntekt i størrelsesorden 500 000 kroner. I tillegg kan mulige framtidige inntekter ligge i utnyttelse av den betydelige varmeproduksjonen fra komposteringen, og for dette anlegget også den planlagte salg av tørrfraksjonen som hagegjødsel. For gårdsbruket vil det også være noe sparte gjødselutgifter ved bruk av våtkomposten.

Kapitalkostnader: Kompostreaktoren inklusive luftemaskin, skumkuttere og styringsystem kostet 500-550 000 kroner. Inklusive mottakslager, lagertank, separator og annen installasjon er hele anlegget kostnadsberegnet til i overkant av 1,5 mill. kroner. Størrelse på kapitalkostnad vil avhenge av egeninnsats/egne midler, evt. tilskudd og hvilke lånevilkår en oppnår i bank, og må dermed beregnes for hvert tilfelle.

Driftskostnader: Driftskostnadene vil i hovedsak være vedlikehold, reparasjoner, lønn og strømutfgifter. Til nå har en såpass kort erfaring med et slikt anlegg i full drift (6 mnd.) at det er vanskelig å stipulere levetid på anlegg og behov for vedlikehold og reparasjoner. Siden prosessen er fullautomatisert vil arbeidsforbruket i første rekke avhenge av hvordan mottak/henting av avfall er organisert, dvs. om det gjøres av leverandør av avfallet eller av eier av anlegget.

Siden anlegget til nå ikke har hatt et fullt driftsår, er årlig strømforbruket stipulert. De motorer som trekker strøm er: Kompressor: 1 kW, luftemaskin: 3,5 kW, 2 skumkuttere à 1,5 kW, pumpe til røring og pumping: 13,5 kW. Denne sistenevnte maskin går 1-2 timer/dag, de øvrige går i intervall med varierende lengde, slik at beregnet kontinuerlig forbruk er på ca. 4-5 kW. Dette vil medføre en årlig strømkostnad på 15-20 000 kroner.

Ved eventuell henting av fiskeavfall på faste oppsamlingsplasser benytter Teigås, Frøya, traktor med samme tank og pumpe som brukes ved spredning av våtgjødsel på jorda.

Ut fra dette sier Harald Teigås at selv før mottak av organisk husholdningsavfall, og før salg av tørrfraksjonen og evt. utnyttelse av energiuttaket, er det en rimelig brukbar godtgjørelse for arbeidet som følger med driften av anlegget.

Drifta skjer idag på grunnlag av tillatelser fra myndighetene. Fra Landbruksdepartementet har Teigås fått en uttalelse at forskriften om transport og behandling av animalsk avfall ikke skal forstås slik at det er til hinder for våtkompostering etter dette opplegget.

Det er fortsatt nødvendig med endel utprøvinger/eventuelt forbedringer av systemet, og også behov for analyser av de ulike fraksjoner og virkning på jord og planter både av tørrfraksjonen og den spesielle våtfraksjonen som produseres her.

10. PRINSIPPSKISSE FOR LOKAL RESIRKULERING AV ORGANISK AVFALL

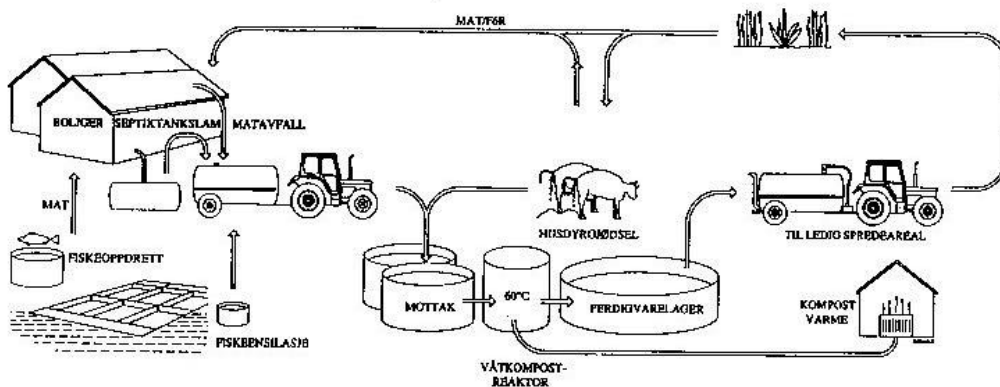
Se figur 6, s. 24.

Kommentarer til prinsippskisse:

Alle oppdrettsanlegg er pålagt reservekapasitet for ensilasje på anlegget som tilsvarer 5 % av produksjonen, minimum 10 m³ for et anlegg med 12 000 m³ konsesjonsvolum. Tankbilkapasiteten er normalt 8-12 m³, mens en vakuumbogn tar 3-7 m³. For å utnytte transportkapasiteten vil det fra oppdretterens side være ønskelig med leveranser i størrelsesorden 10 m³ om gangen.

Behov for mellomlager/mottakskum: Både antall og størrelse vil avhenge av hvilke typer avfall som skal mottas og logistikken i mottak og lagring.

Reaktorens (komposteringstankens) utforming og størrelse: De erfaringer som er gjort til nå tyder på at sylindrisk, stående utforming av reaktoren gir best omrøring og innblanding av luft, noe som er avgjørende for en vellykket komposteringsprosess. Reaktoren bør være lukket for å ha kontroll med avgasser og lukt, og isolert for å sikre nødvendig temperaturstigning. Volumet bør være 40 m³ ved en reaktor for kontinuerlig kompostering for å få en regningsssvarende drift. Ved 7 dagers oppholdstid vil kapasiteten være ca. 5 m³ pr dag. Ved 320 driftsdager pr år kan 1600 m³ organisk avfall, kloakkslam og husdyrgjødsel tas vare på etter denne metoden hvert år. Ved porsjonsvis kompostering bør komposteringstanken være 60-80 m³.



RÅVAREKILDER

- * Ensilert fiskeavfall.
- * Kloakkslam
- * Organisk husholdningsavfall.
- * Husdyrgjødsel:
Blandet storfégjødsl.

BEHANDLINGSANLEGG

- for blanding, hygienisering, stabilisering, luktreduksjon og lagring.
- * En eller flere mottaks/blandekummer, omsøser/pumpe.
 - * Våtkompostreaktor.
 - * Lagertank for ferdigkompostert masse.
 - * Eventuell separering av tørt masse.
 - * Eventuell uttak av varme.

SPREDNING/BRUK

- til korn, eng eller grønnfôr.
- * Tilgang på ledig spredeareal.
 - * Blandingen er luftlysende og kan spres med tankvogn eller tørt/slange spredeanlegg.
 - * Eksempel på gunstig blandingstall av råvarer:
Kloakkslam/fiskeensilasje: 75%/25%
Husdyrgjødsel/fiskeensilasje: 80%/20%.

Utnyttelse av kompostmasse til boliger, gartneri, verksted et. lign..

Figur 6. Prinsippskisse for lokal resirkulering

11. ØKONOMI

Verdien av fiskeensilasje som gjødsel er beregnet til ca. kr. 200 pr tonn. Dette er utregnet fra gjennomsnittlig innhold av N, P og K i rein fiskeensilasje sammenlignet med pris på handelsgjødsel. Pga lavere utnyttelsesgrad og tap under behandling kan verdien settes noe lavere, men en verdi på 150 kr pr. tonn kan være realistisk (15 øre pr kg fiskeensilasje). For de oppdrettsanlegg som har levert til gårdbrukere som har benyttet våtkompostering, har oppdretter betalt 50 -70 øre pr kg avfall. Dette har vært gårdsbruk med eksisterende våtkomposteringsanlegg som også har hatt kapasitet til å ta imot endel organisk avfall.

For gårdbrukere som er iferd med å bygge om eller utvide gjødselhandteringssystemet, kan dette være et aktuelt alternativ dersom de har tilgang på fiskeavfall i nærheten og denne metoden blir en godkjent behandlingsmetode. For å ha en sikkerhet i økonomien bør imidlertid anlegg konstrueres for å ta imot flere typer avfall. Et system som det Alfa Laval har utviklet vil sannsynligvis være det beste for flersidig bruk.

For fiskeoppdretter vil prisen for å bli kvitt avfallet være avgjørende så lenge avsetningen og den behandlingen avfallet får tilfredsstillende veterinære og miljømessige krav. Pr. idag vil godkjente avsetningsmåter for friskt, ferskt avfall variere fra 0 -80 øre pr kg. Kadaverøst avfall og antibiotikaholdig avfall koster kr. 2,50 - 3,50 å bli kvitt på en forsvarlig måte. Dermed kan denne metoden med lokal utnyttelse av avfallet være interessant både for oppdretter og gårdbruker.

Godtgjørelse for mottak og behandling av kloakkslam og organisk husholdningsavfall vil være en forhandlingssak mellom avfallsselskap/kommune og mottaker av avfall. I eksemplet fra Frøya betalte kommunen et beløp tilsvarende 70 kr. pr husstand i kommunen for kloakkslam. Val landbruksskole har tatt imot organisk husholdningsavfall til kompostering for en pris av 500 kr/tonn, dvs. 50 øre pr kg.

Investerings- og driftskostnader vil være et regnestykke for hvert tilfelle ut fra tidligere anleggsløsninger, avtale med leverandører og strømpris. Anlegget på Frøya som er det beste eksemplet vi kan vise til, ble i sin helhet bygd opp fra grunnen av.

12. OPPSUMMERING OG KONKLUSJON

I prinsippet kan alt våtorganisk avfall benyttes som innsatsfaktor i våtkompostering. Komposteringsreaktor med kontinuerlig kompostering og styring av alle prosesser er sannsynligvis den beste løsningen for nyanlegg. Metoden er sikker mht temperaturkrav og gir god og anvendbar gjødsel. Det er behov for fortsatt utprøving av samkompostering der organisk husholdningsavfall inngår, spesielt hvis en ikke har jevnlig tilgang på fiskeavfall.

For å få regningsvarende anlegg bør det bygges med tanke på mottak av flere typer avfall. Avtaler om mengder og pris på mottak og behandling av avfall bør være avklart før bygging, slik at økonomien i drifta er sikret.

Anlegg bør primært knyttes til gårdsbruk for å ha mulighet for samkompostering med husdyrgjødsel, utnyttelse av den våtkomposterte massen og tilgang på ledig spredeareal. En styrt sammensetning av ulike avfallstyper og husdyrgjødsel kan også gi et produkt som har en gunstig næringsmessig sammensetning for kulturplantene.

Metoden tilfredsstiller de krav myndighetene stiller til ulike typer avfall. Likevel bør en sikre seg at nødvendige tillatelser fra landbruks- og miljømyndigheter er på plass før bygging siden tillatelser er gitt til enkeltanlegg pr idag, og ikke til selve metoden. I framtida vil det være nødvendig med en samordning av forskrifter med tanke på denne metoden, og ikke minst for bruken av sluttproduktet.

Metoden vil for mange områder kunne gi en god løsning på avfallsproblemer som kommuner, avfallsseskap og oppdrettsnæringen har.

13. RELEVANT LITTERATUR

For de som ønsker mer informasjon henvises til følgende litteratur:

Bjørn, R. 1993. Avfall fra oppdrettsnæringen behandlet og brukt sammen med husdyrgjødsel. SFFL Faginfo 27: s. 57-70.

Bjørn, R. 1996. Gjødsel av problemavfall fra fiskeoppdrett. RUBIN-rapport nr. 501/48. 36 s.

Fiksen, K.A. 1996. Vurdering av konsept for samkompostering av husdyrgjødsel, våtorganisk avfall og slam til bruk på gårdsbruk. Rapport STF38 A96117, SINTEF Teknologiledelse.

Husdyrgjødsel. 1993. Utgitt av NLH, SFL og SFFL.

Kringstad, H. og Stevik, P. 1995. Luftfjerning ved våtkompostering av ensilasje. RUBIN-rapport 503/52. 15 s.

Skjelhaugen, O.J. 1992. Samkompostering av septikslam og husdyrgjødsel. ITF-trykk 55.

Skjelhaugen, O.J. 1994. Kompostvarme. De siste års resultater fra Norge. Informasjonsmøte i landbruksteknikk, Ås.

Syklus ANS: Våtkompostering av organisk avfall i landbruket. Utkast til konsept.

Sæter, T. and Skjelhaugen, O.J. 1991. Biofilter as ammonia controller in an aerobic treatment plant for livestock slurry. ITF-trykk 32/1991. 9 p.

Våtkompostering. 1988. SFFL småskrift nr. 3.

De relevante forskrifter og regelverk forvaltes av Statens landbrukstilsyn, veterinær-myndighetene (fylkesveterinærkontorene), Statens forurensningstilsyn og miljøvernavdelingene i fylkene.