

Behandling af slam ved kompostering



Notatet indeholder en kort beskrivelse af behandling og oparbejdning af biomasse ved kompostering. Der redegøres ligeledes for opnåede resultater, med rensning af biomasse, der er forurenet med organiske stoffer.

Endvidere beskrives hvorledes de færdige produkter, med stor fordel kan genanvendes som jordforbedrings- og gødningsmidler uden for fødekæden.

Udarbejdet af :

Bjarne Larsen og Thomas Schmidt

KomTek Miljø AS

Drivervej 8, 6670 Holsted

Telefon 70 20 54 89

mail@komtek.dk

www.komtek.dk

Oktober 2002



Indholdsfortegnelse:

Indledning	s. 2
Komposteringsprincipper	s. 3
Nedbrydning af miljøfremmede stoffer	s. 4
Fordele ved brug af kompost	s. 5
Anvendelsesmuligheder for biokompost	s. 8
Afsætning	s. 10
Afslutning	s. 11
Litteraturliste	s. 11

Indledning:

Skal slam fra industri og kommunale renseanlæg genanvendes eller brændes med en deponering af restproduktet til følge?

Miljøpolitisk er der ingen tvivl hverken på europæisk eller nationalt plan, om at gødningsværdien af slam skal genanvendes til jordbrugsformål. Der arbejdes for tiden kraftigt på et nyt slamdirektiv fra EU, det tredje udkast er i høring og linien er klar, slam skal så vidt muligt genanvendes, men skal behandles/oparbejdes inden brug.

Afsætningsmæssigt er oparbejdet slam lettere at afsætte til landbruget end råslam, da et oparbejdet produkt ikke udgør den samme smitterisiko, de miljøfremmede stoffer er nedbrudt og det færdige produkt er nemmere at håndtere og næsten lugtfri.

Samtidigt åbnes der for nye anvendelsesmuligheder, når slam forædles til biokompost, fx som gødningsberiget topdressing på bold- og golfbaner, i prydhaver eller ved at indgå i pottemuld. Ved de nye anvendelsesmuligheder opnås tre fordele;

1. Slammet anvendes udenfor fødekæden
2. Viljen til at ville betale for produktet er til stede hos de ”nye brugere”
3. Afsætningen er ikke så afhængig af de organisatoriske politiske aftaler, som der i landbruget hurtigt kan ændres på. Fødevareproducentens angst for den politiske forbruger bliver samtidigt mindre.

Der er generelt flere komposteringsmuligheder, men i dette notat beskrives kun indendørs milekompostering af slam.

Milekompostering er nok den mest anvendte behandlingsmetode i dag. Om slammet evt. først bioforgasses har for komposteringsprocessen og det færdige produkt ikke den store indflydelse.

I det følgende beskrives kort om kompostering, nedbrydning af miljøfremmede stoffer, fordele ved brug af kompost og hvorledes det færdige produkt kan genanvendes.



Komposteringsprincip:

Milekompostering er en aerob biologisk proces, hvor de naturligt forekommende mikroorganismer udnyttes til nedbrydning af organisk stof under forbrug af ilt, hvorved der dannes varme, som får en stor del vand til at fordampe.

Det er afgørende for processen, at den oplagte masse har det rigtige blandingsforhold både med hensyn til kulstof – kvælstof forholdet, den rigtige porøsitet, pH og tørstof i milen.

Organisk stof + mikroorganismer + ilt

=>

humus + næringsalte + mikroorganismer + varme + kultveilte

De optimale betingelser opnås ved at blande slam med et tørstof mellem 18 og 30 % med neddelte grene fra fx kommunale genbrugspladser, sigteresten fra den forgående kompostering og evt. halm om efteråret og vinteren. Blandingen sker ca. i forholdet 1 del våd slam, 0,4 del sigterest og 0,6 del frisk grenaffald.

Sigteresten virker som kulstofkilde, men ikke mindst som katalysator grundet dens rige indhold af fremavlet aktive svampesporer og mikroorganismer.



Komposten behandles med flere fordele i en hal:

- Kompostprocessen er meget følsom overfor nedbør, for højt fugtindhold stopper væksten af svampe og bakterier. En våd kompost er umulig at færdiggøre til et topprodukt.
- I haller kan der hele året med en jævn kapacitet produceres biokompost af en høj kvalitet.
- Mængden af belastet overfladevand fra kompostanlægget reduceres
- Det er ikke muligt at kompostere uden at der frigives lugt til omgivelserne, men det er muligt at håndtere lugt fra komposteringen, så påvirkningen af omgivelserne bliver minimal.



Hos KomTek Miljø komposteres indendørs for at reducere frigivelsen af lugt til omgivelserne. Derudover arbejdes der til stadighed på at optimere komposteringen, så frigivelsen af lugt minimeres mest muligt.

I løbet af en til to dage har milen en temperatur på 65 – 70°C, hvorefter milen vendes ca. en gang pr. uge for at tilføre ilt til processen. Vendingen med de specielt udviklede maskiner bevirker endvidere, at komposten hygiejniseres, ligesom alle ukrudtsfrø destrueres, ved at det yderste lag kommer til at ligge i kerne efter vendingen, således at alt materiale har været opvarmet til 60°C i mindst 14 dage.



Efter 5 – 8 uger begynder temperaturen at falde og tørstofindholdet stiger til over 60 %, hvorefter milen køres til sortering og eftermodning.

Af de ”to ton” der er lagt op reduceres mængden til ca. 550-700 kg færdig biokompost og 300-400 kg sigterest. Resten er vand der er fordampet og organisk materiale der er nedbrudt til mineraljord.



Nedbrydning af miljøfremmede stoffer

I miljøstyrelsens bekendtgørelse nr. 49 af 20. januar 2000 om anvendelse af affaldsprodukter til jordbrugsformål, er der krav om at produktet, der ønskes genanvendt skal overholde en række krav, bl.a. skal indholdet af 4 forskellige organiske stofgrupper (miljøfremmede stoffer) ligge under grænseværdierne. Under normale omstændigheder skal alle afskæringsværdier være overholdt før slammet må anvendes til jordbrugsformål.

Det er ved flere pilotprojekter og under normal drift påvist, at de miljøfremmede stoffer nedbrydes op til 100 % ved kompostering. Blandt andet hos Odense Renovationsselskab og KomTek Miljø AS. Endvidere har Skov og Landskab, under plantedirektoratet udført flere laboratorieforsøg, der alle påviser den samme nedbrydning, som der opnås ved normal drift.

LAS	100 %
DEPH	60 – 95 %
NPE	55 – 92 %
PAH	40 – 80 %

Nedbrydningsgrad ved kontrolleret kompostering

LAS	1300 mg/kg TS
DEPH	50 mg/kg TS
NPE	30 mg/kg TS
PAH	3 mg/kg TS

Afskæringsværdier for miljøfremmede stoffer

Nedbrydningen er meget afhængig af behandlingstiden og om processen forløber optimalt, hvorfor der er relativ stor spredning på de oplyste nedbrydningsgrader. Nedbrydningsgraden fås ved at opstille en massebalance, hvor indholdet i alle produkter der indgår i komposteringen er kendt, ligesom den færdige biokompost er analyseret. Således at det kan påvises, at man ikke fortynder sig ud af problemet.

Nedbrydning sker i alle de enkelte stofgrupper, hvorpå der måles, og ikke bare fra en forbindelse til en anden, hvilket understående diagram viser for grupperne af Nonylphenol.

	Nonylphenol-Diethoxlat	Nonyphenol-monoethoxylat	Nonylphenol	Sum NPE
Indhold i slam	1,2	5,76	11,4	18,4
Indhold i Biokompost	< 0,2	0,28	1,6	1,9
Reduktion*	100 %	92 %	75 %	91,8 %

Reduktionen er beregnet ud fra en massebalance af alle produkter der er indgået i et parti på 3.560 ton produceret i perioden august 1999 – februar 2000.

Det er muligt, at søge miljøstyrelsen om dispensation til at måtte anvende oparbejdet slam, der har et forhøjet indhold af miljøfremmede stoffer ved levering på behandlingsanlægget.

Fordele ved brug af kompost

Vi har vurderet fordele ved brug af kompost ud fra vores praktiske erfaring med anvendelse af kompost og ud fra litteratur og deltagelse i interesseorganisationer fx *Dakofa, arbejdsudvalg for biologisk behandling*.

Stabilisering

Ved kompostering stabiliseres det organiske stof i det restprodukt, der komposteres. Derved opnås et produkt, der ikke væsentligt ændrer egenskaber ved lagring, og som er nemt og bekvemt at håndtere. Kompost kan desuden nemt oparbejdes til produkter med forskellige egenskaber.

Organisk stof, der ikke er stabiliseret kan have negative effekter på jord og planter. Bl.a. kan nedbrydningen af organisk stof i jorden forbruge ilt og frigive toksiske (giftige) forbindelser i rodzonen. Derudover kan der ske en immobilisering af kvælstof og dermed kvælstofmangel i jorden. Dette sker, hvis forholdet mellem

kulstof og kvælstof i det organiske stof er for højt. Disse negative konsekvenser af tilførsel af organisk stof til jorden kan undgås, hvis det organiske stof komposteres til en kompost, der er modnet, og som har en god kvalitet.

Gødning og udvaskning

Kun en mindre del af næringsstofferne i kompost vil være umiddelbart tilgængelig for planter, mens den største del vil være bundet i organiske forbindelser. Den mikrobielle aktivitet i jorden gør dog, at organiske forbindelser til stadighed omsættes, hvorved der sker en frigivelse af næringsstoffer, der er tilgængelige for planter.

Næringsstofferne i komposten frigives langsomt over længere tid. Dette kan have både positive og negative effekter for planternes vækst, mens udvaskningen af næringsstoffer fra jorden vil være mindre end ved en tilsvarende tilførsel af næringsstoffer fra handelsgødning (Insam, H. and Merschack, P. 1997)

- En langsom (men tilstrækkelig) frigivelse af næringsstoffer er optimal for planternes vækst.
- Udvasningen vil blive mindre, da næringsstofferne frigives i en rate, som planterne kan nå at optage.
- Frigivelsen af næringsstoffer kan være svær at forudsige, da den afhænger af kompostens egenskaber, jordens indhold af mikroorganismer, jordens temperatur og jordens vandindhold. Det er derfor svært at lave gødningsplaner, og der vil kunne opstå mangel på næringsstoffer under kraftig vækst. For at kunne lave mere specialiserede gødningsplaner ved brug af kompost, er det nødvendigt, at der laves undersøgelser af omsætningen og mobiliseringen af næringsstofferne i de enkelte kompostprodukter.
- Næringsstofsammensætningen (forholdet mellem N, P og K) i komposten er ikke altid optimal. Derfor er det ofte nødvendigt at oparbejde komposten, så næringsstofsammensætningen optimeres, eller at rådgive modtagerne om supplerende brug af gødning.

Det er klart en målsætning for KomTek Miljø at øge kendskabet til egenskaberne af kompostprodukter for dermed at kunne give den optimale vejledning til brugerne. Derfor har KomTek Miljø igangsat udviklingsarbejde, der yderligere skal belyse vores kompostprodukters egenskaber.

Tilførsel af organisk stof og humus til jorden

Det er vigtigt for jordens funktioner, at den indeholder tilstrækkeligt organisk stof og humus. Hvis jord udsættes for stort biomasseudtag, og der ikke tilbageføres organisk stof til jorden, vil jordens indhold af organisk stof falde, og vigtige funktioner i jorden vil efterhånden gå tabt. I yderste konsekvens dannes ørken. Ørkendannelse er et stort problem i Sydeuropa, men vil aldrig blive et problem i Danmark pga. klimaet. Der er dog generelt et lavt indhold af organisk stof i danske jorde, da der fraføres biomasse, mens næringsstofferne erstattes med gødninger, der ikke indeholder organisk stof. Det gennemsnitlige indhold af organisk stof i jorden er de sidste 100 år faldet med ca. 25%.

Et øget indhold af organisk stof i jord vil have følgende effekter:

Bedre jordstruktur

- Bedre iltning af vækstlag
- Bedre udvikling af rodnet
- Bedre udnyttelse af næringsstoffer

Øget vandretentionsevne (vandtilbageholdelse)

- Mindre vandingsbehov
- Mindre vandafstrømning og dermed mindre erosion og tab af næringsstoffer

Øget absorptionsevne over for ioner og organiske forbindelser

- Mindre optagelse af tungmetaller og organiske forbindelser fx miljøfremmede stoffer

Opbygning af jordens indhold af organisk stof

- Opmagasineret af CO₂ i jorden

Ud over disse positive effekter kan der som tidligere omtalt være negative effekter ved tilførsel af organisk stof til jorden. Disse kan dog undgås, hvis det organiske stof er komposteret og dermed modnet og stabiliseret.

Mikroorganismer

Kompost indeholder et væld af forskellige mikroorganismer. Når jordens indhold af mikroorganismer stiger, vil konkurrencen mellem mikroorganismene i jorden øges, hvorved sygdomsfremkaldende mikroorganismer får sværere ved at etablere sig i jorden, og derved får komposten en sygdomshæmmede effekt. At det er øget konkurrence mellem mikroorganismer, der er årsagen til en positiv effekt på plantesygdomme og ikke andre effekter af kompost, fx tilførsel af toksiske stoffer, sandsynliggøres af at steriliseret kompost ikke har nogen effekt på plantesygdomme (Fuchs, J. 2002)

Effekten på plantesygdomme er afhængig af kompostens kvalitet, og er desuden plante- og sygdomsspecifik.

Øget anvendelse af kompost vil kunne reducere behovet for pesticider pga. kompostens sygdomshæmmende effekt

Anvendelsesmuligheder for biokompost.

Komposteret spildevandsslam, kaldet biokompost, er et håndterbart homogent tørt produkt, der er fri for ukrudtsfrø, smittekim og med et minimalt indhold af organiske miljøfremmede stoffer.

I dag anvendes biokomposten primært som gødningstilskud og jordforbedrings- middel i landbruget, hvor det let kan afsættes. Eksempelvis afsættes der også til landmænd der aldrig har villet have ”rå slam” på deres jord. Det er dog stadig normalt at producenten betaler for at levere og sprede Biokomposten hos landmanden.



En anden stor fordel ved brugen af biokompost, er at plantedirektoratet har meddelt at kvælstof indholdet ikke skal medtages i gødningsregnskabet. Dog skal gældende doseringsregler overholdes. Dette og den erfaring den enkelte landmand opnår med produktet, har givet en større efterspørgsel på biokomposten.

Flere amter i Jylland, hvorfra det tidligere har været meget svært at få tilladelse til at udsprede ”rå slam” i skov, har et helt andet syn på anvendelse af biokompost i skoven, grundet dets ”renhed”. Dog må det ikke anvendes i områder der er udlagt med særligt grundvands interesse.



Skal biokompost anvendes på private og offentlige arealer, skal det hygiejniseres, f.eks. ved opvarmning til min. 70°C i en time. Dog er der i nogle få kommuner udarbejdet en såkaldt positivliste, der er anerkendt af miljøstyrelsen. Her åbnes der mulighed for at anvende biokompost på arealer som f.eks. golfbaner, grønne områder ved erhvervsvirksomheder og kommunale plantearealer uden at den skal hygiejniseres.

Et par danske kompostproducenter har bygget anlæg til hygiejnisering af biokompost, men der arbejdes stadig på udvikling og optimering.

Der er lavet flere fuldskalaforsøg på golf- & boldbaner, med anvendelsen af topdressing produceret af Biokompost og vasket sand, med meget gode resultater. Erfaringen er, at der opnås både en betydelig reduktion i forbruget af handelsgødning, en god vækst af græsset hvilket undertrykker ukrudt, samt en jævn bane at spille på. Det er dog meget vigtigt, at den biokompost, der anvendes er af høj kvalitet. Hvilket vil sige at den skal være ukrudtsfri, fri for affaldsrester som glas og plastik, langtids modnet for at undgå svidning af græsset og komposten skal desuden have et højt tørstof indhold.



En typisk kvalitets topdressing er sorteret på en 4 mm sold.

Endvidere er brugen af biokompost afprøvet på planteskoler, hvor den er tilsat vækstmedie for prydeplante samt ved anlæggelse af nye græsplaner. Her er der også opnået gode erfaringer.

Biokompostens gødnings og næringssalt indhold ligger normalt inden for nedenstående grænser:

Tørstofindhold	60 - 70	%	Kalkvirkning	8-25	kg/ m3
Total kvælstof	3 - 5	kg /m3	Magnesium	0,3 – 1,0	kg /m3
Ammoni.-kvælstof	0,2 - 1,5	kg /m3	Svovl	0,7 – 2,0	kg /m3
Nitrat – kvælstof	0,1 - 0,2	kg /m3	pH	7,0 - 7,5	
Total fosfor	1,5 – 4,5	kg /m3	Lv, ledningsværdi	6,5 - 7,5	10mS/cm
Kalium	2 - 3,5	kg /m3	Rt, reaktionstal	7,0 - 7,5	



Afsætningsmuligheder

Vi har vurderet, hvor meget kompost der i Danmark, på længere sigt, vil kunne afsættes i private haver, på græsarealer og i skov. Dertil vil der være andre afsætningsmuligheder fx gartnerier.

Private haver

Der findes i Danmark 1,4 millioner haver, og hvis det antages at hver have i gennemsnit er 800m³ findes der i alt 112.000 ha haver i Danmark.

KomTek Miljø afsætter i dag kompost til private, og vi vurderer at en gennemsnitlig have vil/kan aftage 4 m³ kompost hvert andet år, hvilket svarer til en lagtykkelse i hele haven på 5 mm hvert andet år. En sådan mængde er ikke urealistisk, da topdressing til græsarealer normalt udsprede i en lagtykkelse på 3-10mm og dertil skal lægges kompost til køkkenhave, bede osv., hvor der ofte udsprede en større mængde.

Hvis 15% af de danske haver modtager 4 m³ hvert andet år, vil der kunne afsættes 420.000 m³ om året til danske private haver.

Græsarealer

Der findes i Danmark 8.800 ha sportsbaner ligeligt fordelt på golf- og fodboldbaner, og vi antager, at der findes et tilsvarende areal med græsarealer omkring virksomheder, i offentlige parker osv.

Græsarealer har et relativt stort behov for kvælstof i forhold til behovet for fosfor. Anvendelse af kompost på græsarealer vil derfor ofte kræve supplerende udbringning af kvælstof, eller at komposten beriges med kvælstofkoncentrat fra højteknologiske gylleseparationsanlæg. KomTek Miljø har lavet forsøg med at berige kompost med kvælstof, hvilket foreløbigt har givet gode resultater.

Hvis 25% af behovet for fosfor på græsarealer dækkes med kompost, vil der kunne afsættes 70.000 m³ kompost til græsarealer om året.

Skov

Kompost vil kunne bruges i skoven ved rejsning af ny skov, og til skov, hvor der er stort biomasse udtag (energiskov, juletræer og pyntegrønt). Vi vurderer ikke, at der kan afsættes kompost til etableret skov, da behovet for næringsstoffer på disse skovarealer er lille, og da tilførslen af næringsstoffer til skovarealer af miljøhensyn (drikkevandsinteresser, biodiversitet osv.) skal begrænses.

Hvis kompost udbringes i forbindelse med dybdepløjning vil de positive effekter ved komposten primært komme de nyetablerede planter til gode, og næringsstofferne i komposten vil frigives langsomt i planternes etableringsfase.

Der er primært brug for fosfor i skoven, og det vil derfor være mest optimalt at bruge kompost lavet på dekanter-slam, der har et relativt lavt indhold af kvælstof.

Der rejses i Danmark ca. 26.000 ha skov om året, og der må ved rejsning af ny skov udbringes 300 kg P pr. ha svarende til en 10 års dosering på 30 kg P pr. ha.

Hvis der kan afsættes kompost til 15% af de arealer, hvor der rejses skov i Danmark, vil der kunne afsættes 448.500 m³ kompost om året.

Afslutning

Kompostering er både en miljørigtig og fornuftig måde at genanvende slam og andre organiske restprodukter. Ved oparbejdningen af komposten fås flere typer jordforbedringsmidler, der kan tilpasses brugernes krav om kvalitet og egenskaber.

Litteraturliste:

Følgende er litteratur, som vi finder interessant og som er brugt ved udarbejdelsen af dette notat.

Bisarre, S. på vegne af generalsekretæren for Europa-Kommissionen (2002) Mod en tematisk strategi for jordbundsbeskyttelse, Bruxelles den 26. april 2002

Christensen, B.T. (red.) (2002) Biomasseudtag til energiformål – konsekvenser for jordens kulstofbalance i land og skovbrug. DJF-rapport, nr. 72 – markbrug, maj 2002.10.18

Fuchs, J.G. (2002) Practical use of quality compost for plant health and vitality improvement. In Insam, H.; Riddech, N.; Klammer, S. (eds.) (2002) Microbiology of Composting, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 435-444.

Goldstein, W. A. (august 2002) A compost-based budget for sustainable farming. Biocycle, journal of composting & organics recycling, 59-62.

Hogg, D. (march-april 2002) Composting Waste, Assessing the Cost and Benefits. Waste Management World, 35-41.

Insam, H. and Merschack, P. (1997) Nitrogen leaching from forest soil cores after amending organic recycling products and fertilizers. Waste Management & Research, 15: 277-292

Insam, H.; Riddech, N.; Klammer, S. (eds.) (2002) Microbiology of Composting, Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

Nelson, E.B. and Boehm, M.J. (june 2002) Compost-induced suppression of turf grass diseases, 51-55.