

# Anvendelse af organisk affald i biogasanlæg

Vurdering af stoffer

Juli 2015

*Af Lone Mikkelsen og Christian Ege*

*Det Økologiske Råd*



## Anvendelse af organisk affald i biogasanlæg

- Vurdering af stoffer

September 2015

ISBN: 978-87-92044-84-6

Tekst:

Lone Mikkelsen og Christian Ege fra Det Økologiske Råd.

Design/omslag og kapitelforsider: Det Økologiske Råd

Foto Forside: Det Økologiske Råd

Udgivet af:

Det Økologiske Råd

Tilknyttede rapporter:

- Hovedrapport
- Interessentanalyse, spørgeskemaer og workshop
- Arealer til spredning af forgasset biomasse fra gylle og husholdningsaffald
- Notat fra Louise Kreilgård, Planenergi og Henning Jørgensen, Affaldskontoret Aps

De tilknyttede rapporter kan downloades fra [www.ens.dk](http://www.ens.dk) eller fra [www.ecocouncil.dk](http://www.ecocouncil.dk)

Det Økologiske Råd

Blegdamsvej 4B

2200 København N

Tlf. 33150977

E-mail: [info@ecocouncil.dk](mailto:info@ecocouncil.dk)

Web: [ecocouncil.dk](http://ecocouncil.dk)

Det Økologiske Råd er en uafhængig miljøorganisation, som finansieres af støttebidrag, medlemsindtægter og projektmidler fra fonde.

Denne rapport er finansieret af Biogas Taskforce, Energistyrelsen.



## Indhold:

• Sammenfatning og anbefalinger	Side 3
• Slambekendtgørelsen	Side 5
• Forbehandlingsanlæg	Side 6
• Eksisterende stofanalyser i relation til KOD	Side 6
• Gennemgang af særskilte stoffer	Side 10
○ Ftalater	Side 10
○ Fluorerede stoffer	Side 11
○ Bromerede flammehæmmere	Side 12
○ PCB	Side 13
○ Lægemedler	Side 14
○ Patogener	Side 15
• Fysiske urenheder	Side 17
• <u>Svenske krav versus danske</u>	<u>Side 18</u>
• <i>Bilag A: KomTek Miljø - Biopulp, varedeklaration</i>	<i>Side 19</i>
• <i>Bilag B: Teknologisk Institut: Analysemetode til bestemmelse af renhed af pumpbar pulp</i>	<i>Side 20</i>

## Sammenfatning og anbefalinger

Spørgsmålet om afgasset biomasse kan anvendes på landbrugsjord, herunder hos mælkebønder, afhænger især af indhold af potentielt farlige kemiske stoffer, men også af forekomst af synlige urenheder. Det første reguleres i Danmark af Slambekendtgørelsen, mens det sidste hidtil ikke har været reguleret. Men de synlige urenheder er på vej ind i Slambekendtgørelsens afløser – Affald til jord bekendtgørelsen – som forventes at træde i kraft primo 2016.

Generelt overholder alle de indsamlede analyser på biopulp, baseret på KOD, i høj grad de kemiske analysekrav der er i den nuværende Slambekendtgørelse, idet alle målinger ligger langt under de tilladte grænseværdier.

Nærværende stofvurdering, hvor særligt stoffer, som der i dag ikke stilles krav til, er gennemgået, viser ingen konkret risiko forbundet med udbringning af KOD-baseret gødning på landbrugsarealer.

Der foreligger kun analyser på stoffer, som er omfattet af Slamkendtgørelsen, dvs. syv tungmetaller (bly, kadmium, kobber, krom, kviksølv, nikkel og zink) og fire miljøfremmede stoffer (LAS, PAH, NPE og DEHP). Det kunne på sigt være fordelagtigt at inddrage flere stoffer inden for stofgruppen ftalater samt at udvide med flere stofgrupper, særligt fluorerede stoffer, bromerede flammehæmmere og PCB. Det kunne give en form for "early warning", som kunne give mulighed for at reagere, hvis der ses stigende koncentrationer. Men der er intet der tyder på, at sådanne yderligere grænseværdier ville blive overskredet i afgasset biomasse, heller ikke selv om der tilføres KOD.

I 2012, fik Miljøstyrelsen udarbejdet en overordnet kortlægning af den relevante viden for fem stofgrupper: bromerede flammehæmmere, PCB, flouerede stoffer, lægemidler og muskstoffer<sup>1</sup>. For fire af stofferne (PCB, lægemidler, muskstoffer og bromerede flammehæmmere) blev konkluderet, at de med stor sandsynlig ikke udgjorde et miljøproblem for jordbundsorganismer, afgrøder og andre planter i relation til spildevandsslam. Den fundne sikkerhedsmargin for de flouerede stoffer lå derimod på grænsen af, hvad EU anbefaler i deres retningslinjer. Disse stoffer har i mange tilfælde både miljø- og sundhedsskadelige effekter og vil desuden ophobes i miljøet, hvorfor koncentrationen i jorden over tid vil øges. På baggrund af dette anbefalede Miljøstyrelsen, at der skulle opbygges yderligere viden om skæbnen og effekterne af de fluorerede stoffer. Det skal understreges, at omtalte rapport alene er baseret på analyser på spildevandsslam. Vi vurderer i denne rapport, at niveauer af miljøfremmede stoffer som udgangspunkt vil være betragteligt lavere i KOD end i slam, og vi ser derfor ingen grund til bekymring for fluorstoffer i gødningsprodukter baseret på KOD.

Der foreligger ikke nyere undersøgelser på området og skæbnen og effekter af de fluorerede stoffer i miljøet er derfor stadig ikke tilstrækkeligt belyst. Desuden findes der slet ingen analyser af disse stoffer på KOD-baseret biopulp. Det anbefales på denne baggrund, at der foretages en række screeninger af biopulp baseret på KOD, hvor særligt de persistente stoffer (og med sikkerhed de fluorerede stoffer) medtages.

Disse analysedata kan på sigt spille ind i arbejdet med revision af 'Affald til jord-bekendtgørelsen', hvis der bliver fundet koncentrationer af miljøfremmede stoffer der kan give anledning til bekymring.

---

<sup>1</sup> Duftstoffer, som anvendes i kosmetik samt i vaske- og rengøringsmidler, og som kan være svært nedbrydelige og miljøskadelige

**Det Økologiske Råd anbefaler et prioriteret arbejde med at få opløftet KomTek Miljø / Teknologisk Instituts analysemetode "Bestemmelse af renhed af pumpbar pulp eller fast våd biomasse produceret ud fra organisk affald med henblik på efterfølgende dosering til bioforgasningsanlæg"<sup>2</sup> til en konkret standard. Dette vil i endnu højere grad kvalitetssikre biopulp baseret på KOD, og det vil skabe øget tryghed blandt aftagere af disse gødningsprodukter.**

---

<sup>2</sup> Se notat fra Teknologisk Institut i Bilag B.

## Slambekendtgørelsen

Kildesorteret organisk dagrenovation (KOD), som tilføres biogasanlæg og/eller komposteringsanlæg er omfattet af Bekendtgørelsen om anvendelse af affald til jordbrugsformål (hidtil kaldet Slambekendtgørelsen), som er ved at blive revideret – og fremover vil hedde Affald til jord-bekendtgørelsen. Slambekendtgørelsen kræver, at der skal foretages analyser på prøver der er udtaget af det organiske affald, som tilføres biogasanlæg eller komposteringsanlæg.

Uddrag fra Slambekendtgørelsen<sup>3</sup>:

*"For at affald kan anvendes til jordbrugsformål, skal tre grundlæggende betingelser være opfyldt:*

- 1. For det første skal affaldet have en gødsknings- eller jordforbedrende effekt. Det vil sige, at affaldet anvendes som erstatning for et normalt anvendt gødningsprodukt eller som et jordforbedringsmiddel i forbindelse med dyrkning af jorden.*
- 2. For det andet må affaldet ikke indeholde større mængder af miljøskadelige stoffer end angivet i bekendtgørelsens bilag 2. Derudover må affaldet heller ikke indeholde væsentlige mængder af andre miljøskadelige stoffer ud over de stoffer, der er omfattet af bekendtgørelsens bilag 2. Med væsentlige mængder menes indhold, der vurderes at kunne give negative effekter på miljøet og menneskers og dyrs sundhed.*
- 3. For det tredje skal der være en bruger, f.eks. en landmand, der ønsker at anvende affaldet på sit areal.*

*Alle tre betingelser skal være opfyldt for, at affald kan anvendes til jordbrugsformål.*

*De affaldstyper, der er omfattet af bekendtgørelsen, er affald fra husholdninger, institutioner og virksomheder, herunder kompostet eller bioforgasset affald, processpildevand og spildevandsslam, i det omfang affaldet er egnet til jordbrugsformål, jf. ovennævnte grundlæggende betingelser".*

For KOD er krav om analyse og indhold af miljøfremmede stoffer imidlertid overført til NaturErhvervstyrelsens bekendtgørelse om tilsyn med spildevandsslam mm. til jordbrugsformål. Grænseværdierne for de 4 miljøfremmede stoffer er de samme som i slambekendtgørelsen:

LAS	1.300 mg/kg TS
PAH (sum)	3 mg/kg TS
NPE	10 mg/kg TS
DEHP	50 mg/kg TS

<sup>3</sup> Bekendtgørelse nr. 1650 af 13. december 2006 om anvendelse af affald til jordbrugsformål (Slambekendtgørelsen): <http://www2.mst.dk/udgiv/publikationer/2010/978-87-92668-73-8/pdf/978-87-92668-74-5.pdf>

Uddrag fra Slambekendtgørelsen jf. kapitel 4.2.5.3. Sammenblanding af affald og husdyrgødning:

*”Ved sammenblanding af affald med husdyrgødning skal affaldet inden sammenblanding overholde grænseværdierne i bilag 2, jf. § 6, stk. 2. Der er ikke efter bekendtgørelsens § 2, stk. 3, krav om, at husdyrgødningen skal analyseres før sammenblanding.*

*I de tilfælde, hvor affald udelukkende sammenblandes med husdyrgødning, er der ingen krav i bekendtgørelsen om analyse af det sammenblandede affald. Sammenblanding vil ofte ske i forbindelse med udspredning for at lette denne”.*

## Forbehandlingsanlæg

Det er biopulpen (som typisk er det produkt, der forefindes efter behandling på et forbehandlingsanlæg), som der stilles krav til ift. Tilsynsbekendtgørelsen<sup>4</sup> (dog med undtagelse af anlæg, hvor der ikke blandes gylle i det forbehandlede produkt – her er det slutproduktet der analyseres på). Forbehandlingsenheden kan ligge ved biogasanlægget og være direkte tilkoblet biogasreaktoren. Alternativt kan forbehandling være adskilt fra biogasanlægget og evt. foregå et helt andet sted, hvorefter en ren organisk pulp med lavt indhold af urenheder transporteres til biogasanlægget. Således angiver Marius Petersen, at der i dag er 1-2 % urenheder (glas, plast, mv) set ud fra Teknologisk Instituts standard (se bilag B). Deres mål er at nå 0,5 % urenheder<sup>5</sup>.

I Miljøstyrelsens projekt 'Kortlægning af forbehandlings- og biogaskapacitet af organisk affald' er der identificeret otte forbehandlingsanlæg, hvorfra det skulle være muligt at indsamle data på kvaliteten af biopulpen. Dog modtager de ikke alle sammen KOD. Der er i undersøgelsen identificeret seks virksomheder, som ejer eller har planer om at etablere forbehandlingsanlæg til organisk madaffald og/eller emballerede fødevarer. Af disse har fire etableret et fuldskaalanlæg, som var i drift i 2014. Tre af forbehandlingsanlæggene er ikke tilknyttet et biogasanlæg, mens ét anlæg har en forbehandling af organisk affald, som en integreret del af biogasanlægget. Der er i dag en uudnyttet forbehandlingskapacitet til behandling af KOD på 110.700 ton.

I september 2014 viste en opgørelse, at 17 kommuner allerede har indført indsamling af madaffald hos borgerne med gode genanvendelsesresultater til følge<sup>6</sup>. Disse kommuner leverer stort set alle til de samme (forbehandlings)anlæg (Komtek AS, Aikan og Marius Pedersen), og der foreligger derfor kun et tilsvarende antal analysedatasæt på biopulp fra forbeholdet KOD (Tabel 3).

## Eksisterende stofanalyser i relation til KOD

Der er igennem de seneste 5-6 år lavet en række rapporter omkring kvaliteten af KOD fra private husholdninger og den mulige brug i biogasanlæg.

<sup>4</sup> NaturErhvervsstyrelsens bekendtgørelse nr. 56 af 24. januar 2000 om tilsyn med spildevandsslam mv. til jordbrugsformål. Denne har de samme grænseværdier som Slambekendtgørelsen

<sup>5</sup> Oplysning fra E-mail fra Jeanett Vikkelsøe, Marius Petersen af 14.8.2015

<sup>6</sup> <http://www.kl.dk/Teknik-og-miljo/Det-skal-vare-nemt-at-sortere-affald-id165019/>

Nærværende projekt har særligt taget udgangspunkt i de nyeste projekter på området. Desuden baseres denne stofundersøgelse på eksisterende litteratur samt konkrete informationer fra interessentgruppen – herunder ny-indsamlede data fra biogasanlæg.

Den nyeste rapport med en lignende problemstilling som nærværende projekt, blev udbudt af Miljøstyrelsen i 2014, og er udført af Rambøll. I rapporten 'Undersøgelse af kvaliteten af det organiske affald' kortlægges tungmetaller, miljøfremmede stoffer (herunder skal PFOS, pesticider, antibiotika og hormonstoffer undersøges) samt synlige urenheder såsom plast, metal og glas. Projektet er gennemført ud fra litteraturstudier og foretagne analyser af både ikke-kildesorteret organisk affald og kildesorteret organisk affald foretaget før levering til biogasanlæg. Denne rapport viser, at de analyser som foreligger alle lever op til Slambekendtgørelsens krav, hvor der er fastsat grænseværdier for udvalgte tungmetaller (bly, kadmium, kobber, krom, kviksølv, nikkel og zink) samt LAS, NPE, PAH og DEHP. Der findes ikke målinger på andre problematiske stoffer, som f.eks. medicinrester og hormonforstyrrende stoffer (udover DEHP og NPE).

De stoffer der er krav til ifølge Slambekendtgørelsen er medtaget på baggrund af deres mulige miljø- og sundhedsskadelige effekter, og grænseværdierne er baseret på videnskabelige data. Der er dog en lang række stoffer, som ikke er medtaget i Slambekendtgørelsen. Der er, som tidligere skrevet, en ændret udgave af bekendtgørelsen på vej ('Affald til jord-bekendtgørelsen').

Det må forventes, at råmaterialer fra landbruget og den menneskelige fødekæde i de fleste tilfælde har et lavt indhold af kemiske urenheder, hvilket også ses af måleresultaterne i tabel 3, ligesom det er påvist i anden litteratur<sup>7</sup>. **Det anbefales at starte med et antal analyser (udbudte projekter), hvor biopulp baseret på KOD fra forskellige anlæg screenes for en lang række mulige forureninger.** Vi antager, at sådanne analyser vil bekræfte, at der er et lavt forureningsniveau i KOD, men en undersøgelse kunne skabe større tryk hos aftagere samt borgerne. Ud over tungmetallerne og de 4 organiske miljøgifte, som har grænseværdier i Slambekendtgørelsen, kunne det være stoffer der er persistente (svært nedbrydelige) i miljøet (ud over tungmetallerne) samt lægemidler og synlige forureninger som f.eks. plast. Der kan eksempelvis peges på fire stofgrupper: dioxiner og furaner (PCDD/F), klorerede hydrocarboner (HCH/DDT/DDE ect.), PCB og absorberbart organisk halogen (AOX). Østrig stiller krav til disse, mens Schweiz kun har krav til dioxin. Også Tyskland, Sverige og Norge har andre/yderligere stofkrav end de danske. Danmark har en vejledende grænseværdi for PCB7 i spildevandsslam – på 0,08 mg/kg tørstof – som med fordel kunne udvides til også at omfatte afgasset biopulp (som det ser ud til bliver tilfældet i 'Affald til jord-bekendtgørelse'). Se værdierne i Tabel 1 herunder.

Tabel 1. Grænseværdier for organiske miljøgifte (mg/kg tørstof) i affaldsprodukter, der kan anvendes til spredning på jorde. Schweiz og Østrig måler for andre stoffer end der på nuværende tidspunkt er krav til i Danmark.

Kilde: IEA Bioenergy. Task 37 - Energy from Biogas. Quality management of digestate from biogas plants used as fertilizer. May 2012

Organiske miljøgifte	Land		
	Danmark	Schweiz	Østrig
PAH'er (polycykliske aromatiske kulbrinter)	3 mg/kg DM	4 mg/kg DM	6 mg/kg DM
PCDD/F (dioxiner og furaner)		20 ng TE/kg DM	20 ng TE/kg DM
HCH, DDT, DDE etc. (klorerede pesticider)			0.5 mg/kg Product
PCB (polyklorerede bifenyler)			0.2 mg/kg DM

<sup>7</sup> Govasmark, E., Stab, J., Holen, B., Hoornstra, D. and Nesbakk, T. (2011). Chemical and microbiological hazards associated with the recycling of anaerobic digested residue intended for use in agriculture, Waste Management, 31: 2577 – 2583.

<b>AOX (absorberbare organiske halogener)</b>			500 mg/kg DM
<b>LAS</b>	1300 mg/kg DM		
<b>NPE</b>	10 mg/kg DM		
<b>DEHP</b>	50 mg/kg DM		

Sammenholdt med de europæiske grænseværdier for tungmetaller, hører Danmark til de lande der har de strengeste nationale krav (Slambekendtgørelsen). Kun for zink har Danmark en højere grænseværdi end EU anbefaler, og for kobber en grænseværdi der ligger helt op af EU's anbefaling. Dette skyldes særligt den store svineproduktion, hvor disse to stoffer i høj grad bruges som et antibiotikum. Problemerne med kobber og zink må dog antages at være langt større i gylle end i biopulp baseret på KOD, hvilket er en væsentlig pointe. Se værdierne i Tabel 2 herunder.

Tabel 2. Grænseværdier for tungmetaller (mg/kg tørstof) i affaldsprodukter, der kan anvendes til spredning på jorde.

Kilde: IEA Bioenergy Task 37 - Energy from Biogas. Quality management of digestate from biogas plants used as fertilizer. May 2012

<b>Tungmetal</b>	<b>Cadmium</b>	<b>Bly</b>	<b>Kviksølv</b>	<b>Nikkel</b>	<b>Zink</b>	<b>Kobber</b>	<b>Krom</b>
<b>Land/Region</b>							
<b>EU, anbefalinger</b>	20	750	16	300	2500	1000	1000
<b>EU, anbefalinger fra 2015</b>	5	500	5	200	2000	800	600
<b>Østrig</b>	3	100	1	100	-	-	100
<b>Canada</b>	3	150	0,6	62	500	100	210
<b>Danmark*</b>	0,8	120	0,8	30	4000	1000	100
<b>Finland</b>	1,5	100	1	100	1500	600	300
<b>Frankrig</b>	3	180	2	60	600	300	120
<b>Tyskland</b>	10	900	8	200	2500	800	900
<b>Irland</b>	20	750	16	300	2500	1000	1000
<b>Norge</b>	2	80	3	50	800	650	100
<b>Sverige</b>	1	100	1	50	800	600	100
<b>Schweiz*2</b>	1/0,7	120/45	1/0,4	30/25	400/200	100/70	70/na
<b>Holland</b>	1,25	100	0,75	30	300	75	75
<b>UK</b>	1,5	200	1	50	400	200	100

\*1 Fra den nugældende slambekendtgørelse

\*2 Grænseværdierne i Schweiz er for henholdsvis konventionelle og økologiske marker

Analysedata fra forbehandlingsanlæg i Danmark, som modtager KOD fra private husholdninger og måler på pulpen, viser, at de målte niveauer af alle stoffer er en del under grænseværdierne fra Tilsynsbekendtgørelsen<sup>8</sup> – disse er identiske med grænseværdierne i Slambekendtgørelsen; se tabel 3.

<sup>8</sup> NaturErhvervsstyrelsens bekendtgørelse nr. 56 af 24. januar 2000 om tilsyn med spildevandsslam mv. til jordbrugsformål.



Tabel 3. Analysedata fra danske forbehandlingsanlæg, der modtager kildesorteret organisk dagrenovation fra private husholdninger. Dog stammer Marius Petersens affald primært fra handel&service samt fødevarerindustri. Alle analyser er taget på biopulpen, som efterfølgende leveres til et biogasanlæg.

Tungmetaller og organiske miljøfremmede stoffer	KomTek Miljø af 2012 A/S (mg/kg TS)	Aikan A/S (Biovækst A/S)* (mg/kg TS)	Marius Pedersen <sup>9</sup> (mg/kg TS)	Grænseværdier jf. Slambekendtgørelsen (mg/kg TS)
<b>Bly</b>	4,91	23	4,4 <3	120
<b>Kadmium</b>	0,14	0,7	0,08 <0,05	0,8
<b>Kobber</b>	24,1	143	10 6,6	1000
<b>Krom</b>	8,56	14	2,6 1,4	100
<b>Kviksølv</b>	0,06	0,1	0,02 <0,01	0,8
<b>Nikkel</b>	6,19	13,3	1,4 1,0	30
<b>Zink</b>	112	270	84 20	4000
<b>LAS</b>	143	<50	<50	1300
<b>PAH</b>	0,21	1,0	0,89 <sup>10</sup>	3
<b>NPE</b>	2,5	2,0	1,7	10
<b>DEHP</b>	13	9,0	1,8	50

Komtek Miljø modtager KOD fra én kommune - varedeklaration på biopulp kan findes i bilag A. Ovenstående analysedata er et gennemsnit fra 7 analysegange.

Aikan (Biovækst) modtager KOD fra 10 kommuner og mængderne er for opadgående. Der indgår ikke gylle til anlægget. Aikan afsætter hovedsageligt deres gødningsprodukt til landbrug i nærområdet - dog ikke til mælkebønder. Ovenstående analysedata er et udtryk for samlede data fra juli 2013 samt fra marts og juni 2014.

Marius Pedersen har store mængder af industrielt organisk affald til deres forbehandlingsanlæg i København, men endnu kun KOD fra Frederiksberg kommune. Der er bl.a. blevet kørt en ren KOD-kørsel i april 2015, hvorfra ovenstående analysedata stammer.

Desuden er HCS Transport blevet kontaktet, da de er i gang med at oprette stationer/forbehandlingsanlæg til KOD. Både hovedkontoret på Sjælland og i Jylland bekræfter dog, at det endnu kun er i støbeskeen og de har derfor ingen analysedata.

<sup>9</sup> Prøver for tungmetaller stammer fra hhv. 29.1.2015 og 21.-28.5.2015

<sup>10</sup> Målt som sum af 9 PAH'er

## Gennemgang af særskilte stoffer

I det følgende gennemgås en række stoffer, hvoraf de fleste er persistente (svært nedbrydelige) og som stadig enten bruges som bestanddel i en lang række materialer og produkter eller som findes i miljøet pga. et tidligere forbrug og en meget lang nedbrydningstid.

Der er primært taget udgangspunkt i rapporter, som har undersøgt tungmetaller og andre miljø- og sundhedsskadelige kemikalier i spildevandsslam udbragt på landbrugsjorde. Dette på baggrund af, at der stort set ikke findes undersøgelser, hvor der er analyseret på biopulp og/eller afgasset biomasse til brug som gødning på landbrugsarealer.

### Ftalater

Ftalater er blødgørere, som specielt bruges i PVC-plast. De største mængder bruges i byggematerialer som rør, slanger, gulvbelægning, folier, kabler og ledninger. De bruges også i elektroniske produkter samt i almindelige forbrugerprodukter som regntøj, legetøj, tasker, handsker, i kontorartikler samt i emballager, dog kun i mindre omfang i fødevareremballager.

Ftalater er diestre af ortho-ftalsyre, som er en aromatisk dicarboxylsyre hvori de to carboxylsyregrupper sidder i ortho-positionen på benzenringen, dvs. lige ved siden af hinanden. Ftalater er mistænkt for at være hormonforstyrrende og flere er allerede reguleret på EU-niveau, idet de også kan være reproduktionsskadelige. Dette gælder for DEHP, BBP, DBP og DIBP, som alle er på godkendelseslisten under REACH.

For at danne et billede af forekomsten af ftalater i Danmark gennemgås data. Der tages udgangspunkt i danske data, men suppleres med europæiske i det omfang det kan underbygge tendenser på forekomsten i vores omgivelser og dermed den mængde man kan formode kan ende i miljøet.

Dansk netto-import af ftalater (rene stoffer) har længe været domineret af DEHP (nettoimport 800-1000 t/år) og var det fortsat i 2012, med DINP-DIDP/DPHP på en andenplads (600-800 t/år). Dog importeres langt størstedelen af ftalater til det danske marked via produkter og ikke som rene stoffer.

Tal fra ECPI's workshop i 2009 (ECPI Plasticiser Workshop) og den europæiske kemiindustri (CEFIC's) tal fra 2010<sup>11</sup> viser, at forbruget af DEHP i Vesteuropa i dag kun udgør omkring 18 % af det overordnede forbrug af blødgørere, mens DINP, DIDP og DPHP tilsammen udgør ca. 65 %<sup>12,13</sup>. Det er ifølge CEFIC desuden bekræftet af industrien, at tendensen er, at DEHP i stigende grad bliver erstattet med DINP, DIDP og DPHP, hvilket også ses af Figur 1.

Forbruget af BBP på EU plan var i 2004 på 19.500 tons. Forbruget var da faldet markant fra et niveau på omkring 45.000 tons i perioden 1994-1997. Forbruget af BBP blev i 2009 estimeret til at være ca. 8.000 ton/år. Det samme billede så man for DBP, hvor man i Vesteuropa i perioden 1994 til 1997 så et fald i forbruget fra 45.000 tons per år til 18.000 tons per år<sup>14</sup>.

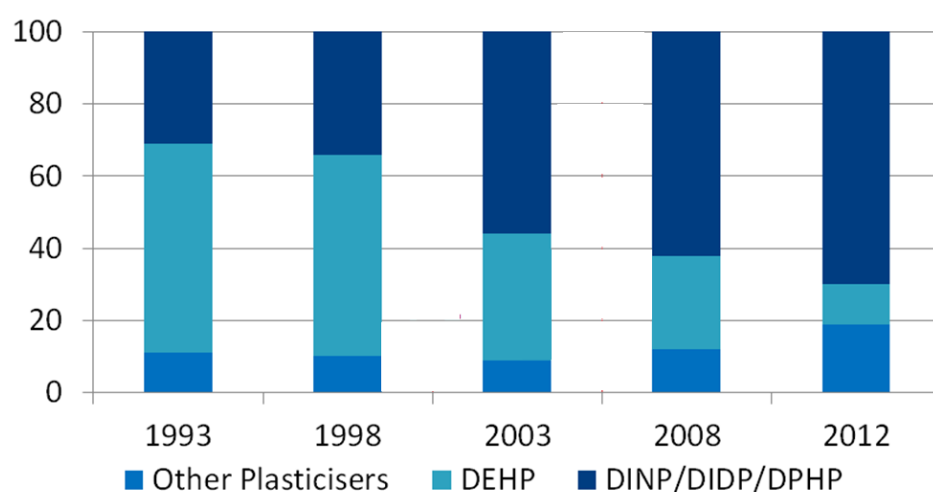
<sup>11</sup> CEFIC-ECPI's clarifications with regard to consumption and uses of plasticisers within EU. Juli 2010

<sup>12</sup> CEFIC (2010) CEFIC's comments (05 July 2010) on ECHA's draft review reports, as submitted to CARACAL meeting held on 15-17 June 2010 (Doc. CA/44/2010)

<sup>13</sup> Evaluation of new scientific evidence concerning the restrictions contained in Annex XVII to regulation (EC) No 1907/2006 (REACH). Review of new available information for bis(2-ethyl-hexyl) phthalate (DEHP). ECHA. 2010

<sup>14</sup> Miljøstyrelsen. Ftalater i afgiftsbelagte produkter. Miljøprojekt nr. 1290, 2009

Det ovenstående billede peger altså på, at de fire ftalater på godkendelseslisten under REACH er ved at blive udfaset i Danmark (og EU). I forbindelse med regeringens arbejde med et muligt EU-forbud imod brugen af DEHP, BBP, DIBP og DBP er det i et notat fra Miljøstyrelsen beskrevet, at der allerede i vid udstrækning er sket en substitution således, at de fire omtalte ftalater i dag kun tegner sig for 10 % af blødgørere i PVC produceret i EU – mens industrien som nævnt angiver at alene DEHP udgør 18%. En tilsvarende substitution er ikke sket i Asien, hvor DEHP tegner sig for ca. 60 % af forbruget. Da en stor del af produkter og delkomponenter på det europæiske marked stammer fra Asien, er det fortsat relevant at anvende grænseværdien for DEHP, men i løbet af nogle år vil det formentlig være andre ftalater, som er mere relevante<sup>15</sup>. På sigt bør der tilføjes flere indikatorer for gruppen af ftalater, som f.eks. DINP, DIDP og/eller DPHP, der i stadig stigende grad bruges, som erstatning for primært DEHP. Se også en grafisk fremstilling i Figur 1.



Figur 1. Udviklingen i brugen af specifikke ftalater i EU fra 1993 og frem til 2012. Brugen af DEHP er faldet igennem hele perioden, hvorimod brugen af særligt DINP, DIDP og DPHP er steget tilsvarende. Kilde: The Plasticisers and Flexible PVC Information Centre

## Fluorerede stoffer

Per- og polyfluorerede stoffer er en stofgruppe, som kun nedbrydes meget langsomt i miljøet og som samtidig er mistænkt for at være hormonforstyrrende. De bruges som bl.a. imprægnering i fritidstøj, i visse fødevareremballager og på køkkenudstyr, f.eks. slip-let belægning på pander. Hidtil har der været mest fokus på PFOA og PFOS. Nu er PFOS forbudt, og PFOA er også på vej ud, men de er i høj grad blevet erstattet af andre fluorstoffer som PFAS, der er mistænkt for lignende skadelige effekter.

Fluorerede stoffer bliver i et vist omfang optaget i planter og jordbundsdyr. Imidlertid er det i en rapport fra Miljøstyrelsen i 2012 (Miljøprojekt nr. 1405)<sup>16</sup>, beskrevet, hvordan analyser af dansk spildevandsslam generelt viser et lavt indhold af fluorerede stoffer. Det er dog understreget, at der ikke foreligger mange målinger, hvorfor Miljøstyrelsen dengang anbefalede, at der opbygges yderligere viden om skæbnen og

<sup>15</sup> <http://www.ft.dk/samling/20121/almdel/miu/spm/373/svar/1064647/1266675.pdf>

<sup>16</sup> Risikoevaluering af fem miljøfremmede stofgrupper i spildevandsslam udbragt på landbrugsjord. Miljøprojekt nr. 1405. 2012. <http://www2.mst.dk/udgiv/publikationer/2012/02/978-87-92779-68-7.pdf>

effekterne af denne stofgruppe. Også en rapport fra EU<sup>17</sup> viser, at alle typer afgasset biomasse og kompost indeholder fluorerede stoffer, men i mængder langt under grænseværdierne.

Der er ingen indikationer på, at KOD anvendt i et biogasanlæg (uden spildevandsslam), hvor det afgassede produkt spredes på marker, bidrager til en øget forurening med polyfluorerede stoffer. Men der vil ligge en stor fordel i at skabe flere analysedata for denne tese, hvorfor det på længere sigt kan overvejes, at måle på et indikatorstof for denne meget persistente stofgruppe i 'Affald til jord-bekendtgørelsen'.

### Bromerede flammehæmmere

Bromerede flammehæmmere er kemikalier, der forhindrer brand i at opstå i f.eks. TV, computere, køkkenmaskiner og lignende. Da de også er udbredt i mange produkter i relativt store koncentrationer, er det relevant at undersøge også i relation til forurening af organisk husholdningsaffald. Der findes omkring 70 kommercielt tilgængelige bromerede flammehæmmere. Bromerede flammehæmmere bruges mest inden for områderne: bygningsmaterialer, møbelbetræk, elektrisk og elektronisk udstyr samt i transportsektoren.

Fordi bromerede flammehæmmere er ekstremt stabile, kan de spredes via miljøet og ophobes i fødekæderne og i jord og sedimenter, hvor de kun langsomt nedbrydes. Bromerede flammehæmmere er lipofile (fedtopløselige), hvilket medfører ophobning i fedtvæv. Mulige veje til nedbrydning til mere skadelige komponenter er fotolyse, anaerob debromering i sediment og slam og debromering i biologiske organismer<sup>18</sup>. Organisk affald er ikke nævnt i denne sammenhæng. Nogle af de bromerede flammehæmmere – med de mest sikre data ift. miljø- og sundhedsskadelig effekt - er allerede reguleret enten globalt under Stockholmkonventionen, eller regionalt i EU. De regulerede stoffer er alle reguleret pga. deres PBT egenskaber – dvs. de er persistente, bioakkumulerbare (ophobes i levende væv) og giftige. Nogle af stofferne har desuden en række andre effekter bl.a. effekter på nervesystemet og reproduktionen. Der er dog en stor gruppe af bromerede flammehæmmere for hvilke, der enten er meget få eller ingen data på deres effekt.

Miljøstyrelsen beskriver i deres strategi for risikohåndtering af bromerede flammehæmmere fra 2014, at en af hovedudfordringerne med de bromerede flammehæmmere er mangel på data om miljø og sundhedseffekter<sup>19</sup>.

En omfattende kortlægning af brugen af bromerede flammehæmmere i Danmark blev udført i 1999. Bromerede flammehæmmere i importerede forbrugerprodukter tegnede sig for omkring 90 % af mængderne af de samlede mængder af bromerede flammehæmmere i slutprodukter solgt i Danmark i 1999. Elektrisk og elektronisk udstyr udgjorde mere end 70 % af produkterne med bromerede flammehæmmere. Produkter med bromerede flammehæmmere på det danske marked tilsvarede det generelle brugsmønster i EU og globalt<sup>19</sup>.

Der mangler data på den potentielle ophobning af bromerede flammehæmmere i KOD, men der er ikke noget der tyder på sundheds- og miljøskadelige ophobninger af denne stofgruppe i KOD.

---

<sup>17</sup> End-of-waste criteria for biodegradable waste, Final report, JRC-IPTS 2013

<sup>18</sup> Arctic Contaminant Action Program. Final Report of Phase I of the ACAP Project on Brominated Flame Retardants (BFRs). 2008

<sup>19</sup> Miljøstyrelsen. Strategi for risikohåndtering af bromerede flammehæmmere.

<http://mst.dk/media/mst/9429230/18%20-%20Bromerede%20flammeh%C3%A6mmere%20Final.pdf>. Juni 2014

Imidlertid findes der data på mængden af bromerede flammehæmmere i forhold til anvendelse af slam på landbrugsjord<sup>19</sup>. En risikovurdering fra 2012 om anvendelsen af slam med indhold af bromerede flammehæmmere på landbrugsjord i Danmark indeholdt en detaljeret vurdering af to af de mest udbredte af stofferne – decaBDE og TBBPA. Undersøgelsen konkluderede, at det var meget usandsynligt, at niveauet af bromerede flammehæmmere i dansk slam udgør en væsentlig risiko for de jordlevende organismer og jordens kvalitet i almindelighed, hvis de aktuelle retningslinjer for anvendelse af spildevandsslam følges. Mængden af bromerede flammehæmmere i fødevarer er langt mindre end de mængder, som kan frigives fra bl.a. elektroniske produkter. Derfor må mulige problemer med bromerede flammehæmmere i KOD også antages at være endnu mindre end vurderet i spildevandsslam.

Den Europæiske Fødevarsikkerhedsautoritet (EFSA) har vurderet, at for den almindelige befolkning er fødevarer den væsentligste kilde til optagelse af bromerede flammehæmmere. Det drejer sig især om animalsk og vegetabilsk fedt og mejeriprodukter. Dog er en given tilstedeværelse vurderet til ikke at have sundheds- og miljøskadelig effekt, og EFSA har ikke fastsat grænseværdier. Efter at KOD-fraktionen er behandlet i et biogasanlæg, vil evt. indhold af bromerede flammehæmmere blive yderligere fortyndet. Risikoen for en skadelig effekt pga. bromerede flammehæmmere er derfor endnu lavere end ved fødevarer i sig selv. Da bromerede flammehæmmere er persistente og hormonforstyrrende, samt har vist sig at være skadelige for børns udvikling af hjernen<sup>20</sup>, er der et generelt behov for at analysere for disse kemikalier på relevante steder, hvor de kan forekomme. En sådan uddybende undersøgelse af stofgruppens forekomst i eksempelvis KOD kan med fordel f.eks. inkluderes i Miljøstyrelsens arbejde med LOUS-stofferne, hvor der er iværksat i alt tre initiativer om kriterier for specifikke LOUS-stoffer i havsediment, jord og drikkevand<sup>20</sup>. Det skal dog tilføjes, at data desuden viser, at disse stoffer kun i meget ringe grad ophobes i planter, og faren for, at de videregives til dyr via foder vil derfor være lille. I Miljøstyrelsens rapport fra 2012<sup>21</sup> konkluderes det, at der ikke er nogen indikationer på, at indholdet af bromerede flammehæmmere i dansk spildevandsslam udgør et miljøproblem, selv på langt sigt. Problemet i organisk madaffald vil på denne baggrund sandsynligvis være endnu mindre.

## PCB

Polyklorerede bifenyler (PCB) blev særligt fra 1950'erne til sidst i 70-erne brugt i en lang række husholdningsprodukter og elektriske apparater pga. deres egenskaber som isoleringsmateriale – samt i fugemasser i byggeriet. Stofferne er svært nedbrydelige i naturen og de anses som såvel kræftfremkaldende som hormonforstyrrende. I Danmark har det været forbudt at bruge PCB siden 1976 og PCB-niveauet er derfor jævnt (men langsomt) faldende. Men særligt indholdet i bygninger, specielt i gamle fugemasser, består, og der sker en stadig frigivelse. Dette frigivne PCB kan belaste spildevand og dermed slam. Men det vil i langt mindre grad findes i fødevarer og dermed i KOD.

PCB optages stort set ikke i planter, blandt andet på grund af sin stærke binding til jordpartikler. Århus Universitet konkluderer i en rapport fra 2012<sup>21</sup>, at der ingen indikationer er på, at PCB-indholdet i dansk spildevandsslam udgør et miljøproblem selv på langt sigt. Alligevel vil det være fornuftigt at analysere for

---

<sup>20</sup> Miljøudvalget 2014-15. Notat om status for og resultater af arbejdet med kortlægning af og strategier for stofferne på listen over uønskede stoffer.

<sup>21</sup> Risikoevaluering af fem miljøfremmede stofgrupper i spildevandsslam udbragt på landbrugsjord. Miljøprojekt nr. 1405, 2012

dette meget persistente stof, for at følge udviklingen samt sikre, at det ligger under et niveau, som kan være skadeligt for mennesker og miljø.

Der er udsigt til, at den kommende 'Affald til jord-bekendtgørelse' bl.a. vil blive udvidet med analysekrav til og en grænseværdi for PCB7<sup>22</sup>, men som nævnt forventes det, at niveauet i KOD og afgasset biomasse fra biogasanlæg vil ligge langt under denne grænseværdi.

## Lægemidler

Vi har ikke fundet danske analyser af indholdet af lægemidler i organisk dagrenovation fra private, i biopulp eller i det afgassede gødningsprodukt. Derimod findes der data på analyser af dansk spildevandsslam udbragt på landbrugsjord, som dog kun dækker en brøkdel af de lægemidler der anvendes i Danmark. På samme vis er kun et fåtal af disse lægemidler undersøgt for deres potentielle effekter på jordbundsdyr og planter. Den forventede koncentration i landbrugsjorden efter normal slamudbringning er sammenlignet med den jordkoncentration, der vurderes ikke umiddelbart at være forbundet med effekter på jordbundsdyr og processer. Sammenligningen viste, at for alle de stoffer, hvor der er fundet data, er der en tilstrækkelig sikkerhedsmargin til, at man med stor sandsynlig kan udelukke, at lægemiddelstofferne udgør en uacceptabel langsigtet risikofaktor for jordbundsorganismer.

På grund af et snævert og ufuldstændigt datamaterialet for mange lægemidler, vil der oftest påkræves en sikkerhedsmargin på op til 1000. Som det fremgår af Tabel 4 er den beregnede sikkerhedsmargin i alle tilfælde større end 1000, og der er derfor ikke nogen risiko forbundet med spredning af, i dette tilfælde, spildevandsslam på marker. Det tidligere miljøprojekt nr. 1405 fra Miljøstyrelsen<sup>21</sup> konkluderer ligeledes, at der ikke er nogen indikationer på, at indholdet af lægemidler i dansk spildevandsslam udgør et miljøproblem selv på langt sigt. På samme måde konkluderede en norsk undersøgelse i 2009, af lægemidler i spildevandsslam, at disse forekom i så lave koncentrationer, at de ikke udgjorde noget problem for sundhed eller miljø ved spredning af slam på markerne<sup>23</sup>. Man undersøgte 14 lægemidler, udvalgt blandt 1400 – som de der potentielt kunne skabe problemer i miljøet ved udspredning.

En række studier, primært med antibiotika, har alle vist, at lægemidler ikke har et stort potentiale for at bioakkumulere i planter, og at koncentrationen i planten typisk vil være langt under koncentration i den jord, den vokser i. Det må antages, at koncentrationen af lægemidler i spildevandsslam er langt større end den eventuelle koncentration i KOD. Denne betragtning bygger på, at lægemidler (eller de produkter de er omdannet til) i høj grad udskilles med urinen og dermed vil udledes med spildevandet. Der vil udelukkende være en tilstedeværelse af lægemidler i KOD, hvis der er sket fejlsorteringer i husholdningerne. Der er ikke mange data til at belyse dette område, men Econet AS angav i 2012 data på kvaliteten af indsamlet KOD fra fire forskellige kommuner. Kun i én af kommunerne blev der fundet en forurening der faldt under kategorien 'Farligt affald mv' (hvor lægemidler sandsynligvis falder under). Forureningen var på 0,1 % og det er ikke specificeret yderligere, hvad den præcise forurening er. En forurening af denne størrelse vil næppe kunne medføre en miljø- og/eller sundhedsskadelig effekt.

---

<sup>22</sup> PCB7 betyder summen af de 7 vigtigste kongener af polykloreret bifenyl (28, 52, 101, 118, 138, 153 & 189), og vil i denne sammenhæng fungere som en forureningsindikator.

<sup>23</sup> Den norske Vitenskapskomiten for Mattrykhet (VKM): Risk assessment of contaminants in sewage sludge applied on Norwegian soils", 2009.

Tabel 4. Fundne NOEL (No Observed Effect Level) værdier for et udvalg af forskelligartede lægemidler samt den beregnede sikkerhedsmargin (MoS) i forhold til en normal slamtilførsel i Danmark. NOEL er den højeste stofkoncentration, hvorved man i dyreforsøg endnu ikke har fundet nogen effekt af det givne stof. MoS (Margin Of Safety) er en værdi der bruges til at sikre, at den koncentration der allerede findes i jorden ikke stiger til et skadeligt niveau efter tilførsel af eksempelvis gødningsprodukter. Værdier større end 1000 regnes for sikre. Kilde: Miljøprojekt nr. 1405. Miljøstyrelsen 2012.

Lægemiddel NOEL	NOEL (mg/kg)	MoS
<b>Carbamazepine</b> (epilepsi)	12,5	2.500
<b>Dichlofenac</b> (gigt)	65,7	821.250
<b>Fluoxetine</b> (depression)	> 200	> 67.000
<b>Ibuprofen</b> (smertestillende)	169	33.800
<b>Oxytetracycline</b> (antibiotikum)	0,81	8.100
<b>Propranolol</b> (betablokker)	832	> 1.000.000
<b>Sulfamethoxazole</b> (antibiotikum)	1,0	16.667
<b>Sulfapyridine</b> (antibiotikum)	0,05	1.667
<b>Trimethoprim</b> (antibiotikum)	1,0	14.286

Hvis der skulle være et problem med antibiotika i afgasset biomasse, ville det langt mere sandsynligt stamme fra den gylle, som er tilført biogasanlægget. Men denne overvejelse falder uden for nærværende rapport at vurdere.

## Patogener

Den anaerobe (iltfrie) proces i biogasanlægget medfører en inaktivering af de fleste af de patogener, som kunne være til stede i råmaterialet. Afhængigt af, hvilke materialer der er i råmaterialet, kan det eventuelt være nødvendigt med ekstra foranstaltninger, som pasteurisering eller tryksterilisering. Der er strenge hygiejnekrav i EU's Biproduktforordning<sup>24</sup> og Gennemførelsesforordning<sup>25</sup> - disse gælder dog kun hvis der indgår animalske fraktioner. Reglerne har på dette felt til formål at forhindre overførslen af patogener og dyre- og plantesygdomme. Danmark har været foregangsland på dette område. Der skete således allerede i 1989 en implementering af de hygiejniske foranstaltninger og veterinære sikkerhedsbestemmelser. Senere har andre lande, herunder Sverige, Tyskland og UK, indført lignende regler<sup>26</sup>.

Hvis der kun tilføres vegetabiliske fraktioner er det Slambekendtgørelsens regler (bilag 3), som gælder. I følge denne må KOD kun anvendes til jordbrugsformål, hvis det er kontrolleret komposteret eller hygiejniseret. Der er krav til indhold af *Salmonella*, *E. coli* og Enterokokker, samt til temperatur og opholdstider.

De plantepatogener, som skulle være til stede i råmaterialerne som tilføres biogassystemet, vil effektivt blive inaktiveret ved de anaerobe nedbrydningsprocesser i biogasanlægget. Et studie, som har undersøgt ubefrugtede æg af *Ascaris suum* (svinets spoleorm) og frø af seks ukrudtsarter under forhold der ligner biogasanlæg har vist, at alle *Ascaris suum* æg er døde efter 3 timer ved 50°C. Derimod kan de overleve op til

<sup>24</sup> 1069/2009

<sup>25</sup> 142/2011

<sup>26</sup> IEA Bioenergy. Task 37 - Energy from Biogas. Quality management of digestate from biogas plants used as fertilizer. May 2012

10 dage ved 37°C. For plantepatogenerne var der lidt længere overlevelse. De skulle således inkubere 2 dage ved 50°C før alle ukrudtsfrø var døde og 2 til 11 dage ved 37°C<sup>27</sup>.

Generelt forekommer anaerob udrådning i biogasanlæg, som en effektiv metode (termofil mere effektiv end mesofil) til behandling af organisk landbrugsaffald. Således undertrykkes animalske parasitter og ukrudtsarter, så det er sikkert at anvende den afgassede biomasse som gødning. Anaerob udrådning kan generelt bruges, som en gennemførlig procedure til at mindske niveauerne af forskellige skadelige organismer. Tabel 5 viser hvor lang tid der går før en 90 % reduktion af patogener i ubehandlet husdyrgødning er sket under forskellige nedbrydningsforhold.

Tabel 5. Effekten af anaerob nedbrydning ved mesofile (ca. 20-35 °C) og termofile (> 45 °C) temperaturer sammenlignet med decimeringstiden, dvs. varigheden, før en 90 % reduktion af patogener i ubehandlet husdyrgødning er sket. Kilde: IEA Bioenergy. Task 37 - Energy from Biogas. "Quality management of digestate from biogas plants used as fertilizer"

Bakterie	Anaerob nedbrydning		Ubehandlet gylle-system	
	53°C (termofil) Timer	35°C (mesofil) Dage	18-21°C Uger	6-15°C Uger
<i>Salmonella typhimurium</i>	0,7	2,4	2,0	5,9
<i>Salmonella dublin</i>	0,6	2,1	-	-
<i>Escherichiacoli</i>	0,4	1,8	2,0	8,8
<i>Staphylococcus aureus</i>	0,5	0,9	0,9	7,1
<i>Mycobacterium paratuberculosis</i>	0,7	6,0	-	-
Coliform bacteria	-	3,1	2,1	9,3
Group D Streptococci	-	7,1	5,7	21,4
<i>Streptococcus faecalis</i>	1,0	2,0	-	-

<sup>27</sup> Johansen A. et al. Anaerobic digestion as a tool to eliminate animal parasites and weed seeds. Aarhus Universitet og Københavns Universitet. Juli 2011



## Fysiske urenheder

I dette projekt vil vi ikke gå i detaljer med analyser af fysiske urenheder, som er dækket i flere nyere rapporter – senest af Rambøll i projektet 'Undersøgelse af kvaliteten af det organiske affald' udført for Miljøstyrelsen i 2014/2015.

Dog er det vigtigt at nævne, at de driftsansvarlige på biogasanlæggene i højere grad peger på de fysiske urenheder i det endelige produkt som værende et problem, frem for kemiske forureninger. Dette skyldes nok særligt, at fysiske urenheder kan skade deres maskiner og processer. Men det kan også gøre det sværere at afsætte den afgassede biomasse som gødning.

Teknologisk Institut har for nylig, på opfordring fra KomTek Miljø af 2012 A/S, udarbejdet et udkast til en analysemetode til bestemmelsen af renheden i biopulp baseret på organisk affald med henblik på at sikre renheden ved tilførsel til biogasanlæg. Urenhederne defineres som de partikler, som ikke er organisk affald eller naturligt forekommende materialer, såsom sten og æggeskaller, og som tilbageholdes på en sigte med maskestørrelsen på 1,3 mm. Europæiske standarder anvender 2 mm.

Urenheder omfatter:

- Plastmaterialer, gummi og silikone
- Metaller, glas og keramik
- Tekstiler og læder

Metoden forholder sig ikke til renheden af biopulpen med henblik på indholdet af kemiske stoffer, men skal ses som et supplement til de kemiske analysekrav der i dag er i Slambekendtgørelsen.

Det er vigtigt at understrege, at dette arbejde fra Teknologisk Institut udelukkende skal ses som et udkast til en analysemetode, der yderligere skal bearbejdes af væsentlige interessenter, herunder de rette styrelser, så det kan blive opløftet til en standard, som vil kunne supplere den kommende 'Affald til jord-bekendtgørelse'. På denne måde vil kvalitetssikringen af biopulp baseret på KOD blive højnet, og fraktionen vil være mere sikker til anvendelse på landbrugsjorde.

Analysemetoden "Bestemmelse af renhed af pumpbar pulp eller fast våd biomasse produceret ud fra organisk affald med henblik på efterfølgende dosering til bioforgasningsanlæg" er vedhæftet i sin fulde længde i bilag B.

## Svenske krav versus danske

I Sverige har de en specifik certificeringsordning, som skal skabe tillid til, at afgasset biomasse fra biogasanlæg, som bl.a. er baseret på KOD, er egnet som gødningsmiddel på landbrugsjorde. Kravene til certificeringsordningen SPCR120<sup>28</sup> er opstillet i nedenstående Tabel 6. Kravene er holdt op imod de danske krav, som fremgår af Slambekendtgørelsen.

Tabel 6. Den svenske certificeringsordning, SPCR120, holdt op imod de danske krav i Slambekendtgørelsen, samt yderligere krav til afgasset biomasse der udbringes på landbrugsjorde.

<b>Tungmetaller og organiske miljøfremmede stoffer</b>	Grænseværdier jf. Slambekendtgørelsen (mg/kg TS)	Svensk certificeringsordning (mg/kg TS)
<b>Bly</b>	120	100
<b>Kadmium</b>	0,8	1
<b>Kobber</b>	1000	600
<b>Krom</b>	100	100
<b>Kviksølv</b>	0,8	1
<b>Nikkel</b>	30	50
<b>Zink</b>	4000	800
<b>LAS</b>	1300	Ingen
<b>PAH</b>	3	Ingen
<b>NPE</b>	10	Ingen
<b>DEHP</b>	50	Ingen
<b>Krav til fysiske urenheder</b>	Ej omfattet af Slambekendtgørelsen	Ja (< 2mm)
<b>Krav til sygdomsbekæmpelse</b>	Ja	Ja
<b>Karantæne regler</b>	Ja (jf. bilag 3 til Slambekendtgørelsen)	Ja (Udspreddingen skal ske senest 6 uger inden der kommer dyr på marken)

Den svenske certificeringsordning er uddybet i notat udarbejdet i samarbejde mellem PlanEnergi og Affaldskontoret ApS.

<sup>28</sup> Det komplette certificeringsdokument kan downloades fra denne adresse:  
[http://www.avfallsverige.se/fileadmin/uploads/Arbete/Biologisk\\_behandling\\_certifiering/SPCR\\_120\\_version\\_2015.pdf](http://www.avfallsverige.se/fileadmin/uploads/Arbete/Biologisk_behandling_certifiering/SPCR_120_version_2015.pdf)

# BIOPULP

Rent brændstof til Biogasanlæg



Bilag A

## Produceret af:

KomTek Miljø af 2012 A/S

Drivervej 8, 6650 Holsted

Telefon 70 20 54 89

mail@komtek.dk

www.komtek.dk



## Varedeklaration

70999-1

Februar 2014

Biopulp af kildesorteret organiske restprodukter fra private og erhverv

### Produktbeskrivelse:

Biopulp er en energikilde til anvendelse i Biogasanlæg til produktion af biogas.

Produktet er produceret af kildesorteret madrester og andet organisk fra både kommunalt indsamlet dagrenovation, detailhandel og fødevarerindustri.

Produktet kendetegnes ved at hovedparten af de organiske partikler er meget små, under 0,1 mm. Og dermed let omsættelige i Biogas anlægget. Ligesom Biopulp er et meget homogent produkt med et lavt indhold af urenheder som plast, glas, sten og metal.

Biopulp er produceret på KomTeks Ecogi anlæg, der anvender våd-pulpinges teknologi med en efterfølgende effektiv bort separering af rejekt – uønsket stoffer.

### Gældende lovgivning ved anvendelse:

Biopulp skal deklareres efter bekendtgørelse nr. 1650 om anvendelse af affald til Jordbrugsformål. Ligesom kvalitetskrav beskrevet i denne skal overholdes.

Disse krav er vist i skema, sammenholdt med analyse resultater fra nyeste analyse samt gennemsnittet af alle repræsentative analyser.

Biopulp er ikke omfattet af Bioproduktforordningen, hvilken konkretiseres i brev af 8. marts 2012 fra Fødevarerstyrelsen.

J. nr.: 2012-V6-711-000035/HALI

Biopulp analyseres efter krav beskrevet i Bekendtgørelse nr. 56, om tilsyn med spildevandsslam m.m. til jordbrugsformål.

Normal tal, levering med 17% tørstof		Analyser		
		Nyste	Snit	
Total N	4,25	29,8	25,0	kg/ton TS
NH <sub>4</sub>	0,71	6,0	4,2	
Fosfor	0,53	3,0	3,1	
Kalium	1,59	7,3	9,4	
Magnesium	0,07	0,7	0,4	
Svovl	0,24	2,6	1,4	
Biogas	119	462	509	m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> pr. ton VS

mg/kg TS	Grænse værdi	Nyste analyse	Gennemsnit 7 analyser
		Højvang nr. 1302-792-1	
Bly	120	2,7	4,91
Cadmium	0,8	0,11	0,14
Chrom	100	6,5	8,56
Kobber	1000	20	24,1
Nikkel	30	2,7	6,19
Zink	4000	50	112
Kviksølv	0,8	0,04	0,06
PAH	3	0,17	0,21
NPE	20	0,77	2,5
DEPH	50	4,1	13
LAS	1300	<50	143

### Udlevering:

Ved levering af Biopulp, udarbejder KomTek vejseseddel med anførelse af vægt og det faktuelle tørstof i det leverede Biopulp.



<b>Dokument:</b>	Analysemetode	<b>Nr:</b>	KB01/1
<b>Titel:</b>	Bestemmelse af renhed af pumpbar pulp eller fast våd biomasse produceret ud fra organisk affald med henblik på efterfølgende dosering til bioforgasningsanlæg	<b>Gyldig fra:</b>	2015.01.27
		<b>Erstatter:</b>	NY
		<b>Revision:</b>	Marts 2017
<b>Udarbejdet af:</b>	BMH	<b>Godkendt:</b>	NHN
		<b>Dato:</b>	



<b>Dokument:</b>	Analysemetode	<b>Nr:</b>	KB01/1
------------------	---------------	------------	--------

**Baggrund** Denne analysemetode er udarbejdet af Teknologisk Institut ved Bjørn Malmgren-Hansen (BMH) og godkendt af Nils H. Nilsson (NHN). Standarden er baseret på en metode, som Institutet har anvendt i en test under ETV (se reference 1). I nærværende metode anvendes en maskestørrelse på 1,3 mm, hvilket er vurderet som optimalt med henblik på at sikre en høj renhed. Det skal nævnes, at europæiske standarder anvender 2 mm.

**Anvendelse** Nærværende analysemetode er beregnet til at bestemme renheden i pumpbar pulp eller fast våd biomasse produceret ud fra organisk affald med henblik på at sikre renheden ved tilførsel til biogasanlæg.

Det forudsættes, at pulpen eller den faste biomasse har været igennem en separationsproces, hvor hovedparten af de materialer, som ikke er organisk affald, er frasepareret. Sådanne materialer kan være plast, tekstil, gummi, metal, glas, keramik og sten. Det antages, at separatoren vil frasortere nogle større organiske emner, fx stokke fra kål, grene og æggeskaller. Det skal her bemærkes, at frasortering af sten, glas og keramik beskytter mod efterfølgende slid på pumper i fx biogasanlæg. Pulp eller den faste biomasse er beregnet til at skulle doseres til biogasanlæg, hvorfra den afgassede biomasse efterfølgende kan doseres til landbrugsjord som gødning.

Det organiske materiale i pulp eller fast biomasse forudsættes at være neddelte til en størrelse, så det er egnet til bioforgasning med et rimeligt udbytte, dvs. emner mindre end ca. 5-6 mm i to dimensioner og i en længde på få centimeter.

**Måleevne** **Detektionsgrænse**  
Renhed > 99,9 % på tørstofbasis

Renheden er defineret nedenfor.

Tørstof mellem 5-30 vægt-%

**Definitioner** **Renhed**  
Renheden er defineret som:

$$\frac{\text{Tilført biomasse (TS)} - \text{Indhold af urenheder (TS)}}{\text{Tilført biomasse (TS)}}$$
  
hvor TS er Tørstof



<b>Dokument:</b>	Analysemetode	<b>Nr:</b>	KB01/1
------------------	---------------	------------	--------

Urenhederne defineres som de partikler, som ikke er organisk affald eller naturligt forekommende materialer, såsom sten og æggeskaller, og som tilbageholdes på en sigte med given maskestørrelse.

Urenheder omfatter:

- plastmaterialer, gummi og silikone
- metaller, glas og keramik
- tekstiler og læder.

Tekstiler og læder er medtaget, da en del tekstiler er baseret på plastpolymerer, og da læder kan være garvet med garvestoffer, som gør materialerne svært nedbrydelige.

Plastmaterialer er medtaget generelt, da den lille andel af bionedbrydelig plast, som måtte findes på markedet, ikke vurderes at udgøre en væsentlig andel af organisk affald.

Det er antaget, at træ og rester af planter i den medtagne dimension er naturlige materialer, som er bionedbrydelige, og som dermed ikke er en urenhed. Metoden vil således ikke kunne frasortere tryk-impregneret træ, der er svært nedbrydeligt.

Metoden forholder sig ikke til renheden af pulpen/biomassen med henblik på indhold af kemiske stoffer.

### **Princip**

Indholdet af urenheder bestemmes som andelen af partikler, der ikke er organisk affald, og som er over en given maskestørrelse i en sigte. For at fjerne partikler, der er mindre end maskestørrelsen, vaskes biomassen. Herefter sorteres restbiomassen, og andelen af partikler, der ikke er organisk affald eller naturligt forekommende materialer, bestemmes.

### **Forbehandling**

#### **Prøveudtagning**

Når prøverne skal udtages fra et givent anlæg, er det vigtigt, at der udarbejdes en god prøvetagningsplan, der sikrer udtagning af repræsentative prøver.





<b>Dokument:</b>	Analysemetode	<b>Nr:</b>	KB01/1
------------------	---------------	------------	--------

Generelle råd vedrørende god prøvetagningspraksis er angivet nedenfor:

### **1: Prøvetagning af pumpbar pulp fra ventil under pumpning**

Ved prøvetagning skal der som udgangspunkt prøvetages løbende i en massestrøm, som pumpes over et givent tidsinterval. Delprøver udtaget over tidsintervallet kan sammensættes til en repræsentativ prøve.

Metoden til udtagning vil være afhængig af forekomsten af faste emner i pulpen. Er der store emner i pulpen, bør der udtages prøver direkte via afgangsslange med pulp over i fx spande/kar.

Udtagning af prøver via ventil kræver, at partikler er meget mindre end ventilens diameter. Det skal desuden sikres, at der ikke ligger materiale i ventilen, inden der aftappes. Dette kan sikres ved at aftappe et par liter, inden prøven udtages. Variationen i sammensætningen af biomassepulpen over det tidsinterval, hvor det er relevant at måle renheden, skal være kendt. Variationen kan bestemmes ved at udtage et antal prøver jævnt fordelt over tidsintervallet og bestemme renheden af hver prøve (fx 6 prøver). Hvis standardafvigelsen er tilpas lille, kan man nøjes med færre prøver (fx 3), som evt. sammenblandes til en ny gennemsnitsprøve.

### **2: Prøvetagning af fast biomasse**

Ved prøvetagning skal der som udgangspunkt prøvetages løbende i massestrøm, som transporteres ud af anlægget, fx med en transportsnegl, over et givent tidsinterval. Delprøver udtaget over tidsintervallet kan sammensættes til en repræsentativ prøve. Prøvetagning fra en snegl kan foretages ved at føre en beholder (spand) ind under sneglens afgang og udtage en spandfuld prøvemateriale.

Variationen i sammensætningen af biomassen over det tidsinterval, hvor det er relevant at måle renheden, skal være kendt. Dette kan ske ved at udtage et antal prøver jævnt fordelt over tidsintervallet og bestemme renheden af hver prøve (fx 6 prøver). Hvis standardafvigelsen er lille, kan man nøjes med færre prøver (fx 3), som evt. sammenblandes til en ny gennemsnitsprøve.

### **Udtagning af repræsentative delprøver fra hovedprøver**

#### *1: Delprøver af pulp*

Ved udtagning af prøver fra en pulp skal denne omrøres ved udtagning af delprøver for at undgå lagdeling. Til formålet kan benyttes en spatel, rørepind eller lignende.



<b>Dokument:</b>	Analysemetode	<b>Nr:</b>	KB01/1
------------------	---------------	------------	--------

### *2: Delprøver af biomasse*

Krav til udtagning af delprøver afhænger af, hvor inhomogen biomassen er. Først skal biomassen være velblandet. Herefter kan man fx placere biomassen i en mile, hvorfra der kan udtages jævnt fordelte tværsnit, der fx svarer til 1/5 eller en anden ønsket delprøvestørrelse. Det samme princip kan anvendes ved delprøvetagning af den nye delprøve.

### *Opbevaring*

Ved analyse indenfor 2 dage skal prøven opbevares på køl ved  $\leq 5$  °C.

Hvis analysen foretages efter 2 dage, skal prøven opbevares på frost og skal efterfølgende optøs inden analyse. Kravene til prøveopbevaring er indført for at undgå evt. biologisk nedbrydning og for at sikre, at de enkelte partikler kan identificeres.

## Udstyr

### **Sigte**

Der benyttes en sigte med en maskestørrelse på 1,3\*1,3 mm (afstand mellem tråd i firkantede trådmasker), en trådtykkelse på 0,8 mm og et indre areal på 1500-2000 cm<sup>2</sup>. Sigten kan fremstilles ved at lave en ramme i træ med indre mål på 40 cm\*40 cm og med en minimumskanthøjde på 8 cm. Tykkelsen af træet bør være tilstrækkelig til at sikre en stabil konstruktion, fx 19 mm høvlede brædder eller lignende. Dernæst klippes et net i fx galvaniseret stål eller rustfrit stål ud. Man kan evt. udstandse en kant i rammen og montere nettet i denne. Det giver en pænere konstruktion, men er ikke et krav. Nettet kan monteres ved at skyde hæfteklammer ind med 2 cm afstand. Det sikres efter montage, at der ikke er sprækker > 0,5 mm ved samlingen mellem net og ramme.

En konstrueret sigte er vist på Figur 1.

### **Bruser**

Der benyttes en bruser tilsluttet varmt vand (45-50 °C) til skylning af prøven placeret i sigten.

### **Tørreskab**

Til tørstofbestemmelse anvendes et ventileret tørreskab, som kan indstilles til 105 °C  $\pm$  3 °C.

### **Laboratorievægt**





<b>Dokument:</b>	Analysemetode	<b>Nr:</b>	KB01/1
------------------	---------------	------------	--------

Laboratorievægt, der kan veje tørrede emner fra sigten med en præcision på 0,001 gram.

Laboratorievægt, der kan veje doseret pulp med 0,1 grams præcision.

Vægtene kalibreres 1 gang hvert år med 2 kalibreringslodder i det relevante måleområde.

Endvidere kontrolleres, at der vejes korrekt med et enkelt lod, når der startes på nye målinger, og herefter en gang pr. uge, eller hvis vægten flyttes.

#### **60 l aflangt kar**

Der kan anvendes et 60 liter aflangt kar af sort plast, hvorpå sigten kan placeres.

#### **Fremgangsmåde Rengøring af sigte**

Inden ibrugtagning sikres det, at alle masker i sigten er rensede og uden fastklemte emner.

#### **Prøveudtagning**

Der skal udtages en tilstrækkelig prøvemængde af pulpen til at kunne foretage tørstofbestemmelse og til at kunne foretage bestemmelse af renhed. Den tilgængelige mængde pulp til bestemmelse af renhed og tørstof skal mindst svare til 400 gram tørstof, hvoraf 100 gram kan anvendes til tørstofbestemmelse.

#### **Bestemmelse af tørstof**

Af den modtagne prøve udtages en repræsentativ delprøve til tørstofbestemmelse efter DS 204 (reference 2) ved 105 °C. Tørstoffet angives som TS i % w/w.

#### **Afvejning af prøve til test**

Testen er med den anvendte sigte beregnet på undersøgelse af en våd pulp med et tørstofindhold på ca. 100-300 gram.

Hvis pulpen har et tørstofindhold på 5-10 vægt-%, afvejes en repræsentativ prøve af pulpen på 2000 gram +/-2 gram.

Hvis pulpen/biomassen har et tørstofindhold på 10-30 vægt-%, afvejes en repræsentativ prøve af pulpen på 1000 gram +/- 1 gram pulp.



<b>Dokument:</b>	Analysemetode	<b>Nr:</b>	KB01/1
------------------	---------------	------------	--------

Se tidligere under forbehandling, udtagning af repræsentative prøver.

Vægten af den tilførte biomasse angives i gram med betegnelsen m0.

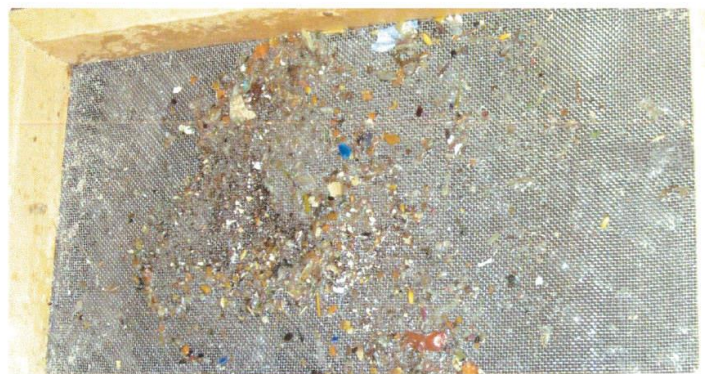
#### **Gennemførelse af sigtning/skylning**

Pulpen/biomassen fordeles jævnt ud over sigten. Restindhold skylles ud af beholderen med lunt vand fra en bruser.

Herefter gennembruses indholdet af biomasse med det lunkne vand (45-50° C), så alle mindre partikler passerer gennem maskerne. Man vil typisk kunne se farven af pulpen forsvinde ret hurtigt, hvorefter urenhederne i form af plast, metal, glas og større organiske partikler er tilbage (se eksemplet på figur 2).

Gennemskylningen foretages, så der doseres vand mindst 10 sekunder over alle partikler ad 2 omgange.

Vand drænes af ved at lade sigten stå mindst 10 minutter.



*Figur 1 Sigte benyttet til test af renhed efter vask af doseret pulp.*

#### **Sortering**

Sorteringen udføres nemmest på en våd prøve. Prøven placeres på et stykke A3-papir, ren voksdug eller lignende og sorteres manuelt med pincet under god belysning og evt. ved brug af forstørrelsesglas.

Sorteringen udføres i følgende fraktioner:



<b>Dokument:</b>	Analysemetode	<b>Nr:</b>	KB01/1
------------------	---------------	------------	--------

*1: Ikke naturligt forekommende restaffald* bestående af plastemner og ikke-organisk baserede emner som metal, glas og keramik samt andre materialer, som ikke er organisk affald, herunder tekstil, læder, gummi og silikone.

Resten af det frasorterede affald kan om ønsket supplerende opdeles i

*2: Organisk affald (alle former for madaffald samt rester af træ og planter)*

*3: Indhold af naturligt forekommende slidende materialer som sten og æggeskaller*

Hver fraktion placeres i vejet alubakke, som tørres i varmeskab ved 105 °C i et døgn inden vejning med indhold.

Nettovægten af det tørrede indhold angives for:

**Ikke naturligt forekommende restaffald (urenheder)**

m1 (plast, metal, glas, keramik, tekstil, læder, gummi og silikone)

Fraktionen kan om ønsket supplerende opdeles i slidende uorganiske materialer (metal, glas, keramik), m1s, og organisk baseret rest, m1o.

Man kan supplerende veje

*Bionedbrydeligt organisk affald*

m2 (organisk affald inkl. trærester og planterester)

og supplerende veje

*Naturligt forekommende slidende materialer*

m3 (sten og æggeskaller)

Fraktion 1 fotograferes som minimum.



<b>Dokument:</b>	Analysemetode	<b>Nr:</b>	KB01/1
------------------	---------------	------------	--------



*Figur 3 Eksempler på frasorterede emner. Der ses grøn plastfolie fra pose rester, mindre plastemner, rester af skum, og rester af alufolie. Emnerne er forstørrede.*

Herefter bestemmes andelen af store partikler i "ikke naturligt forekommende restaffald".

Emnerne sorteres efter følgende størrelser:

Partikler, der er større end 6 mm\*6 mm, vejes som m4 og tælles.

Af disse partikler udsorteres partikler, som er over 10 mm i en dimension. Partiklerne tælles, og for hver partikel estimeres arealet i 2 dimensioner ud fra en tilnærmet rektangel (ca. længde gange bredde i cm\*cm).

Det samlede estimerede areal af alle ovenstående partikler tælles sammen og angives som A (cm<sup>2</sup>).

Fraktionerne fotograferes.

**Beregning og  
resultatangivelse**

Renheden af pulpen beregnes på tørstofbasis som:

$$\text{Renhed (TS=100 \%)} = 100 * (1 - 100 * m1 / (m0 * TS)).$$



<b>Dokument:</b>	Analysemetode	<b>Nr:</b>	KB01/1
------------------	---------------	------------	--------

Renheden kan herudover supplerende opgives ved en specifik tørstofprocent, fx 15 %, som er typisk for en pumpbar pulp.

Eksempel, hvor  $m_0=1000$  gram og  $m_1=5$  gram samt  $TS=10$  %.

Renhed ( $TS=15$  %)= $100*(1-15*m_1/(m_0*TS))=100(1-15*5/(1000*10))=99,25$  % ved 15 % tørstof.

Resultatet angives som renhed ved 100 % TS med 1 decimal, fx 99,8 %.

Herudover angives indholdet af store emner på tørstofbasis ud fra formlerne:

% indhold af emner  $> 36$  mm<sup>2</sup> ( $TS=100$  %)=  
 $100*100*(m_4)/(m_0*TS)$

Areal (cm<sup>2</sup>) af emner med en dimension  $> 10$  mm per g  $TS=100*A$   
(cm<sup>2</sup>)/ $m_0*TS$

Supplerende beregning af indhold af slidende emner.

Slidende emner i %= $100*(100*(m_{1s}+m_3)/(m_0*TS))$ .

**Antal  
bestemmelser**

Analysen som en enkeltbestemmelse på en samlet prøve.





<b>Dokument:</b>	Analysemetode	<b>Nr:</b>	KB01/1
------------------	---------------	------------	--------

**Rapportering**

I rapport anføres prøvemærkning, dato og resultater for:

Tørstof TS (w/w-%)

Vejedata for

m0 (afvejet pulp/biomasse)

m1 (afvejede tørrede urenheder)

m4 (afvejede tørrede urenheder > 36 mm<sup>2</sup>)

antal emner > 36 mm<sup>2</sup>

Estimeret areal A af emner med en dimension > 10 mm

Renhed (100 % TS)

Renhed store emner > 36 mm<sup>2</sup> (TS=100 %)

Areal (cm<sup>2</sup>) af emner med en dimension > 10 mm per g TS

**Referencer**

Reference 1: ETV verification, DanETV 6/5-2013 of the product ECOGI. [http://www.etv-danmark.dk/filer/energi/ecogi\\_Verification%20statement.pdf](http://www.etv-danmark.dk/filer/energi/ecogi_Verification%20statement.pdf)

Reference 2: DS 204:1980 Vandundersøgelse. Tørstof og gløderest



<b>Dokument:</b>	Analysemetode	<b>Nr:</b>	KB01/1
------------------	---------------	------------	--------

**Logbog**

<i>Version</i>	<i>Dato</i>	<i>Init.</i>	<i>Beskrivelse af ændringer</i>
1	27.01.2015	bmh	Oprettet