



Fødevareministeriet

### Vedrørende rapport om test af væskefløb fra markstak

**Susanne Elmholt**

Koordinator for  
myndighedsrådgivning

Dato: 30. maj 2013

Direkte tlf.: 8715 7685  
E-mail:  
Susanne.Elmholt@agrsci.dk

Afs. CVR-nr.: 57607556

Side 1/1

Som opfølgning på to tidligere notater, fremsendt til Fødevareministeriet (FVM) hhv. den 31. august og den 1. november, har FVM i bestilling til DCA – Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug den 7. november 2012 bedt ”AU igangsætte en dialog med FVM og Miljøstyrelsen om hvorledes og hvornår der er mulighed for at igangsætte de beskrevne forsøg fra notat af 1. november”.

På foranledning heraf har AU udarbejdet og afprøvet en forsøgsopstilling til test af væskefløb fra dekantercentrifugerede biomasser.

Forsøget og dets resultater beskrives i medsendte rapport, der er udarbejdet af adjunkt Maibritt Hjort og landbrugstekniker Peter Storegård Nielsen, begge fra Institut for Ingeniørvidenskab.

Med venlig hilsen

Susanne Elmholt  
Seniorforsker, koordinator for myndighedsrådgivning ved DCA

# Test af væskeafløb fra markstak

Rapport fra DCA – Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug

Dato: 30. maj 2013



Forfattere  
Maibritt Hjorth  
Peter Storegård Nielsen  
Institut for Ingeniørvidenskab

Rekvirent  
Fødevareministeriet



## Indhold

Formål .....	2
Grænseværdi .....	2
Testudførelse .....	2
Resultater fra Maabjerg Bioenergy og forsøg med containerlagring .....	4
Referencer .....	7

## Formål

Til brug i forbindelse med Miljøstyrelsens udformning af byggeblade udføres en måling af det tidsmæssige forløb af saftafløb under overdækket lagring af dekantercentrifugerede faste biomasser. Test af saftafløb skal ske for at vurdere potentialet for kvælstoftab med saftafløb. På basis af den gennemførte måling forventes det muligt at opstille en standardprocedure for test af saftafløb i forbindelse med lagring af fiberfraktion i markstak.

## Grænseværdi

I udspil til forsøgsopstilling noterer Sørensen (2012), at "Det kan foreslås, at der fastsættes en maximumgrænse for saftafløb. Som udgangspunkt kan foreslås en grænse på 1-2 % af vægt (10-20 kg/ton fiber). Kvælstofkoncentrationen i væskefraktion er normalt mindst 50 % lavere end i tilsvarende fiberfraktion (Møller et al., 2002; Petersen og Sørensen, 2008). Det betyder, at et safttab på 1 % af fibervægt vil indeholde under 0,5 % af total N i fiberfraktionen. Et potentielt udvaskningstab på under 0,5-1 % af total N vurderer vi som ubetydeligt sammenlignet med øvrige udvaskningstab fra tilført gødning (ca. 20-40 % af tilført gødnings-N). Alternativt kan en grænse laves på basis af maksimalt tab af total N målt direkte i saftafløb".

## Testudførelse

For at vurdere, om markstakke af dekantercentrifugerede, faste fraktioner fra biogasanlæg ville give anledning til for høj kvælstofudsvivning, blev tre biomasser oplagret i containere og væskeafløb opsamlet og analyseret løbende.

Testen udføres med dekantercentrifugerede faste biomasser fra Maabjerg Bioenergy (biogasanlæg), der modtager husdyrgødning, kartoffelpulp og ostevælle.

Tre biomasser blev leveret til Foulum fra Maabjerg Bioenergy senest 24 timer efter produktion (figur 1). Biomassen ankom i produktionscontainerne og blev læsset ud på en asfalteret plads. En samlet prøve blev analyseret fra hver biomasse, udtaget som 15 delprøver i 0,5 m dybde, fordelt jævnt rundt om i stakken. Prøven blev analyseret for pH og indhold af tørstof, aske, total kvælstof (total-N) og ammonium ( $\text{NH}_4\text{-N}$ ). Temperaturen blev også målt ved ankomst, 5-10 steder i stakken. Inden omlæsning til lagercontaineren blev det sikret, at ingen væske var løbet fra biomassen.

Lagercontainerne blev placeret i en hal med minimum 8 °C, for at undgå påvirkninger fra frost, sne, regn og blæst. Højeste rumtemperatur blev målt ved forsøgets afslutning i maj måned til 19 °C. Containerens bund blev dækket med rio-net og ovenover et filternet for at hjælpe afdræning henover containerbunden (figur 2). Containerne var sikret vandtætte og havde en hældning på 2,5 % mod afløbsslangen på 1 cm i diameter (figur 3). I alle containerne blev 17,5 ton biomasse læsset i (figur 4). Første andel blev fordelt manuelt i containerens bund for at fiksere nettene. Biomassen blev fyldt i op til containerens rand (figur 5). Sort plastik blev lukket tæt over biomassen, og en presenning blev lagt henover (figur 6).

Mellemcontainere blev anvendt til én af biomasserne under udførelsen af en vejledende tørstofanalyse (figur 7). Disse var også vandtætte, havde intet afløbsdræn og blev overdækket med

sort plastik. Inden omlæsning til lagercontaineren blev det sikret, at ingen væske blev mistet fra biomassen.



Figur 1 Modtaget biomasse, læsning påbegyndt.



Figur 4 Læsning af biomasse.



Figur 2 Rio-net og filternet på den hældende bund i containere for at lette dræning.



Figur 5 Biomasse opfyldt til containerens rand, sort plastik efterfølgende lagt over.



Figur 6 Overdækkede containere, containerpresenning lagt over sort plastik.



Figur 3 Opsamlingsflasker via slange i hjørne af containere. Borsyre tilsat flasken. Vandlås på gasudslipsslange.



Figur 7 Mellemlager i 1 døgn af prøve 02 under tørstof analyse.

Temperaturen i lagercontainerne blev observeret løbende for at vurdere, om biomassen komposterede.

Væskeafløbet blev opsamlet i 1L glasflasker (figur 3). I flaskerne var påfyldt 20 ml 44 % borsyre for at minimere ammoniakemission ( $\text{NH}_3$ ) fra væskeafløb indtil analyse. Væskevolumen blev observeret med maksimum 3 dages mellemrum. Prøveflasker blev skiftet og sendt til analyse for ammonium indhold ( $\text{NH}_4\text{-N}$ ), når stort væskevolumen var opsamlet eller ændring i afløbshastighed blev observeret.

## Resultater fra Maabjerg Bioenergy og forsøg med containerlagring

Væskeafløbets volumen og kvælstofindhold skulle vurderes fra dekantercentrifugeret fast fraktion fra Maabjerg Bioenergys biogasanlæg, der modtager husdyrgødning, ostevælle og kartoffelpulp.

Fast fraktion, afhentet fra Maabjerg Bioenergy, er hver anden uge blevet analyseret af Combineering. I alt er 28 prøver udtaget.

**Tabel 1: Karakteristika af 28 producerede biomasser på Maabjerg Bioenergys anlæg siden opstart**

	Dato	TS (%)	Total N (g/L)	$\text{NH}_4\text{-N}$ (g/L)	$\text{NH}_4\text{-N}/\text{totN}$ (%)
Middel		28,2	10,1	2,3	23
Min <sup>1</sup>	03-09-2012	26,2	8,0	1,7	18
Maks <sup>1</sup>	22-03-2013	31,0	11,4	3,2	35

<sup>1</sup> værdier er opgivet for forskellige prøver

Tre biomasser blev leveret fra Maabjerg Bioenergy til Foulum for at måle væskeafløbet.

**Tabel 2: Karakteristika af de 3 modtagne prøver til forsøg**

ID	Dato	pH	TS (%)	Aske (%)	Total N (g/L)	$\text{NH}_4\text{-N}$ (g/L)	$\text{NH}_4\text{-N}/\text{totN}$ (%)
01	20-02-2013	8,8 (0,0)	27,2 (0,0)	7,2 (0,0)	8,3 (0,3)	2,8 (0,1)	33
02	20-02-2013	8,7 (0,0)	27,9 (0,0)	7,8 (0,1)	9,1 (0,4)	3,1 (0,3)	33
03	18-03-2013	8,8 (0,0)	27,2 (0,0)	6,7 (0,1)	8,0 (0,2)	3,0 (0,1)	39

De tre biomasser blev lagret, og væsken blev opsamlet og indholdet analyseret.

**Tabel 3: Afløb fra prøverne (17,5 ton lagret)**

ID	Periode	Dage	Volumen (ml)	Volumen afløb ud af biomassens volumen <sup>1</sup> (%)	pH	NH <sub>4</sub> -N (g/L)	N afløb (g)	N afløb ud af biomasse N <sup>2</sup> (%)
01-1	20/02 → 06/03	14	2,2		6,0	0,08 (0,00)	0,002	0,000002
01-2	06/03 → 08/05	63	0,0		-	<0,00 (0,00)	0,000	0,000000
01-3	08/05 → 21/05	13	0,0		-	<0,00 (0,00)	0,000	0,000000
01	Total	90	2,2	0,00001			0,002	0,000002
02-1	20/02 → 06/03	14	19,2		7,2	0,48 (0,01)	0,023	0,000014
02-2	06/03 → 08/05	63	0,0		-	<0,00 (0,00)	0,000	0,000000
02-3	08/05 → 21/05	13	0,0		-	<0,00 (0,00)	0,000	0,000000
02	Total	90	19,2	0,00011			0,023	0,000014
03-1	18/03 → 20/03	2	65,1		8,2	2,02 (0,03)	0,172	0,000122
03-2	20/03 → 03/04	14	22,9		7,0	1,08 (0,03)	0,068	0,000049
03-3	03/04 → 15/04	12	0,7		5,9	0,17 (0,00)	0,004	0,000003
03-4	15/04 → 08/05	23	0,1		-	0,00 (0,00)	0,000	0,000000
03-5	08/05 → 21/05	13	0,0		-	<0,00 (0,00)	0,000	0,000000
03	Total	64	88,7	0,00051			0,243	0,000173

<sup>1</sup> Grænseværdi 1-2 %

<sup>2</sup> Grænseværdi 0,5-1 %

Lagringstiden var planlagt til 90 dage. Men væskeafløbet stoppede tidligere, og lagringstiden blev derfor nedkortet til henholdsvis 90, 90 og 64 dage for biomasse 01, 02 og 03.

Temperaturmålingerne faldt hen over måleperioden i alle tre biomasser. Temperaturen blev målt 1 m fra containervæggene og 1 m nede i stakken. I biomasse 03 faldt den med 15 grader (34°C til 19°C) over de 64 dage, og i biomasse 01 og 02 var den tilsvarende 19°C efter 90 dage. Så der er ingen indikation af senere opvarmning på grund af kompostering, som ellers kunne forventes at medføre en ny periode med væskeafløb. Dette bekræfter forventningen om, at afløbet fra biomasserne var stoppet.

I følge Maabjerg Bioenergy ligger indholdet i de 3 modtagne prøver (tabel 2) indenfor karakteristika af de typiske produktioner (tabel 1). Ammoniumindholdet (NH<sub>3</sub>-N) og ammoniumindholdets andel af det totale kvælstofindhold (NH<sub>3</sub>-N/total N) i de modtagne prøver er højt i forhold til de typiske prøver. Dette skulle kunne forårsage størst muligt N tab ved nedsivning, og dermed være velegnet i forhold til at teste det værste tænkelige udvaskningsscenario. Tørstofindholdet i de modtagne prøver er under gennemsnittet, hvilket også forventes at betyde størst mulig væskeafløb/nedsivning. Ingen af de tre modtagne prøver har dog et tørstofindhold, der er så lavt som det lavest målte indhold på Maabjerg Bioenergy (27,2% versus 26,2%), hvorfra der kan forventes det største væskeafløb.

Der er maksimalt løbet 89 ml væske fra containerne, svarende til 0,005 % af testmaterialets volumen. Det er under den foreslåede grænseværdi på 1-2 %. Og der er maksimalt udvasket 0.24 g kvælstof, hvilket svarer til 0,0002 % af testmaterialets kvælstofindhold. Det er ligeledes under den



foreslåede grænseværdi for kvælstof tabet på 0,5-1%. Resultaterne indikerer, at hvis tørstofindholdet er ned til 27,2 %, overskrides de foreslåede grænseværdier ikke. Så til trods for variationer i lagringsmetode og biogasanlæggets drift, blev grænseværdien ikke overskredet.

Det skal endvidere nævnes, at det ikke var muligt at producere biomasse til forsøget med et tørstofindhold, der var lige så lavt, som Combineering faktisk har målt i prøverne fra Maabjerg Bioenergy's anlæg (26,2 %).

Beregning af teoretisk væskeafløbsmængde ved 26 % TS fra 17,5 ton gyllefiber

Væskeindhold 27,2 %: 27,2 % af 17,5 ton = 4800 L væske

Væskeindhold 26 %: 1,2 % af 17,5 ton = 210 L ekstra væske

Grænseværdi på væskeafløbsmængden: 1 % af biomassevægt = 17,5 ton \* 1 % = 175 L væske

Beregning af N afløb, 26 % TS

Max N tab, hvis laveste N indhold i biomasse antages:  $8,0 \text{ g/L} * 17,5 \text{ ton} * 0,5 \% \text{ N grænseværdi} = 690 \text{ g N}$

Afløbsvolumen, hvis størst målte  $\text{NH}_3\text{-N}$  koncentration i afløb antages:  $690 \text{ g N} / 2,02 \text{ g NH}_3\text{-N/L} = 340 \text{ L}$

Ca. 175 L væske må altså løbe fra den lagrede biomasse for at holde sig under 1 % af biomassevægten. Der er i forsøget løbet under 0,1 L væske fra de to biomasser med 27,2 % tørstofindhold, svarende til under 0,006 % af grænseværdien for væskeafløb. Ved 26 % TS er der 210 L ekstra væske. For at overskride grænseværdien skal 85 % af denne ekstra væske dræne ud af fiberfraktionen. Det fremgår af resultaterne, at vandabsorptionsevnen i materialet er stor. Sammenlignet med de 0,006 % væskeafløb ved det lidt højere tørstofindhold anses sandsynligheden for at være lille for, at 85 % af væsken vil løbe fra denne andel af biomassen.

Der må løbe op til 690 g N fra markstakken. Løber det fra i samme koncentration som det tidligere afløbs maksimale koncentration ( $2,02 \text{ g NH}_4\text{-N/L}$ , første opsamlingsdelprøve fra biomasse 03), svarer det til 340 L væske. Men der er kun 210 L ekstra væske. Så skal grænseværdien overskrides, skal kvælstof-koncentrationen i afløbet være højere. Dette kunne forekomme, hvis væsken under transport gennem markstakken kommer i kontakt med mere  $\text{NH}_4\text{-N}$ , hvilket blandt andet er afhængig af transportlængden. Og stadigvæk skal en stor del af væsken også løbe af. Så sandsynligheden vurderes som lille for at kvælstof-grænseværdien overskrides.

Følgende kan give anledning til fejlkilder i vurdering af mængde N i væskeafløb ved 26 % TS:

- at en meget stor andel af den ekstra væske løber fra (0,1 ml ud af 4800 L væske skal stige til 300 L ud af 5010 L væske)
- at den bioforgassede fibers indhold ændres så meget pga. operationsforskelle på biogasanlægget, at vandabsorptionsevnen i biomassen ændres meget (de to TS gentagelser produceret med 1 måned imellem gav 2,2 ml versus 89 ml væske, hvilket viser at store forskelle kan forekomme mellem forskellige produktioner)
- at N koncentrationen i væskeafløbet bliver meget forhøjet (ved større kontakt mellem  $\text{NH}_4\text{-N}$  adsorberet til partikler og væsken, der løber gennem stakken)

- at betingelserne i markstakken er meget forskellige fra vores containere (lille afløbshul versus jord med kapillærkræfter, anden højde/bredde af markstakken mm)

Den samlede vurdering er, at sandsynligheden er lille for en overskridelse af de opstillede grænseværdier på væskeafløb på 1-2 % af biomasse vægten og 0,5-1 % af kvælstofindholdet.

## Referencer

Sørensen, P. (2012). Test af saftafløb fra lagret fiberfraktion. Udspil til forsøgsopstilling, fremsendt til Miljøstyrelsen 22. november.

Møller, H.B., Sommer, S.G. og Ahring, B. (2002). Separation efficiency and particle distribution in relation to manure type and storage conditions. *Bioresource Technology*, 85, 189-196.

Petersen, J. og Sørensen, P. (2008). Loss of nitrogen and carbon during storage of the fibrous fraction of separated pig slurry and influence on nitrogen availability. *Journal of Agricultural Science*, 146, 403–413.