

Bioforsk Rapport

Bioforsk Report

Vol. 5 Nr. 39 2010

Biorest basert på avfall sortert etter "Ludvikametoden" til landbruksformål

Tormod Briseid og Trond Knapp Haraldsen
Bioforsk Jord og miljø

John Morken, UMB

www.bioforsk.no





Hovedkontor
Frederik A. Dahls vei 20,
1432 Ås
Tlf: 03 246
Fax: 63 00 92 10
post@bioforsk.no

Bioforsk Jord og miljø
Frederik A. Dahls vei 20
1432 Ås
Tlf: 03 246
Faks: 63 00 94 10
jord@bioforsk.no

Tittel/Title:

Biorest basert på avfall sortert etter "Ludvikametoden" til landbruksformål

Forfatter(e)/Autor(s):

Tormod Briseid, Trond Knapp Haraldsen og John Morken (UMB)

Dato/Date: 15.02.2010	Tilgjengelighet/Availability: Åpen	Prosjekt nr./Project No.: 2110451	Arkiv nr./Archive No.:
Rapport nr./Report No.: 39/10	ISBN-nr.: 978-82-17-00624	Antall sider/Number of pages: 16	Antall vedlegg/Number of appendix: 1

Oppdragsgiver/Employer:

FolloRen

Kontaktperson/Contact person:

Monica Iveland

Stikkord/Keywords:

Matavfall, sentralsortering, biogass, biorest, råtnerest, organisk gjødsel

Food waste, MBT, biogas, digestate, organic fertilizer

Fagområde/Field of work:

Bioenergi og ressurser

Bio energy and resources

Sammendrag

UMB utarbeidet i 2007 en rapport for Follo Ren hvor man utredet mulighetene for behandling av organisk avfall fra Follo og Indre Østfold Renovasjon sammen med husdyrgjødsel fra UMB og nærliggende gårder i en biogassprosess. Det ble foreslått at matavfallet ble samlet inn sammen med restavfallet og sortert etter Ludvikametoden. Bioforsk ble bedt om å se på mulighetene for å benytte en forventet biorest fra denne prosessen til landbruksformål, og har på denne bakgrunn utarbeidet denne rapporten. Rapporten omhandler kun våte biogassprosesser, ikke tørre prosesser og vurderingen er gjort på grunnlag av kun et lite antall prøver.

Tungmetallinnholdet i mellomproduktet rett etter Ludvikabehandlingen var lavt og holdt kvalitetsklasse 0 og I i henhold til gjødselvereforskriften, mens biogasspotensialet var høyt. En biogass-behandling av dette materialet vil imidlertid kunne øke konsentrasjonen av tungmetaller. På denne bakgrunn konkluderes det med at produktet man får etter behandling i Ludvikaprosessen vil kunne danne et egnet gjødselprodukt i en våt biogassprosess under forutsetning av at bioresten lar seg oppkonsentrere med hensyn til næringsalter mens konsentrasjonen av tungmetaller holdes innenfor gjødselvereforskriftens krav, og videre at innholdet av organiske miljøgifter er lavt. Det er også en forutsetning at man klarer å redusere innholdet av fremmedlegemer i den ferdige bioresten, noe FolloRen mener å kunne løse gjennom prosess tekniske forbedringer. Dersom man ikke oppkonsentrerer sluttproduktet med hensyn til næringsalter, vil det alternativt kunne benyttes som et jordforbedringsmiddel.

Man bør være oppmerksom på at det foreligger en skepsis til sentralsortering av matavfall fra husholdningene som utgangspunkt for gjødsel og jordforbedringsmidler til matproduksjon, dersom matavfallet behandles sammen med det som oppfattes som restavfall. Dette kan skape betydelige utfordringer med hensyn til avsetning av restproduktene til landbruksformål, og det anbefales at det i denne sammenheng utføres en egen risikoanalyse. Dersom begrepet husholdningsavfall benyttes, bør forskjellen mellom hva som ligger i begrepet restavfall og husholdningsavfall avklares. En egen "dunk" for restavfall hos abonnentene vil kunne løse dette problemet.

Godkjent / Approved

Roald Sørheim

Prosjektleder / Project leader

Tormod Briseid

Innhold

1. Sammendrag	3
2. Innledning	5
3. Metoder	6
4. Resultater og diskusjon	7
4.1 Biogasspotensialet.....	7
4.2 Nitrogeninnholdet og forholdet mellom karbon og nitrogen (C/N).....	8
4.3 Fremmedlegemer.....	10
4.4 Tungmetaller	10
4.5 Forholdet mellom nitrogen og tungmetaller	11
4.6 Andre miljøgifter	13
4.7 Hygiene, luktstabilitet og innhold av spiredyktige frø	13
5. Konklusjoner	14
6. Referanser	16
7. Vedlegg	17

1. Sammendrag

Bakgrunn

UMB utarbeidet en rapport for Follo Ren (Morken et al., 2007) hvor man utredet mulighetene for behandling av organisk avfall fra Follo og eventuelt Indre Østfold Renovasjon sammen med husdyrgjødsel fra UMB og nærliggende gårder i en biogassprosess. Det ble foreslått at matavfallet ble samlet inn sammen med restavfallet og sortert etter Ludvikametoden.

Mål

Bioforsk er blitt bedt om å se på mulighetene for å benytte en forventet biorest basert på produktet sortert etter Ludvikametoden til landbruksformål, og har på denne bakgrunn utarbeidet denne rapporten.

Ludvikametoden

Bioforsk har ikke vurdert selve Ludvikametoden, verken teknisk, energimessig, økonomisk, med hensyn til driftssikkerhet eller lokale miljøkonsekvenser. I hvilken grad bioenergienergi (i form av respirasjon) eller nitrogen (i form av ammoniakk) tapes i løpet av prosesseringen, er heller ikke vurdert.

Kvalitetskrav

Den faste resten etter sortering av avfall fra Ludvika var i Gjødelsvareforskriftens kvalitetsklasse 0 for alle de angitte tungmetaller, mens den faste prøven etter sortering av avfall fra FolloRen sommeren 2008 var i kvalitetsklasse 1 for kobber og sink, ellers klasse 0.

I forbindelse med biogassbehandlingen fjernes en stor del av tørrstoffet i form av biogass, og den våte bioresten gikk da opp i kvalitetsklasse 1 og 2 for flere tungmetaller og nær klasse 3 i ett tilfelle. Dersom bioresten skal kunne oppkonsentreres med hensyn på næringsalter for å kunne oppnå et egnet gjødselprodukt, må tungmetallinnholdet i utgangsmaterialet være i klasse 0 med god margin. Alternativt må en del av tungmetallene trekkes ut i prosessen, for eksempel i en fiberfraksjon. Egenskapene til en slik metallanrikt fiberfraksjon og bruksmulighetene er ikke vurdert i denne rapporten. Våre vurderinger her gjelder kun våte biogass prosesser. Tørre prosesser er ikke vurdert her.

Innholdet av fremmedlegemer i bioresten var høyere enn det Gjødelsvareforskriften tillater, og det må gjøres tiltak for å redusere dette, enten ved bedret kildesortering eller ved innarbeiding av et "rensetrinn" i prosessen. Dette er foreslått av Follo Ren.

Bioresten ble ikke vurdert med hensyn til hygiene, stabilitet eller innhold av spiredyktige frø, da disse forhold i avgjørende grad vil være avhengig av selve biogassprosessen og eventuell hygienisering i tilknytning til dette, og ikke av forsoreringen.

Gjødselverdi

Ofte behandles blandinger av forskjellige organiske avfallsfraksjoner i et biogassanlegg, og den samlede effekten vil avgjøre sluttproduktets gjødselgenskaper. Man velger gjerne avfallsfraksjoner som "passer sammen". Her har vi kun vurdert biorest basert på produktene fra Ludvikabehandlingen, noe man bør være oppmerksom på ved vurderingen av resultatene/konklusjonene.

Innholdet av nitrogen, fosfor og kalium i matavfall ligger i området 2,1%, 0,4% og 0,8%. Ved fjerning av om lag 2/3 av tørrstoffet i form av biogass vil konsentrasjonene om lag tredobles på tørrstoffbasis, noe som også ble dokumentert i analyser av bioresten etter laboratorieforsøkene. Disse var blitt framstilt i en prosess egnet for måling av biogasspotensialet, og var ikke egnet som utgangspunkt til å vurdere gjødselverdien.

I en våt prosess er det nødvendig at bioresten lar seg oppkonsentrere med hensyn til næringsstoffer, dersom den skal kunne benyttes som et gjødselprodukt. Dette kan gjøres ved å øke tørrstoffinnholdet i bioresten og ved eventuelt å fjerne deler av fiberfraksjonen og således resirkulere deler av vannfasen

og oppkonsentrere ammonium. Det er viktig at en oppkonsentrering ikke medfører en for sterk oppkonsentrering av tungmetaller i den våte bioresten. Det er mulig at tungmetaller i stor grad kan fjernes sammen med fiberfraksjonen i form av tungtløslige metallsulfider, men dette er foreløpig ikke dokumentert så langt vi kjenner til. Hvordan en eventuell metallanriket fiberrest skal disponeres er som tidligere nevnt ikke vurdert i denne rapporten.

Gjødselverdien etter en eventuell tørr biogassprosess er ikke vurdert her.

Konklusjon

Mellomproduktet man får etter behandling i Ludvikaprosessen vil kunne danne et egnet gjødselprodukt i en våt biogassprosess dersom:

1. bioresten lar seg oppkonsentrere med hensyn til ammonium og kalium mens konsentrasjonen av tungmetaller holdes innefor gjødselvareforskriftens krav (minimum kvalitetsklasse II). Tungmetallinnholdet i mellomproduktet rett etter Ludvikabehandlingen holdt kvalitetsklasse 0 og 1 i de 2 undersøkte prøvene, men en videre biogassprosessering vil fjerne tørrstoff i form av biogass og derved øke konsentrasjonen. Dette er nærmere diskutert i rapporten.
2. det ikke er for høye konsentrasjoner av organiske miljøgifter i gjødselproduktet. Dette er ikke undersøkt og heller ikke vurdert i rapporten. På et generelt grunnlag anbefales det at det gjøres slike undersøkelser dersom det ikke er gjort.
3. man klarer å redusere innholdet av fremmedlegemer i den ferdige bioresten, noe FolloRen mener å kunne løse gjennom prosestetniske forbedringer.
4. Dersom det ikke foreligger andre forhold vi ikke er kjent med, og som kan være til hinder for at sluttproduktet vil være egnet som et gjødselprodukt i landbruket.

Erfaringer fra norske biogassanlegg som behandler kildesortert matavfall og storhusholdningsavfall i våte prosesser, viser at avsetning av flytende biorest er kritisk viktig. Det forutsettes at gjødselproduktet både er konsentrert med hensyn til næringsstoffer og har lavt innhold av tungmetaller og andre fremmedstoffer dersom bøndene skal være interessert i å nytte produktene. Punktene over er avgjørende i en slik sammenheng.

Dersom man ikke oppkonsentrerer næringssaltene i sluttproduktet, kan alternativt produktet etter prosessen danne utgangspunkt for jordforbedringsmidler. Dette er produkter med en lavere gjødselverdi, men med et høyt organisk innhold som er med å bygge opp jordens struktur og langsiktige bærekraft.

Det kan ellers nevnes at de oppgitte målte verdiene for biogasspotensialet i Ludvikaproduktet er høyt. Det realiserbare potensialet vil ligge lavere, og verdiene vil være avhengig av prosestetniske forhold. Riktigheten av de høye oppgitte metankonsentrasjonene i biogassen er diskutert i rapporten.

Dersom man utelater en egen "dunk" for restavfall hos abonnentene, vil Ludvikametoden innebærer en mekanisk utsortering av nedbrytbart biologisk avfall fra øvrig restavfall. Dersom begrepet husholdningsavfall benyttes, bør forskjellen mellom hva som ligger i begrepet restavfall og husholdningsavfall avklares. Å benytte restproduktet etter en slik prosess til matproduksjon er nytt i norsk sammenheng, så langt vi kjenner til, og det foreligger en betydelig skepsis til slik bruk. Dette gjøre det spesielt viktig med grundige undersøkelser for å klarlegge risikoen for at miljøgifter skal kunne kontaminere bioresten, og dette kan for eksempel gjøres i form av en egen risikovurdering hvor man sammenligner med metoder hvor abonnentene også har en egen "dunk" for restavfall.

I den vurderingen som er gjort her, er det ikke gjort analyser av organiske miljøgifter eller plantevernmidler, og heller ingen analyser av tungmetaller ut over de som er spesifisert i gjødselvareforskriften, og de kun i et svært begrenset antall prøver.

2. Innledning

UMB utarbeidet en rapport for Follo Ren (Morken et al., 2007) hvor man utredet mulighetene for behandling av organisk avfall fra Follo og eventuelt Indre Østfold Renovasjon sammen med husdyrgjødsel fra UMB og nærliggende gårder i en biogassprosess.

Det ble foreslått at matavfallet ble samlet inn sammen med restavfallet og sortert etter Ludvikametoden. Metoden forutsetter at man har en effektiv kildesortering av farlig avfall, aviser og blader, glass, metaller, batterier etc., samt at returordninger for elektriske artikler, plast og restavfall fungerer svært bra. Dette innebærer at eventuelt annet avfall som følger matavfallet er tenkt begrenset til matemballasje av papir, plast og metall, men ikke glass. Metoden er nærmere beskrevet i rapporten (Morken et al., 2007).

Bioforsk er blitt bedt om å se på mulighetene for å benytte en forventet restprodukt fra denne prosessen til landbruksformål, og har på denne bakgrunn utarbeidet denne rapporten.

Bioforsk har ikke vurdert selve Ludvikametoden, verken teknisk, økonomisk, med hensyn til driftssikkerhet eller lokale miljøkonsekvenser. I hvilken grad organisk energi i avfallet tapes i løpet av prosessen (i form av respirasjon) eller næringsalter som nitrogen (i form av ammoniakk), er heller ikke vurdert.

Bioforsk har heller ikke vurdert restprodukter dannet etter en såkalt tørr biogass prosessering av mellomproduktet som dannes ved bruk av Ludvikametoden.

3. Metoder

Dette arbeidet baserer seg på:

- Innhold i rapporter utført av deltagende aktører i prosjektet "Kretsløp Follo".
- Besøk ved Ludvika sorteringsanlegg 9. september 2008.
- Kjemiske analyser av biorest som vi har fått fra DANMAT AB og som var en vandig rest etter måling av biogasspotensialet i restproduktene fra Ludvikasortering av avfall fra Ludvika.
- Kjemiske analyser av restproduktene etter Ludvikasortering av avfall fra FolloRen.

Usikkerhet ved måling av tørrstoff

Tørrstoff måles vanligvis ved at en innveid prøve tørkes ved 105 °C til stabil vekt og stabiliseres i en atmosfære med lav fuktighet ved romtemperatur før veiing.

Det er verdt å merke seg at Gjødselevareforskriftens kvalitetskrav for gjødseleverer med organisk opphav relaterer tungmetallinnholdet til tørrstoffet. Dette kan være egnet for kompost og avløpslam, men er ikke egnet for våte produkter med et svært lavt tørrstoffinnhold som for eksempel flytende biorest, og hvor målte verdier for tørrstoffet blir heftet med stor usikkerhet. Eksempelvis vil et høyt innhold av flyktige komponenter kunne påvirke måleresultatene, dersom metoden ikke tar spesielt hensyn til dette. Eksempelvis vil ammoniakk og CO₂ lett kunne dampe av under en tørkeprosedyre.

Analyse for fremmedlegemer utført ved AnalyCen/Eurofins, Moss.

Analyselaboratoriet AnalyCen/Eurofins i Moss analyserer for fremmedlegemer i kompost ved å tørke materialet og deretter sikte materialet med 4 mm sikt. Fremmedelementer som ikke går gjennom sikta, blir deretter plukket manuelt med pinsett og veid inn. Man tar ikke med sand og grus¹. Metoden er ikke egnet til flytende materialer som biorest, men kan anvendes på avvannet, fast fraksjon.

¹ Denne beskrivelsen har vi fått som annenhånds muntlig informasjon fra Kristian Fjørtoft (UMB) 22. januar 2009.
Briseid, T., Haraldsen, T.K. & Morken, J. Bioforsk Rapport 5 (39) 2010, 16 s.

4. Resultater og diskusjon

4.1 Biogasspotensialet

Den organiske fraksjonen som dannes i Ludvikaprosessen har tidligere blitt kompostert i Ludvika. I 2007 og 2008 ble det utført målinger av biogasspotensialet av den organiske restfraksjonen etter behandling med Ludvikametoden med avfall fra Ludvika (Svensson og Eliasson, 2007) og med avfall fra Follo Ren (Eliasson 2008). Resultatene viser et svært høyt biogasspotensial sammenlignet med andre substrater og et svært høyt metaninnhold oppgitt til hele 79% og 85%. Svært høye målte prosenter kan skyldes at en stor del av CO₂ som er dannet løses inn i vannfasen. Det teoretiske gassutbytte kan beregnes ut fra substratets kjemiske sammensetning. I tabell 1 er noen slike verdier oppgitt, samt verdiene fra testene med Ludvikaproduktet.

Tabell 1. Eksempler på det teoretiske metanpotensialet i ulike substrater (angitt med samleformel), samt biogassens sammensetning av metan, karbondioksid og ammoniakk². (Etter Maria Berglund og Pål Börjesson, 2003) og (Christensen et al. 2003).

Subtrat	Formel	M ³ metan/kg VS	Vol % metan	Vol % CO ₂	Vol % ammoniakk
Karbohydrat ³	C ₆ H ₁₂ O ₆	0,38	50	50	0
Fett ⁴	C ₅₀ H ₉₀ O ₆	1,00	70	30	0
Protein ⁵	C ₁₆ H ₂₄ O ₅ N ₄	0,53	41	39	20
Matavfall	C ₁₈ H ₂₆ O ₁₀ N	0,51	49	45	5
Gras	C ₂₃ H ₃₈ O ₁₇ N	0,44	48	47	4
Halm	C ₁₀₇ H ₁₆₅ O ₇₀ N	0,49	52	47	0,9
Svinegjødsel	C ₂₉ H ₄₄ O ₁₃ N ₂	0,57	52	42	6,4
Gjødsel fra storfe	C ₅₅ H ₇₉ O ₂₈ N	0,56	54	45	1,8
Organisk dagrenovasjon (Christensen et al. 2003)		0,34 (Realiserbart)	62		
Organisk dagrenovasjon (Christensen et al. 2003)		0,47 (Målt potensiale)			
Ludvikaproduktet (Svensson og Eliasson, 2007)		0,63 (Målt potensiale)	(79)		
Ludvikaproduktet (Eliasson, 2008)		0,60 (Målt potensiale)	(85)		

² Molvekten er satt til 12 for karbon, 1 for hydrogen, 16 for oksygen og 14 for nitrogen. Tettheten for metan er satt til 0,71 for metan, 1,95 for karbondioksid og 0,76 kg/NM³ for ammoniakk.

³ Litteraturdata om det teoretiske gassutbytte for karbohydrater varierer mellom 0,37 og 0,40 m³ metan per kg karbohydrater.

⁴ Litteraturdata om det teoretiske gassutbytte varierer mellom 0,85 og 1,1 m³ metan per kg fett, og andelen metan varierer mellom 68 og 72%.

⁵ Litteraturdata oppgir det teoretiske gassutbytte til 0,5 m³ metan per kg protein, og andelen metan varierer mellom 50 og (84)%.

Man skal være oppmerksom på at slike målinger gjøres i tynne vandige løsninger og må ikke benyttes direkte som grunnlag for å vurdere biogasspotensialet i såkalt "tørre biogass prosesser".

4.2 Nitrogeninnholdet og forholdet mellom karbon og nitrogen (C/N)

Ofte behandles blandinger av forskjellige organiske avfallsfraksjoner i et biogassanlegg, og den samlede effekten vil avgjøre sluttproduktets gjødselegenskaper. I praksis velges gjerne avfallsfraksjoner som "passer sammen". Her har vi kun vurdert biorest basert på produktene fra Ludvikabehandlingen, noe man bør være oppmerksom på ved vurderingen av resultatene/konklusjonene. Forholdet mellom karbon og nitrogen i noen typiske substrater er satt opp i tabell 3.

Kildesortert matavfall har lav pH i størrelsesorden 4,5 - 5,8 og et tørrstoffinnhold i området 30 - 40% (Eklind et al. 1997; Norgaard & Sørheim 2004). Innholdet av nitrogen N kan anslås til 2,1 %, fosfor til 0,4 % og kalium til 0,8% i % av tørrstoff, men variasjonene vil kunne være store (Eklind et al., 1997; Christensen et al., 2003). Dersom 2/3 av tørrstoffet fjernes som biogass (metan og karbondioksid) samtidig som nitrogenet ikke tapes, vil total N forventes å kunne øke til om lag 6 % i bioresten. Dette er i samme størrelsesorden som de verdiene vi finner i restproduktene etter laboratorieforsøkene.

Man bør være oppmerksom på at man i tørre biogassprosesser har lite vann og løse dannet ammonium/ammoniakk i. Dette medfører en fare for at nitrogen damper av sammen med biogassen, og det bør gjøres visse prosestetniske forholdsregler for å unngå et slikt tap.

Bioforsk mottok den 10. september 2008 den vandige bioresten etter målingen av biogasspotensialet av Follo Ren sitt avfall, og ble bedt om å vurdere denne med hensyn til bruk som gjødsel i landbruket (Tabell 2). Det må presiseres at denne bioresten var dannet i en prosess som var undersøkt med hensyn til å måle biogassutbytte og ikke med hensyn til sluttproduktets gjødselverdi. En rest etter en slik måling av biogasspotensiale i laboratorieskala er lite representativ i forhold til fullskala prosessering av avfall, og prøvematerialet er således ikke realistisk i forhold til et fullskala produkt når det gjelder gjødslingsegenskaper. Planlagte vekstforsøk ble derfor ikke igangsatt.

Det er viktig å være klar over at biogassanlegg som driftes i fullskala ønsker å optimalisere sin drift med hensyn til behandlet mengde avfall. Dette innebærer at man opererer med økte belastninger, ofte resirkulering av prosessvann og i blant skjer fjerning av deler av tørrstoffet (fiberfraksjonen) som medfører høyere tørrstoffnivåer og høyere konsentrasjoner av nitrogen og ammonium enn det man får ved laboratorieforsøk hvor man kun optimaliserer med hensyn til gassutbytte.

Våte biorester som restprodukter etter biogassbehandling av organisk avfall, er gjerne ettertraktet som N-gjødsel i landbruket. I den svenske rapporten om biogjødsel (RVF, 2005) opereres det med et total N-innhold i størrelsesorden på 10 - 20 % av TS. De fleste svenske anleggene hadde husdyrgjødsel som andel av substratet, mens bare ett anlegg hadde kun kildesortert matavfall og restaurantavfall. Forholdet mellom ammonium-N og total-N var i størrelsesorden 0,75 i alle prøvene omtalt i RVF sin rapport. Innholdet av N er avhengig av hvilket materiale som inngår i prosessen og i hvilken grad prosessen resirkulerer vannstrømmene. Høye N-verdier vil vi kunne oppnå ved eksempelvis å behandle kjøtt- og fiskeavfall samt husdyrgjødsel.

Tabell 2. Innhold av total-N, ammonium-N, fosfor, kalsium, kalium og tørrstoff, glødetap, pH og C/N-forholdet i faste prøver etter sortering i Ludvika og i den våte resten etter måling av biogasspotensialet i denne typen faste prøver. Den våte resten i de 3 siste kolonnene bør ikke benyttes som mål for gjødselverdien.

	Fast prøve etter sortering av avfall fra Ludvika 20.08.2007	Fast prøve etter sortering av avfall fra FolloRen 13.08.2008	Våt rest fra Ludvika (Svensson & Eliasson, 17.10.2007)	Våt rest fra FolloRen (Levert Bioforsk 10.09.2008)	Våt rest fra FolloRen (Eliasson, 22.11.2008)
Tørrstoff (%)	46,7	46,2	0,5	0,8	0,8
Glødetap (% av TS)	78,3	75,8	63,2		67,2
pH	4,8	4,9	7,8	7,2	8,1
Total-N (Kjeldahl) g/kg TS	17	17	60	54	50
Ammonium-N mg N/100 g	91,8	163	40	20	13
C/N-forhold	18,4	24		1,6	
Fosfor, P (g/kg TS)	1,5	1,7	9,5	10,4	8,2
Kalsium, Ca (g/kg TS)	20	31,1		50,6	61
Kalium, K (g/kg TS)	5,3	4,5		8,4	

Dersom kun matavfall fra husholdningene inngår i prosessen, vil N-innholdet og da særlig løst N i form av ammonium samt kalium kunne økes ved å fjerne deler av fiberresten i prosessen. Dette gjøres eksempelvis i prosessen til BioTek på HRA og på det nye anlegget i Nissedal. I biorester fra disse anleggene har det vært 12-27 % N på tørrstoffbasis, i hovedsak ammonium-N som bare i mindre grad skilles ut sammen med fiberfraksjonen og i hovedsak blir igjen i den våte bioresten. Verdier av C/N-forholdet som anses å fungere i en biogassprosess varierer i litteraturen mellom 10 - 30 med et optimum mellom 15 og 25. Et økende C/N-forhold øker dannelsen av fettsyrer i prosessen, og dersom ikke konsentrasjonene blir for høye kan dette stimulere metandannelsen (Anna Schnürer og Åsa Jarvis, 2009). Tabell 3 viser C/N-forholdet i noen typiske biogass-substrater.

Tabell 3. C/N-forholdet i noen typiske biogass substrater (Etter Anna Schnürer og Åsa Jarvis, 2009)

Substrat	C/N-forhold
Slakteriavfall mykdeler	4
Slakteriavfall - mage/tarm	22 - 37
Matavfall	3 - 17
Blandet matavfall	15 - 32
Frukt- og grønnsaker	7 - 35
Poteter	35 - 60
Korn	16 - 40
Halm	50 - 150
Gras	12 - 26
Gjødsel/storfe	6 - 20
Høsegjødsel	3 - 10
Svinegjødsel som gylle	5

4.3 Fremmedlegemer

Våt prøve av biorest var ikke tilpasset prosedyren for måling av fremmedlegemer ved AnalyCen (Moss) og prøven av biorest som Bioforsk mottok 9. september 2008 ble heller ikke vurdert som relevant for kvantitative analyser. Mengden fremmedlegemer ble imidlertid analysert direkte i prøvematerialet som ble benyttet i forsøkene. Dette var materiale som var basert på avfall fra FolloRen og som var blitt behandlet i Ludvikaprosessen. Innholdet av fremmedlegemer ble oppgitt til 6,79 % av tørrstoff (tabell 4). Innholdet av fremmedlegemer i biorest basert på avfall fra Ludvika ble oppgitt til 0,77% (Svensson & Eliasson 2007). Gjødelsvareforskriftens krever at totalinnholdet av plast, glass eller metallbiter med partikkelstørrelse større enn 4 mm ikke skal utgjøre mer enn 0,5 vektprosent av totalt tørrstoff.⁶

Tabell 4. Innhold av fremmedelementer som plast, metall og annet i prosent av tørrstoff i faste prøver etter sortering i Ludvika og i biorester fremstilt på basis av denne typen faste prøver.

	Fast prøve etter sortering av avfall fra Ludvika 20.08.2007	Fast prøve etter sortering av avfall fra FolloRen 13.08.2008	Våt biorest fra Ludvika (Svensson & Eliasson, 17.10.2007)	Våt biorest fra FolloRen (Levert Bioforsk 10.09.2008)	Våt biorest fra FolloRen (Eliasson, 22.11.2008)
Tørrstoff (%)	46,7	46,2	0,5	0,8	0,8
Plast (% av TS)	0,60				
Metall (% av TS)	< 0,1				
Annet fremmedstoff (% av TS)	2,9	6,79 (inkl. metall og plast)	0,77	Ikke kvantifisert,	Ikke kvantifisert,

Innholdet av fremmedlegemer kan reduseres ved en bedret kildesortering, spesielt av glass, en bedret sorteringsprosess samt at noe muligens kan fjernes ved et sedimentasjonstrinn i en våt biogassprosess.

4.4 Tungmetaller

Den faste resten etter sortering av avfall fra Ludvika var i kvalitetsklasse 0 for alle de angitte tungmetaller, mens den faste prøven etter sortering av avfall fra FolloRen sommeren 2008 var i kvalitetsklasse 1 for kobber og sink, ellers klasse 0. Dette er lavt, men som utgangsmaterialet for en våt biogassprosess hvor man oppkonsentrerer næringssaltene mange ganger for å oppnå en god gjødselkvalitet bør det holde kvalitetsklasse 0 med god margin for å være sikker på at tungmetallinnholdet etter uttak av biogass (i bioresten) minst er innenfor kvalitetsklasse II. Alternativt må tungmetaller trekkes ut i prosessen, noe som muligens gjøres ved enkelte anlegg.

Den våte bioresten som man fikk i laboratorieforsøk etter behandling av avfall fra Ludvika lå i kvalitetsklasse 0 for krom, kvikksølv og bly, i klasse I for kadmium og kobber og i klasse 2 for nikkel og sink, basert på data fra Svensson & Eliasson (2007). Bioresten som var basert på FolloRen sine nåværende innsamlingsrutiner ga biorester i kvalitetsklassene 0 for bly, 1 for kvikksølv og i kvalitetsklasse 2 for kadmium, krom, kobber, nikkel og sink, basert på data fra Eliasson (2008) (Tabell 5).

⁶ I kommentar fra Monica Iveland i Follo Ren opplyses det at John Morken ved UMB har sjekket prøvematerialet og kommet fram til at det hovedsakelig er glass, tyggegummipapir og små plastdeler. Dette klarer Follo Ren å få ut med ekstra rist i sorteringsanlegget samt i flotasjonstank i forbehandling til biogassanlegget. Dermed faller mye av problematikken bort, kommenteres det.

Tabell 5. Innhold av de tungmetaller som inngår i gjødselvereforskriftens kvalitetskrav i faste prøver etter sortering i Ludvika og i biorester fremstilt på basis av denne typen faste prøver. Kvalitetsklassen i henhold til Gjødselvereforskriftens krav er satt opp i parentes.

	Fast prøve etter sortering av avfall fra Ludvika 20.08.2007	Fast prøve etter sortering av avfall fra FolloRen 13.08.2008	Våt biorest fra Ludvika (Svensson & Eliasson, 17.10.2007)	Våt biorest fra FolloRen (Leveret Bioforsk 10.09.2008)	Våt biorest fra FolloRen (Eliasson, 22.11.2008)
Kadmium, Cd (mg/kg TS)	0,21 (Kl. 0)	0,15 (Kl. 0)	0,47 (Kl. 1)	0,63 (Kl. 1)	1,2 (Kl. 2)
Krom, Cr (mg/kg TS)	7,9 (Kl. 0)	4,8 (Kl. 0)	49 (Kl. 0)	19 (Kl. 0)	62 (Kl. 1)
Kobber, Cu (mg/kg TS)	27 (Kl. 0)	70 (Kl. 1)	130 (Kl. 1)	125 (Kl. 1)	170 (Kl. 2)
Kvikksølv, Hg (mg/kg TS)	0,028 (Kl. 0)	0,15 (Kl. 0)	0,16 (Kl. 0)	0,2 (Kl. 0)	0,27 (Kl. 1)
Nikkel, Ni (mg/kg TS)	8,3 (Kl. 0)	5,4 (Kl. 0)	44 (Kl. 2)	30 (Kl. 1)	49 (Kl. 2)
Bly, Pb (mg/kg TS)	21 (Kl. 0)	8,2 (Kl. 0)	22 (Kl. 0)	21 (Kl. 0)	32 (Kl. 0)
Sink, Zn (mg/kg TS)	130 (Kl. 0)	190 (Kl. 1)	430 (Kl. 2)	387 (Kl. 1)	500 (Kl. 2)

Ingen metaller hadde kvalitetsklasse 3, men konsentrasjonen av nikkel var nær grenseverdien. Våre analyser av biorest fra samme test ga noe lavere/bedre verdier: kvalitetsklasse 0 for bly, kvikksølv og krom og kvalitetsklasse 1 for kadmium, kobber, nikkel og sink. Resultatene er satt opp i tabell 5.

4.5 Forholdet mellom nitrogen og tungmetaller

Dersom bioresten skal være av interesse som nitrogengjødsel for landbruket, må ammoniuminnholdet i bioresten oppkonsentreres for eksempel gjennom en resirkulering av prosessvannet og fjerning av deler av fiberresten. Dersom tungmetaller er tilstede ved maks grense for klasse 2, kan det ikke foretas en slik oppkonsentrering uten at tungmetaller trekkes ut (for eksempel i en fiberfraksjon) dersom bioresten skal kunne benyttes til landbruket. Hvordan en metallanrikt fiberrest skal disponeres er ikke vurdert i denne rapporten.

I tabell 6 er det satt opp noen eksempler på forholdstallet mellom tungmetaller og total-N, samt tørrstoffinnhold og total-N i enkelte biorester basert på Ludvika forbehandling og biogassbehandling i laboratorieskala. Samme tabell viser resultater basert på biorester fra kildesortert avfall biogassbehandlet i anlegg levert av BioTek (HRA og IATA). Dette kildesorterte avfallet var også blitt tilført restaurantavfall, noe som også kan ha betydning for nitrogen- og tungmetallinnholdet. Det kildesorterte avfallet (HRA 2006) hadde et så høyt innhold av tungmetaller at bioresten falt i klasse 3 - uegnet for bruk i landbruket. Dette medførte tiltak som resulterte i et redusert innhold av tungmetaller senere.

Det er svært viktig å være klar over at man ved anleggene til HRA og IATA foretar en resirkulering av prosessvannet, hvor man da fjerner deler av fibermaterialet, samt tungmetaller. Det er mulig at tungmetallene i hovedsak vil følge fiberfraksjonen dersom denne trekkes ut av prosessen, for eksempel som utfelte sulfider. Dette er imidlertid ikke foreløpig systematisk undersøkt, så langt vi kjenner til.

Sett på denne bakgrunn må ikke tallene sammenlignes direkte, men verdiene i tabellen gir en "rådatainformasjon" om forholdet mellom tungmetaller og nitrogen i ulike fraksjoner.

Det relativt høye forholdstallet mellom tungmetaller og nitrogen i materialet rett etter Ludvikaprosessen skyldes altså ikke et høyt tungmetallinnhold, men heller et relativt lavt nitrogeninnhold sammenlignet med et biogass prosessert materiale med resirkulering og

oppkonsentrering av nitrogen og en mulig fjerning av tungmetaller i en fiberfraksjon. Dette er foreløpig lite undersøkt, så langt vi kjenner til.

Tabell 6. Tabellen viser tørrstoff(%), total N (mg/l) og forholdet mellom innholdet av tungmetaller og total nitrogen i 2 undersøkte biorester etter behandling i Ludvikaprosessen, samt valgte eksempler av biorester basert på kildesortert matavfall. Tallene er ikke direkte sammenlignbare (se teksten).

	Forholdstallet mellom utvalgte tungmetaller og total N i våte biorester ($\times 10^{-3}$) Verdiene basert på de tørre restproduktene fra Ludvikaprosessen før biogasstesten i klamme.				
	Ludvika 2007 Björnhyttan	Ludvika 2008 Avfall Follo REN	Kildesortert, HRA 2006* Høye verdier	Kildesortert IATA 2008* Lave verdier	Kildesortert HRA* 2008
Tørrstoff (%)	0,5 (46,7)	0,8 (46,2)	1,4	2,4	1,0
Total N mg/l (Kjeldahl)	300 (17 g/kg TS)	400 (17 g/kg TS)s	1683	3312	2510
Cd/N _{tot}	8 (12,3)	24 (8,8)	10	2	4
Cr/N _{tot}	816 (465)	1240 (282)	218		
Cu/ N _{tot}	2166 (1588)	3400 (4118)	1122	195	406
Hg/ N _{tot}	3 (1,6)	5 (8,8)	3		
Ni/ N _{tot}	733 (488)	980 (318)	133		
Pb/ N _{tot}	366 (1235)	640 (482)	134		
Zn/ N _{tot}	7166 (7650)	10000 (11176)	6770	852	2984

* Resultater fra Bioforsks prosjekt "Recycling organic waste - effects on soil quality, plant nutrient supply, and environmental impact". Strategisk Instituttprogram (SIP/NFR) 2006 - 2010.

Gjødselvereforskriftens kvalitetsklasser er knyttet til innhold av tungmetaller i gjødselproduktet og er angitt i tabell 7.

Tabell 7. Grenseverdier for gjødselvarer i klasse 0, I, II og III, samt grenseverdier for maksimalt innhold i dyrket jord som skal kunne tilføres produkter som klassifiseres i kvalitetsklasse I og II, alt oppgitt i (mg/kg TS).

Tungmetall (mg/kg TS)	0	I	II	III	Maksimalt innhold i dyrket jord for tilførsel av produkter av klasse I og II
Kadmium	0,4	0,8	2	5	1
Bly	40	60	80	200	50
Kvikksølv	0,2	0,6	3	5	1
Nikkel	20	30	50	80	30
Sink	150	400	800	1500	150
Kobber	50	150	650	1000	50
Krom	50	60	100	150	100

Videre heter det i Gjødselvereforskriften at råvarer som inngår i produkter i kvalitetsklassene 0, I og II ikke må overskride innholdet av tungmetaller i klasse II. Råvarer som inngår i kvalitetsklasse III må ikke overskride innholdet av tungmetaller i klasse III.

Kravene til økologisk landbruk faller stort sett mellom klasse 0 og klasse 1 (se liste 1): Kadmium (0,7 mg/kg), Bly (45 mg/kg), Kvikksølv (0,4 mg/kg), Nikkel (25 mg/kg), Sink (200 mg/kg), Kobber (70 mg/kg), Krom (70 mg/kg). For bruk til økologisk landbruk forutsettes det kildesortering av matavfallet.

4.6 Andre miljøgifter

I Gjødselfareforskriften heter det om organiske miljøgifter, plantevernmidler o.a. at den som produserer eller omsetter produkter etter denne forskrift skal vise aktsomhet og treffe rimelige tiltak for å begrense og forebygge at produktet inneholder organiske miljøgifter, plantevernmidler, antibiotika/kjemoterapeutika eller andre miljøfremmede organiske stoffer i mengder som kan medføre skade på helse eller miljø ved bruk (Gjødselfareforskriften § 10.2).

Ved innføring av nye behandlingsformer bør man i særlig grad gjennomføre undersøkelser av i hvilken grad også andre miljøgifter enn de som er spesifisert i gjødselfareforskriften vil kunne forekomme i for høye konsentrasjoner i de produserte gjødselforene. Dersom man utelater en egen "dunk" for restavfall hos abonnentene, vil Ludvikametoden innebærer en mekanisk utsortering av nedbrytbart biologisk avfall fra øvrig restavfall. Å benytte restproduktet etter en slik prosess til matproduksjon er nytt i norsk sammenheng, så langt vi kjenner til. Dette vil gjøre det spesielt viktig med grundige undersøkelser for å klarlegge risikoen for at organisk miljøgifter kan kontaminere bioresten, dette kan for eksempel gjøres i form av en egen risikovurdering hvor man sammenligner med metoder hvor abonnentene også har en egen "dunk" for restavfall.

I den vurderingen som er gjort her, er det ikke gjort analyser ut over de tungmetallene som er spesifisert i gjødselfareforskriften, ingen analyser av organiske miljøgifter eller plantevernmidler, og heller ingen analyser av tungmetaller ut over de som er spesifisert i gjødselfareforskriften, og de kun i et svært begrenset antallprøver.

4.7 Hygiene, luktstabilitet og innhold av spiredyktige frø

Gjødselfareforskriften setter videre kvalitetskrav med hensyn til hygiene, luktstabilitet og innhold av spiredyktige frø: Produkter og bruken av dem - inkludert sannsynlig misbruk - skal ikke medføre fare for overføring av sykdomssmitte til mennesker, dyr og planter. Produktene skal ikke inneholde salmonellabakterier eller infektive parasittegg og innholdet av termotolerante koliforme bakterier (TKB) skal være mindre enn 2500 pr. gram tørrstoff (TS) (Gjødselfareforskriften § 10.3). Produkter skal heller ikke inneholde spiredyktige frø av floghavre (Gjødselfareforskriften § 10.5). Videre må produkter være stabilisert slik at de ikke forårsaker luktulempere eller andre miljøproblemer ved lagring og bruk (Gjødselfareforskriften § 10.4).

Disse forhold er ikke vurdert i denne sammenheng, da disse forhold i avgjørende grad vil være avhengig av selve biogassprosessen og eventuell hygienisering i tilknytning til dette, og ikke av forsoringen.

5. Konklusjoner

Bioforsk har i denne oversikten samlet noe informasjon om gjødselegenskapene til det mellomproduktet (omtalt som "Ludvikaproduktet") som man får rett etter sentralsorteringen ved bruk av Ludvikametoden. Vurderingene er gjort på grunnlag av få prøver, noe som innebærer en usikkerhet med hensyn til konklusjonene.

Man har ikke vurdert selve Ludvikametoden, verken teknisk, energimessig, økonomisk, med hensyn til driftssikkerhet eller lokale miljøkonsekvenser.

Innsamlingssystemer og bruken av kildesortering i forkant av sentralsorteringen er heller ikke vurdert, men det er gjort generelle vurderinger med hensyn til behovet for egen innsamling av restavfall, dette fordi dette har direkte betydning for avsetningsmulighetene for sluttproduktet som gjødselprodukt.

Ludvikaproduktet er vurdert alene, men som oftest vil slike produkter sambehandles med andre avfallsstrømmer, for eksempel organisk industriavfall, hage- og parkavfall, husdyrgjødsel eller annet organisk avfall. Sluttproduktet vil således kunne få andre egenskaper enn det som baseres på rent "Ludvikaprodukt".

- De oppgitte verdiene for biogasspotensialet til Ludvikaproduktet er svært høye, og det stilles et spørsmåltegn ved den høye metankonsentrasjonen i de oppgitte resultatene.
- Nitrogeninnholdet og forholdet mellom karbon og nitrogen i Ludvikaproduktet er i samme område som for matavfall. Dette gir grunnlag for et jordforbedringsmiddel, men gjennom en videre prosessering i et biogasstrinn kan man oppkonsentrere nitrogeninnholdet slik at det kan dannes et gjødselprodukt. Restproduktene etter målingene av metanpotensialet er imidlertid ikke representative for en biogass prosess i fullskala og hadde også således et for lavt N-innhold til å kunne benyttes som N-gjødsel. En oppkonsentrering av nitrogen vil kreve at enkelte tungmetaller bør trekkes ut av prosessen, noe som sannsynligvis gjøres i en del våte fullskala prosesser.
- Tungmetallinnholdet i Ludvikaproduktet direkte etter sentralsorteringen var lavt på tørrstoffbasis, og holdt stort sett klasse 0 for de fleste tungmetallene, men en prøve viste kobber- og sinkkonsentrasjoner i klasse 1. Etter biogassbehandlingen, som alltid medfører en oppkonsentrering av tungmetaller ved at organisk materiale fjernes i form av biogass, var tungmetallinnholdet stort sett i klasse 1, men med noe klasse 0 og klasse 2. Sett på denne bakgrunn bør materialer som skal utnyttes som råstoff i en biogassprosess holde kvalitetsklasse 0 med god margin dersom bioresten etter prosessen skal kunne benyttes som nitrogengjødsel. Alternativt må prosessen innebære en fjerning av tungmetaller, som nevnt i punktet over.
- Innholdet av fremmedlegemer var for høyt i henhold til den norske gjødselvereforskriften for bruk som gjødsel. I følge Follo Ren vil det gjøres tiltak som vil kunne avhjelpe dette.

Erfaringer fra norske biogassanlegg som behandler kildesortert matavfall og storhusholdningsavfall i våte prosesser, viser at avsetning av flytende biorest er kritisk viktig. Det forutsettes at gjødselproduktet både er konsentrert med hensyn til næringsstoffer og har lavt innhold av tungmetaller for at bøndene skal være interessert i å nytte produktene.

Hvis man ikke oppkonsentrerer næringssaltene i sluttproduktet, kan alternativt produktet etter prosessen danne utgangspunkt for jordforbedringsmidler. Dette er produkter med en lavere gjødselverdi, men med et høyt organisk innhold som er med å bygge opp jordens struktur og langsiktige bærekraft.

Dersom man utelater en egen "dunk" for restavfall hos abonnentene, vil Ludvikametoden innebærer en mekanisk utsortering av nedbrytbart biologisk avfall fra øvrig restavfall. Dersom begrepet husholdningsavfall benyttes, bør forskjellen mellom hva som ligger i begrepet restavfall og husholdningsavfall avklares. Å benytte restproduktet etter en slik prosess til matproduksjon er nytt i norsk sammenheng, så langt vi kjenner til, og det foreligger en betydelig skepsis til slik bruk. Dette gjøre det spesielt viktig med grundige undersøkelser for å klarlegge risikoen for at miljøgifter skal kunne kontaminere bioresten, og dette kan for eksempel gjøres i form av en egen risikovurdering. Hvor man sammenligner med metoder hvor abonnentene også har en egen "dunk" for restavfall.

Hvis man imidlertid innfører en egen "dunk" for restavfall og begrenser det som følger med matavfallet til matemballasje av plast, papir og metall, blir dette bli langt enklere.

I den vurderingen som er gjort her, er det ikke gjort analyser av organiske miljøgifter eller plantevernmidler, og heller ingen analyser av tungmetaller ut over de som er spesifisert i gjødselvareforskriften, og de kun i et svært begrenset antall prøver.

6. Referanser

Berglund, M. & P. Börjesson 2003. Energianalys av biogassystem. Lunds Tekniska Högskola. Rapport 44. ISBN 91-88360-63-6, ISSN 1102-3651. 90 s.

Christensen, T.H., T.L. Hansen, J.T. Kirkerby, J. la Cour Jansen, Å. Svård, J. K. Toudal, T. Hulgaard & H.W. Rasmussen 2003. Basisdokumentasjon for biogaspotentialet i organisk dagrenovasjon. Miljøprosjekt Nr. 802, Miljøstyrelsen.

Eklind, Y., B. Beck-Friis, S. Bengtsson, J. Ejlertsson, H. Kirchmann, B. Mathisen, E. Nordkvist, U. Sonesson, B.H.Svennson & L. Torstensson 1997. Chemical characterization of source-separated organic household wastes. Swedish J. agric. Res. 27: 167-178.

Eliasson, G. 2008. Röttningsresultat av Follorens organiska finfraksjon utsortert i Björnhyttans avfallssorteringsanleggning juli 2008-12-18. Notat utarbeidet for Follo Ren i prosjektet "Kretsløp Follo".

Miljøstyrelsen 1997. Forædling af restprodukter fra biogasanlæg. Arbeidsrapport fra Miljøstyrelsen Nr.63/1997. Miljøstyrelsen. 60s.

Morken, J., H. Hynne, H., T. Briseid og M. Syrrist 2007. Kretsløp Follo, Foreløpig Rapport datert 08.11.2007, UMB

Norgaard, E. og R. Sørheim. 2004. Tiltak for å sikre rask etablering av varmkompostering ved behandling av bioavfall. ORIO-programmet , Norsk Jorforbedring AS og Jordforsk

RVF 2005. Användning av biogödsel. En rapport från BUS-projektet. RVF-utveckling 2005:10. 50 pp.

Schnürer, A. & Å. Jarvis 2009. Mikrobiologisk handbok för biogasanläggningar. Avfall Sverige - Utvecling och Svensk Gastekniskt Center AB. ISSN 1103-4092.

Svensson, P. & G. Eliasson 2007. Rötning av finfraksjon från Björnhyttans avfallsanleggning, resultatrapport. DANMAT AB, 17.10.2007, 6 s.

7. Vedlegg

Oversikt over vedlegg

Nr Emne

- 1 Analyserapport for fast prøve etter sortering av avfall fra FolloRen, 13.08.2008.
 - 2 Analyserapport for våt biorest etter sortering og biogassbehandling av avfall fra FolloRen, 15.09.2008.
-

Analyserapport

Moss

AnalyCen

Universitetet for miljø- og biovitenskap

IMT

John Morken

Pb. 5003 IMT

1432 Ås

*Fast prøve fra Ludvika*Rapport utført av
akkreditert laboratoriumReport issued by
Accredited Laboratory

Lab.nr.	NOV031105-08					
Kundenr.	8184001-1336138					
Prøvetype	Kompostprøve					
Oppdragets merking	Matavfall 13/8-08					
Sted for prøvetaking	Kompost					
			Tatt ut	13.08.2008		
			Prøvemottak	18.08.2008		
			Analysereport klar	05.09.2008		
Merket	matavfall					
Parameter	Resultat	Enhet	Målev.	Ref/Metode baser	Lab	
• TS	46.2	%		NS-EN 13040	Ås	
• TS,	178	g/L		NS-EN 13040	Ås	
• Organisk innhold (glødetap)	75.8	% TS		NS-EN 13039	L	
• pH	4.9			NS-EN 13037	Ås	
• Elektrisk konduktivitet	391	mS/m		NS-EN 13038	Ås	
• Totalt Organisk Karbon	41.4	g/100g	± 15 %	AJ 31	Ås	
• C/N-forhold	24				O	
• Total-N (Kjeldahl)	3080	mg/L		NS-EN 13654-1	O	
• Nitrat+Nitritt-N (KCl-løselig)	2.84	mg/100g		Autoanalytator	O	
• Nitrat+Nitritt (KCl-løselig)	0.006	g/100g TS		Autoanalytator	O	
• Ammonium-N (KCl-løselig)	75.3	mg/100g		Autoanalytator	O	
• Ammonium-N (KCl-løselig)	0.163	g/100g TS		Autoanalytator	O	
• Fosfor, P	0.08	%	± 20 %	NS-EN ISO 11885 m	O	
• Fosfor, P	0.17	% TS	± 20 %	NS-EN ISO 11885 m	O	
• Fosfor (P-AL)	145	mg/100g TS		AL	L	
• Kalium (K-AL)	457	mg/100g TS		AL	L	
• Kalsium (Ca-AL)	3110	mg/100g TS		AL	L	
• Magnesium (Mg-AL)	101	mg/100g TS		AL	L	
• Natrium (Na-AL)	620	mg/100g TS		AL	L	
• Svovel, S	1600	mg/kg TS	± 20 %	NSENISO 11885	O	
• Bor, B	17	mg/kg TS	± 20 %	NSENISO 11885	O	
• Cobolt, Co	1.1	mg/kg TS	± 15 %	NS-EN ISO 11885 m	O	
• Kobber, Cu	70	mg/kg TS	± 20 %	NS-EN ISO 11885 m	O	
• Jern, Fe	1600	mg/kg TS	± 20 %	NS-EN ISO 11885 m	O	
• Mangan, Mn	56	mg/kg TS	± 20 %	NS-EN ISO 11885	O	
• Molybden, Mo	3.2	mg/kg TS	± 20 %	NS-EN ISO 11885 m	O	
• Sink, Zn	190	mg/kg TS	± 15 %	NS-EN ISO 11885 m	O	
• Alumimium, Al	1400	mg/kg TS	± 20 %	NS-EN ISO 11885 m	O	
• Kadmium, Cd	0.15	mg/kg TS	± 20 %	NS4781-1 m	O	
• Bly, Pb	8.2	mg/kg TS	± 20 %	NS-EN ISO 11885 m	O	
• Nikkel, Ni	5.4	mg/kg TS	± 20 %	NS-EN ISO 11885 m	O	
• Krom, Cr	4.8	mg/kg TS	± 20 %	NS-EN ISO 11885 m	O	
• Kvikksølv, Hg	0.15	mg/kg TS	± 20 %	NS 4768-1 m	O	

Analyserapport

Moss

AnalyCen 

Rapport utført av
akkreditert laboratorium

Report issued by
Accredited Laboratory



Lab.nr.	NOV031105-08
Kundenr.	8184001-1336138
Prøvtype	Kompostprøve
Oppdragets merking	Matavfall 13/8-08
Sted for prøvetaking	Kompost

Parameter	Resultat	Enhet	Måleu.	Ref/Metode baser	Lab
• Termst. koliforme bakterier, røremetode	1400	ant/g		NS 4714	Y
• Termost. kolif. bakterier, røremetode	3000	ant/g TS		NS 4714	Y
Salmonella, Vidas	ikke påvist i 25g			Intern	Y
Rottergrad (Stabilitetstest)	Se vedlegg			Merkblatt LAGA M 10	Bioforsk
• Fremmedlegemer, totalt	6.79	g/100g TS			Ås
• Kompaktert løbdensitet	385	g/dm ³		NS-EN 13040	Ås

Grethe Arnestad
Cand.Mag

Analyserapport

Moss

Bioforsk
Trond Knapp Haraldsen
Fr. A. Dahlsvei 20
1432 ÅS

AnalyCen

Rapport utført av
akkreditert laboratorium

Report issued by
Accredited Laboratory



Lab.nr.	NOV036373-08	Side 1 (2)
Kundenummer	8184150-1353144	
Prøvetype	Vannprøve	
Oppdragets merking	Biorest Folloren	
Sted for prøvetaking	Biorest	
	Tatt ut	15.09.2008
	Prøve mottatt	15.09.2008
	Analysereport klar	15.10.2008
Merket	Biorest Folloren	

Parameter	Resultat	Enhet	Måleu.	Ref/Metode basert på	Lab
Tørrestoff	0.8	%	± 15 %	NS 4764-1	○
Nitrogen total	259	mg N/L	± 10 %	NS 4743-2	○
Nitrogen-Kjeldahl	438	mg/L	± 10 %	Tecator ASN 3503/300	○
* Nitrat, Traacs	<0.2	mg N/L		Autoanalytator	○
* Ammonium, Traacs	161	mg N/L		Autoanalytator	○
Fosfor total	83.3	mg P/L	± 10 %	NS-EN ISO 15681-2m	○
Fosfat	3.4	mg P/L	± 10 %	NS-EN ISO 15681-2 m	○
Oppslutning for metallanalyser	1				○
Fosfor, P	74.4	mg/L	± 20 %	NS-EN ISO 11885	○
* Kalium, K	67.4	mg/L	± 10 %	NS-EN ISO 11885	○
Magnesium, Mg	34.3	mg/L	± 10 %	NS-EN ISO 11885	○
Calcium, Ca	405	mg/L	± 10 %	NS-EN ISO 11885	○
* Natrium, Na	133	mg/L	± 10 %	NS-EN ISO 11885	○
Klorid; IC	161	mg/L	± 10 %	NS-EN ISO 10304-2 m	○
* Svovel, S	152	mg/L	± 10 %	NS-EN ISO 11885	○
Zink, Zn	3.1	mg/L	± 15 %	NS-EN ISO 11885	○
Kobber, Cu	1.0	mg/L	± 15 %	NS-EN ISO 11885	○
Mangan, Mn	1.4	mg/L	± 10 %	NS-EN ISO 11885	○
Kadmium, Cd	0.005	mg/L	± 10 %	NS-EN ISO 11885	○
* Bor, B	0.41	mg/L	± 20 %	NS-EN ISO 11885	○
Konduktivitet	362	mS/m	± 10 %	NS-ISO 7888	○
TOC	700	mg/L	± 15 % 5	NS-EN 1484	○
pH	7.2	ph		NS 4720-2	○
Kvikksølv, Hg	1.7	µg/L	± 10 %	NS 4768-1 m	○
Bly, Pb	0.17	mg/L	± 20 %	NS-EN ISO 11885	○
Nickel, Ni	0.24	mg/L	± 20 %	NS-EN ISO 11885	○
Krom, Cr	0.15	mg/L	± 15 %	NS-EN ISO 11885	○

Anna A Kubberød

Analyserapport

Moss

AnalyCen 

Rapport utført av
akkreditert laboratorium

Report issued by
Accredited Laboratory



Side 2 (2)

Lab.nr.	NOV036373-08
Kundenummer	8184150-1353144
Prøvetype	Vannprøve
Oppdragets merking	Biorest Folloren
Sted for prøvetaking	Biorest

Ved spørsmål, ta kontakt med support@analycen.no eller på telefon 69279803 / 69279822

Denne rapport er elektronisk signert!

