

**Vurdering av
«slamfabrikk» for
Østfold**

Norsk VA-verkforening

NORVAR-rapport

Norsk VA-verkforening

Postadresse: Vangsveien 143, 2300 Hamar
Besøksadresse: Vangsveien 143, Hamar
Telefon: 62 52 86 50
Fax: 62 53 40 06

Rapportnummer:	91 /98
Dato:	01.10.1998
Antall sider (inkl. bilag)	22 + vedlegg
Tilgjengelighet:	
Åpen:	X
Begrenset:	

Rapportens tittel:
VURDERING AV "SLAMFABRIKK" FOR ØSTFOLD

Forfatter(e):
Kjell T. Nedland og Hans H. Thoresen, Aquateam A/S

Ekstrakt:

Tre mulige prosesser for foredling av slam i en slamfabrikk for Østfold er vurdert. Agronova-prosessen og Biopartner-prosessen lager organisk gjødsel av slammet, uten å fjerne tungmetaller. Prosessene koster anleggseierne fra kr 290 (Biopartner) til 2.500 (Agronova) pr. tonn slamtørrestoff. Agronova er kommet lengst i utvikling av prosessen sin, og synes foreløpig å være det mest interessante for en "slamfabrikk" i Østfold, men Biopartner-prosessen kan bli interessant om de tekniske og økonomiske kalkylene viser seg å være riktige, og sluttproduktene overholder kravene i Slamforskriften og Gjødselforskriften.

KREPRO-prosessen kan enten lage et organisk gjødsel uten tungmetaller, eller man kan lage andre produkter dersom jordbruket ikke vil ha et slikt organisk gjødsel. I dette skisseprosjektet er det beregnet kostnader for en prosess der det produseres følgende produkter: organisk slam med tungmetaller, jernfosfat, jernhydroksid, gips, fellingskjemikalie og metanproduserende rejeftvann. Prisen for leveranse av slam vil da bli ca. kr. 1.700 pr. tonn slamtørrestoff. Kostnadene ved et alternativ der man produserer organisk gjødsel uten tungmetaller ved hjelp av KREPRO-prosessen, er ikke beregnet i dette prosjektet.

Emneord, norske:

Slamfabrikk
Østfold
Vurdering
Økonomi

Emneord, engelske:

Sludge Plant
Østfold County
Assessment
Economy

ISBN: 82-414-0206-6

Innholdsfortegnelse

1	Sammendrag	4
2	Innledning	6
3	Forutsetninger for vurderingene	7
4	Agronova-prosessen	8
4.1	Eierforhold og historie	8
4.2	Prosessbeskrivelse	8
4.3	Salgsprodukt	9
4.4	Økonomi	9
5	BioPartner-prosessen	11
5.1	Eierforhold og historie	11
5.2	Prosessbeskrivelse	11
5.3	Salgsprodukter	12
5.4	Økonomi	12
6	KREPRO-prosessen	14
6.1	Eierforhold og historie	14
6.2	Prosessbeskrivelse	14
6.3	Salgsproduktene	16
6.4	Økonomi	17
7	Sammenfattende diskusjon og konklusjoner	19
7.1	Aquateams vurdering av Agronova-prosessen i "slamfabrikk" for Østfold	19
7.2	Aquateams vurdering av BioPartner-prosessen i "slamfabrikk" for Østfold	20
7.3	Aquateams vurdering av KREPRO-prosessen i "slamfabrikk" for Østfold	21
7.4	Konklusjon	22

Vedlegg 1: Beregninger av byggekostnader utført av Aquateam

FORORD FRA NORVAR

Det har de siste årene blitt mer vanskelig å få avsetning på slam i jordbruket. Dette har skjedd til tross for at slammets kvalitet har blitt bedre og myndighetenes krav til behandling og disponering er blitt skjerpet.

NORVARs Slamgruppe har på denne bakgrunn sett behov for å fokusere på alternative bruksområder for slam til jordbruket (se NORVAR-rapport 77-1997). Videre er det blitt fokusert på en videreføring av slammet til ulike typer produkter som kan ha et marked innenfor det regelverk som myndighetene har lagt for produkter der slam inngår.

I Østfold fylke har de spesielt fått merke mindre etterspørsel etter slam til jordbruksformål. På denne bakgrunn har de nå gjennomført en utredning der de har sett et eventuelt grunnlag for å etablere en "slamfabrikk" der slam fra flere kommuner kan tas imot og videreføres.

NORVAR mener det er viktig å spre informasjon om denne type idéer og vurderinger og takker de deltakende kommuner og leverandører for at utredningen har latt seg realisere og på denne måten kan bli formidlet. Vi ser med spenning frem til en videreføring av prosjektet.

Hamar, den 1. oktober 1998

Steinar K. Nybruket

Deltakere i prosjekt Slamfabrikk i Østfold

Styringsgruppe

Navn	Kontaktpers.	Adresse	Postnr	Sted
MOVAR	Freddy Tangen	PB 113	1580	RYGGE
FREVAR	Knut Lilleng	Pb 1115	1631	GML.FREDRIKSTAD
ASHA	Haugland	Kirkegt. 5	1801	ASKIM
Halden kommune	Svein Rognøy	Svenskegt. 6	1776	HALDEN
Rakkestad kommune	Tore Knoll	Rådhusveien 8	1890	RAKKESTAD
Eidsberg kommune	Leif Kjærsvik	Torggt. 9	1850	MYSEN
Råde kommune	Arne Isebakke	Rådhuset Råde	1640	RÅDE
Sarpsborg kommune	Kjell Johnsen	Pb 237	1701	SARPSBORG
Agronova	Pål Jacobsen	Pb. 6075 ETTERSTAD	0601	OSLO
Kemira A/S	Ove Sanner	Pb. 1177	1631	GML.FREDRIKSTAD
BioPartner A/S	Arild Veiby	Conradis gt 5-7	3110	TØNSBERG

Konsulent

Aquateam A/S	Hans Thoresen	Pb. 6875 RODELØKKA	0504	OSLO
--------------	---------------	--------------------	------	------

Referansegruppe

Landbrukssjefen i Østfold	Hans Olav Moen	Pb 325	1501	MOSS
Bondelaget i Østfold	Claus Larsen	Krossby	1798	AREMARK
Fylkeslegen i Østfold	Finn Martinsen	Pb 443	1502	MOSS
Fylkesmannen i Østfold	Aase Richter	Pb 325	1501	MOSS
NORVAR	Steinar Nybruket	Vangsveien 143	2300	HAMAR
Driftsassistansen i Østfold		Pb 113	1580	RYGGE

1 Sammendrag

Renseanleggseiere i Østfold har begynt å få problemer med avsetningen av slammet i jordbruket. Man har derfor gått sammen om å få utredet hvorvidt man bør satse på et samarbeid om et anlegg som kan omdanne slammet til verdifulle delprodukter, slik at man lettere kan få avsetning på det.

I dette skisseprosjektet er det vurdert tre alternative prosesser med utgangspunkt i at man skal kunne ta imot 6300 tonn slamtørrstoff pr. år fra rensesanleggene i Østfold. Prosessene er:

- Agronova
- BioPartner
- KREPRO

Agronova-prosessen er utviklet av Tiedemann-gruppen, og baseres på basisk, termisk hydrolyse av slam, med tilsetning av kalk, salpetersyre og eventuelt næringsstoffer som det ikke er tilstrekkelig av i slammet. Produktet er et tørket og granulert organisk gjødsel som er hygienisert og midlertidig stabilisert, og som vil kunne konkurrere med handelsgjødsel både i jordbruket og eventuelt på hagesektoren. Det er produsert et ferdig produkt som er prøvd med lovende resultater i jordbruket, og det første pilotanlegget med prosessen vil være ferdig høsten 1998. Det største minuset med prosessen er at tungmetallene i slammet ikke blir fjernet, slik at man normalt får et produkt som ikke tilfredsstiller kravet til kvalitetsklasse I i Gjødselvareforskriften.

Leveringskostnader for slam til en slamfabrikk i Østfold basert på denne prosessen, vil være ca. kr 2.500 pr. tonn slamtørrstoff, basert på salg av produktet i jordbrukssektoren. Dersom man også tar imot våtorganisk avfall på anlegget, vil kostnadene for slammet kunne bli mindre, ettersom økonomien for et slikt anlegg blir bedre jo større anlegget bygges. Agronova ønsker selv å selge produktet fra fabrikk, og er også villige til å gå inn på eiersiden.

BioPartner-prosessen er prøvd i laboratorieskala, men man har ikke gjort dyrkningsforsøk med produktet, og man har heller ikke laget produktet i større skala. Prosessen kan beskrives som en sur lavtemperatur hydrolyse av slammet i to hurtigroterende reaktorer. I den første tilsettes svovelsyre og Leondarite, et organisk materiale rikt på humussyrer, og i den andre ammoniakk. Fra reaktorene avdampes det væske som kondenseres og brukes som flytende gjødsel. Det tas også ut en gjødselmasse med ca. 55% tørrstoffinnhold (BP-2000-anlegg) eller et tørket og pelletisert gjødselprodukt (BP-4000-anlegg). Kondensatet kan brukes som næringssubstrat til potteplanter og hager, mens gjødselmassen ifølge BioPartner egner seg godt til innblanding i gjødselprodukter på hagemarkedet. Det tørkede produktet egner seg på jordbruksmarkedet.

Det kan stilles spørsmål om produktene blir hygienisert og stabilisert gjennom syredoseringen, ettersom det ikke blir utsatt for temperatur over 50°C. Heller ikke i denne prosessen blir tungmetaller fjernet. BioPartner har foreløpig ikke prøvd prosessen i pilotskala, men det skal bygges et slikt anlegg ved TAU i høst.

BioPartners anlegg har ifølge deres egne kalkyler lavere investeringskostnader enn Agronova. Ved denne prosessen kan man eventuelt bygge ett BP-2000-anlegg i nordre del av fylket, og et BP-4000-anlegg i søndre del. Kostnadene ved å levere slam til en "slamfabrikk" basert på BP-4000-konseptet i Østfold er stipulert til kr 290 pr. tonn slamtørrstoff. Kostnadene er imidlertid usikre, da man ikke har tilsvarende utstyr i produksjon ennå. BioPartner ønsker å selge det ferdige produktet. Våtorganisk avfall kan også tas imot på anlegget. Hvis pilotskala forsøk viser at de tekniske og økonomiske kalkylene holder mål, og at alle forskrifter overholdes, vil prosessen være svært interessant.

Den tredje prosessen, KREPRO, er utviklet av Kemira Kemi AB og Alfa Laval Separasjon A/S, og det er et fullskala anlegg med prosessen i drift i Helsingborg. Den skiller seg fra de to andre ved at man kan ta ut mange produkter fra slammet, og at man kan lage andre produkter enn organisk gjødsel dersom jordbruksmarkedet skulle svikte. Ved denne prosessen må avvannet slam utspes til 5% tørrstoffinnhold. Deretter hydrolyseres slammet ved lav pH og høy temperatur i ca. en time. Man kan deretter velge hvor man vil ta ut tungmetallene i prosessen. Man kan da få ut organisk gjødsel uten tungmetaller ved én driftsform, og ved en annen driftsform få ut følgende produkter: organisk materiale med tungmetaller, jernfosfat, hydroksider og gips. Rejektvannet fra prosessen brukes delvis til fellingsmiddel og biogassproduksjon i råtnetankene på et stort renseanlegg, delvis til å spe ut nytt avvannet slam til prosessen.

Ved kostnadsberegning av denne prosessen er det tatt utgangspunkt i at man ikke skal levere organisk slam til jordbruket. Det var først etter at skisseprosjektet var avsluttet at det ble klart at man også kan lage organisk gjødsel av slammet ved denne prosessen. I kostnadsoverslaget er det derfor tatt utgangspunkt i at det organiske materialet med tungmetaller vil bli brent, uten at man oppnår noen inntekt for dette. Inntektene fra jernfosfatet blir langt mindre enn om man tok ut organisk gjødsel. På grunn av høyt innhold av organisk stoff i det jernrike rejeckt vannet kan man kun bruke små mengder til fellingskjemikalie. Gips og jernhydroksid kan gi inntekter, men kan i verste fall måtte deponeres. Man ender derfor med en total kostnad på ca. kr 1.700 pr. tonn slamtørrstoff basert på en lokalisering til FREVAR. Kostnadene for denne prosessen er sikrere enn ved de andre prosessene, ettersom man har fullskala erfaringer fra Helsingborg. Det vil imidlertid ikke være mulig å ta imot våtorganisk avfall i prosessen. Om man skulle ønske å gå videre med denne prosessen, er Kemira Kemi AB villige til å gå inn på eiersiden i en eventuell fabrikk.

Det har dukket opp så mange nye momenter i arbeidet med dette skisseprosjektet at vi ikke er i stand til å konkludere med at man bør gå videre med bare én av prosessene. Aquateam foreslår derfor at det lages et forprosjekt basert på bindende tilbud fra alle tre prosessleverandører, og at man bruker dette som utgangspunkt for en politisk behandling i kommunene. Det er også en del forhold som trenger en avklaring før metode velges, bl.a. dokumentasjon av hygieniseringseffekten i BioPartner-prosessen samt hvordan reviderte forskrifter på feltet vil se ut etter at en interdepartemental gruppe har vurdert disse på ny.

2 Innledning

Slammet fra de større renseanleggene i Østfold ble tidligere i hovedsak disponert til landbruksformål. De siste par årene har dette i enkelte områder blitt vanskeligere fordi landbruksnæringen er skeptisk til innholdet av miljøgifter i slammet. Dette har resultert i at anleggseierne har sett etter andre disponeringsløsninger for sitt slam. Levering av slam til jordblandinger for bruk på grøntarealer har i det siste blitt populært, og for tiden går store deler av slamproduksjonen i fylket til slike formål.

For SFT er målsettingen at minst 75% av slammet skal benyttes til jordbruksformål. Holdningen hos landbruket medfører at det kan bli vanskelig å oppfylle denne målsettingen uten å viderebehandle slammet og lage produkter som kan kvalitetsikres, slik at skepsisen i landbruket kan reduseres. De stoffer i slammet som landbruket har bruk for, er i første rekke organisk stoff og næringsstoffene fosfor og nitrogen, men også andre komponenter i slammet kan være verdifulle.

Anleggseiere i Østfold ønsket høsten 1997 å utrede mulighetene for å videreforedle slammet fra anleggene i en felles "slamfabrikk". Følgende anleggseiere er med og støtter prosjektet:

- ASHA
- Eidsberg kommune
- FREVAR
- Halden kommune
- MOVAR
- Rakkestad kommune
- Råde kommune
- Sarpsborg kommune

Disse sitter også i en styringsgruppe for prosjektet. Fra styringsgruppen har Kjell Johnsen, Sarpsborg kommune (leder), Knut Lilleng og Fredrik Hellstrøm, FREVAR og Freddy Tangen, MOVAR sittet i en arbeidsgruppe som har ledet arbeidet med prosjektet. Styringsgruppen har også invitert en rekke organisasjoner til å delta i en referansegruppe. Disse er:

- Bondelaget i Østfold
- Driftsassistansen i Østfold
- Fylkeslegen i Østfold
- Fylkesmannen i Østfold
- Landbrukssjefen i Østfold
- NORVAR

Styringsgruppen ba Aquateam – Norsk vannteknologisk senter AS om å vurdere fire prosesser som er tilgjengelige på det norske markedet i dag, og som vil kunne brukes i en "slamfabrikk". I disse prosessene blir slammet foredlet ved forskjellige fysiske og kjemiske metoder. Prosessene markedsføres av følgende firmaer:

- Agronova Norge AS (Agronova-prosessen)
- BioPartner AS (BioPartner-prosessen)
- Kemira Kemi AB (KREPRO-prosessen)
- Cambi AS (Cambi-prosessen)

Eierne av disse prosessene ble invitert til å være med i prosjektet mot å delta i finansieringen av det. Cambi ønsket ikke å være med. Denne rapporten omhandler derfor de tre andre prosessene, og vurderer fordelene og ulempene ved hver av dem. Hensikten med rapporten er å finne hvilken prosess som best kan oppfylle anleggseierens mål om å kunne disponere mest mulig av slammet til landbruksformål for en lavest mulig pris.

3 Forutsetninger for vurderingene

Prosessleverandørene ble bedt om å levere et skisseprosjekt med budsjettpriser for et anlegg basert på dimensjoneringsgrunnlaget i tabell 3.1. Anlegget skulle egne seg for det slammet som produseres i Østfold, samt de mengdene som er spesifisert.

Tabell 3.1 Dimensjoneringsgrunnlag for "slamfabrikk" i Østfold

Kommune	Renseanlegg	Slammengde (m ³ /år)	Midlere tørrstoffinnhold (%)	Tørrstoffmengde (tonn TS/år)
Askim	Revhaug	2715	21,5	583
Eidsberg	Mysen	1440	20,2	291
Fredrikstad	FREVAR	5949	22,1	1315
Halden	Remmendalen	3564	25,1	895
Hobøl	Ringvold	123	15,4	19
Moss, Våler, Vestby	Kambo	2493	25,4	633
Moss, Rygge	Fuglevik	3175	29,6	940
Rakkestad	Bodal	690	24,6	170
Råde	Hestvold	480	23,3	112
Sarpsborg	Alvim	3988	29,1	1161
Trøgstad	Skjønhaug	610	22,0	134
Våler	Svinndal	114	13,2	15
SUM		25341	24,7	6268

Prosessleverandørene ble bedt om å beregne nødvendig areal- og volumbehov for et anlegg basert på deres prosess, og stipulere driftskostnader og inntekter ved prosessen. Aquateam har deretter anslått pris på bygninger og på driftskostnader som leverandørene ikke har oppgitt. På dette grunnlaget har vi fått en kalkyle for hvert anlegg med pris pr. tonn tørrstoff før og etter inntekter av salgsproduktene.

Prosessleverandørene ble også spurt om et anlegg av denne størrelse var optimalt for prosessen, eller om man ønsket mer eller mindre råvarer. Er man f.eks. også interessert i å motta våtorganisk avfall i prosessen? Kan leverandøren bidra til finansieringen av en "slamfabrikk", ved å gå inn på eiersiden? Blir det stilt spesielle krav til slammet som skal leveres til anlegget?

Etter å ha fått skriftlige svar på spørsmålene, hadde Aquateam et møte med hver av dem, der ytterligere detaljer vedrørende prosessene og kostnadene forbundet med dem ble avklart.

I de neste kapitlene er de tre prosessene Agronova, BioPartner og KREPRO gjennomgått. Eierforhold og historie for prosessene er nevnt, og prosessene og produktene beskrevet. Økonomien for en "slamfabrikk" i Østfold basert på prosessene er kalkulert på budsjettprisnivå, og til slutt er det foretatt en sammenfattende diskusjon av prosessene med konklusjoner.

4 Agronova-prosessen

4.1 Eierforhold og historie

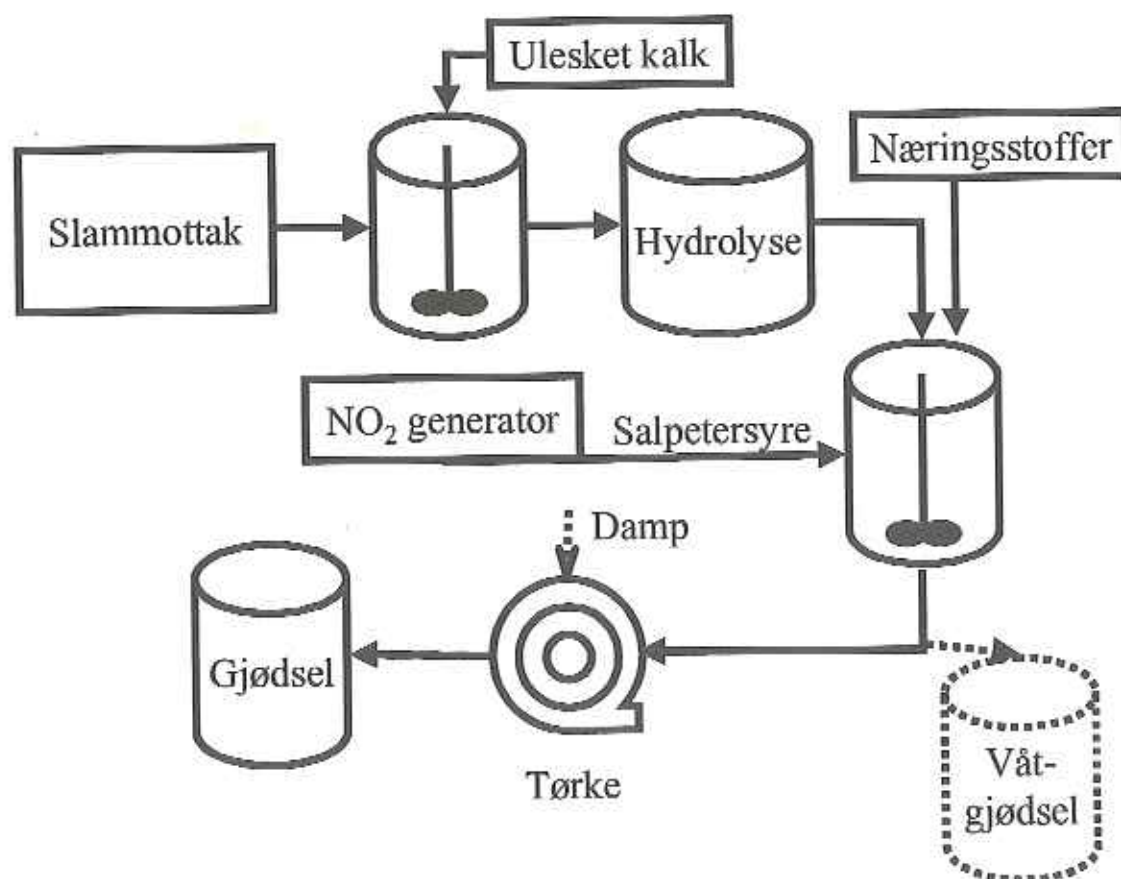
Agronova Norge AS er et selskap i Tiedemann-gruppen med en aksjekapital på 3,05 mill. kr. Agronova Norge AS har hatt flere samarbeidspartnere under utviklingen av prosessen:

- Andritz AG
- Grøner AS
- Haarslev AS
- Norges Landbrukshøgskole (NLH)

Utviklingen av prosessen har over flere år vært et FoU-prosjekt i samarbeid med NLH. Agronova har bygget et pilotanlegg på Lindum ved Drammen som settes i drift høsten 1998. Man kjører parallelt fullskala forsøk på forskjellige anlegg i utlandet for å få best mulig kunnskap om hvordan prosessene i et fullskala anlegg som skal lage Agronovagjødsel, skal kunne fungere optimalt.

4.2 Prosessbeskrivelse

Agronova-prosessen omdanner organisk avfall til høyverdig plantegjødsel. Dette skjer ved en basisk, termisk hydrolyse av slam. Et forenklet prosesskjema er vist i figur 4.1.



Figur 4.1. Forenklet flytskjema for Agronova-prosessen.

Prosessen er basert på kontinuerlig drift og deles i 5 trinn:

1. Avvannet slam tilføres anlegget, og lagres slik at prosessen kan gå kontinuerlig
2. Slammet føres inn i en miksetank hvor det tilsettes ulesket kalk slik at slammet varmes opp til mellom 60 og 70 °C. pH økes til mellom 12,0 og 12,5.
3. Slammet hydrolyseres i hydrolysetanken ved 80 til 100°C og pH 12,0 til 12,5 i ca 2 timer. Produktet blir hygienisert og midlertidig stabilisert.
4. Slammet føres så videre til en ny miksetank hvor det tilsettes salpetersyre. pH synker da til mellom 7 og 8 igjen. Salpetersyre produseres lokalt som gass i en NO₂ - generator. Slammet tilsettes også næringsstoffer (f.eks. kalium) avhengig av hvilken kvalitet man ønsker på sluttproduktet.
5. Det er nå mulig å ta ut et vått produkt, men i Østfold regner vi med at en tørking og granulering av produktet vil være hensiktsmessig. "Slammet" går da inn i en tørke og granuleringssmaskin. Tørken opererer ved ca 100°C og sluttproduktet (Agronovagjødselen) har et tørrstoffinnhold på ca 95 %. Produktet pakkes i storsekk eller 25 kg sekker.

4.3 Salgsprodukt

Ved et anlegg i Østfold forventes det ferdige produktet å bli tørket og granulert. Produktet er derfor enkelt å spre med en spreader for vanlig mineralgjødelse. Dyrkningsforsøk på NLH med et tørket Agronova-produkt, ga meget gode resultater. Agronova-gjødsel må spres i ca dobbel dose i forhold til mineralgjødelse, men gir da en mer langvarig virkning og tilfører også jorden organisk stoff. Dyrkningsforsøkene viser at effekten av Agronova-gjødselen er bedre enn vanlig mineralgjødelse.

For å oppnå et best mulig produkt vil det være best å bruke råslam i prosessen, men det går også bra å bruke utråtnet slam, og alle dyrkningsforsøk er gjort ved bruk av en slik slamtype. Ved bruk av råslam vil dermed Agronovagjødselen kunne bli enda bedre enn dyrkningsforsøkene har vist.

4.4 Økonomi

Tabellene 4.1 til 4.4 viser hva en "slamfabrikk" i Østfold basert på denne prosessen vil koste. Det er spesifisert i tabellene hvilke kostnader som er gitt av prosessleverandøren, og hvilke Aquateam har kalkulert. I tabell 4.3 er satt opp 15% av driftskostnadene til fortjeneste og dekning av utviklingsutgifter. Dette er for å vise at slike kostnader også må tas hensyn til, uten at vi kan gå god for at man akkurat havner på 15% av driftskostnadene. I tabell 4.4 er oppgitt kostnad pr. tonn slamtørrstoff for leveranse av slam til en fabrikk basert på prosessen, før og etter fratrekk av inntekter av salgsproduktene fra prosessen.

Tabell 4.1 Investeringskostnader for "slamfabrikk" i Østfold basert på Agronova-prosessen.

Komponenter	mill. NOK
Utstyrskomponenter	42,5
Bygg * (se vedlegg 1 for spesifikasjon)	15,8
Teknisk	5,5
Prosjektadministrasjon	5,0
Uforutsett (+15%)	9,0
SUM *	77,8

* Kostnader beregnet av Aquateam

Tabell 4.2 Driftskostnader for "slamfabrikk" i Østfold basert på Agronova-prosessen.

Driftsmiddel	1000 NOK/år
Kalsium	1890
Kalium	2016
Syre (gass)	1701
Strøm	189
Olje/gass **	2016
7 årsverk à 300.000 NOK *	2100
Vedlikehold (3 % av investering) *	2300
Markedsføring *	800
Analyser *	100
Emballasje	945
SUM	14100

* Agronova har regnet med at halvparten av dette energibehovet kan dekkes ved gratis deponigass, men dette er det ikke tatt hensyn til i dette prosjektet.

* Kostnadene er beregnet av Aquateam

Tabell 4.3 Inntekter for "slamfabrikk" i Østfold basert på Agronova-prosessen.

12000 tonn ferdig produkt til	Pris (NOK/tonn) (Tall gitt av Agronova)	Inntekter (mill NOK/år)
Landbruket	800	9,6

Tabell 4.4 Årskostnader for slamfabrikk i Østfold basert på prosessen.

Kostnader og inntekter	mill NOK/år	NOK/t TS
Avskrivninger (20 år, 7 %)	7,3	
Drifts- og vedlikeholdskostnader	14,1	
Fortjeneste, utviklingskostnader (+15%)	3,6	
Kostnader UTEN inntekter	25,0	3990
Forventede inntekter	9,6	
Kostnader MED inntekter	15,4	2460

5 BioPartner-prosessen

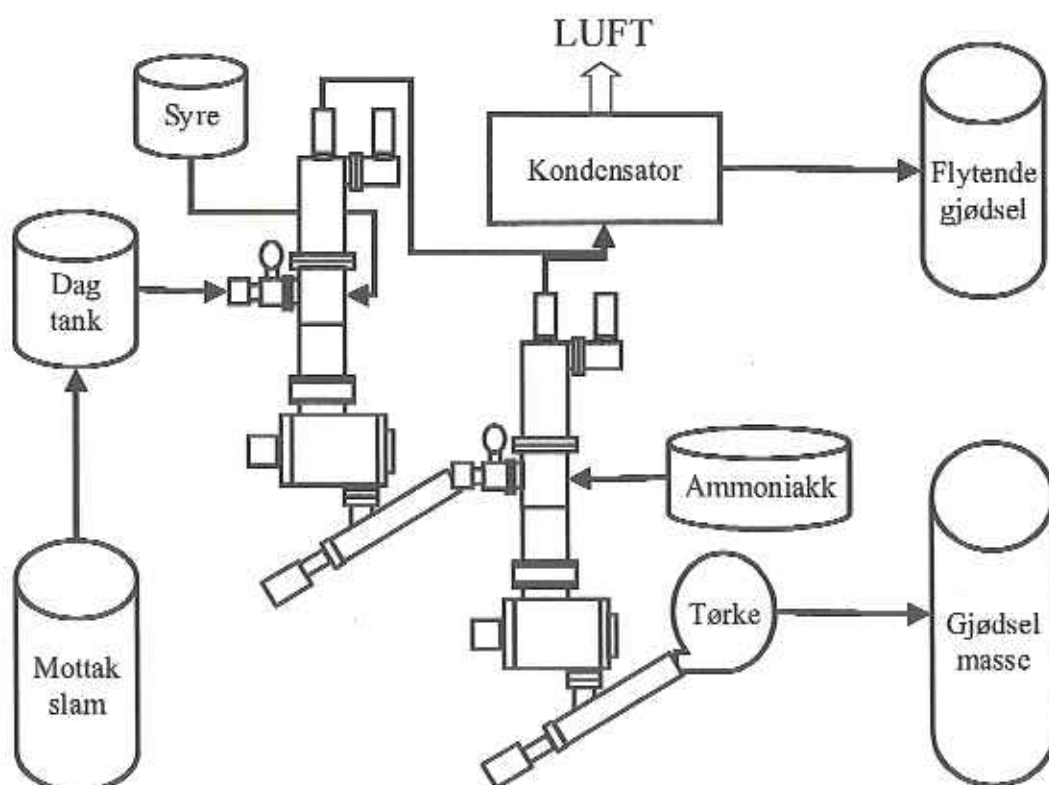
5.1 Eierforhold og historie

BioPartner AS er et relativt nystartet firma i Tønsberg, som har patentbeskyttet prosessen i Norge og i flere andre land. Firmaet gjennomførte våren 1998 en kapitalutvidelse på 1,2 mill. kr. Dette verdsette selskapet til ca. 10 mill. kr. Prosessen benytter avfall som råvare for fremstilling av fullverdige organiske gjødselprodukter.

BioPartner bygger i disse dager et pilotanlegg utenfor Tønsberg i samarbeide med H. Henriksen Mek Verksted A/S. Dette firmaet har arbeidet med slamproblematikk i mer enn 20 år, og har bl.a. levert renseanlegg og utstyr til renseanlegg til flere norske kommuner.

5.2 Prosessbeskrivelse

BioPartner (BP) er en prosess som kan beskrives som en sur lavtemperatur hydrolyse av slam. BioPartner vil etter hvert kunne levere to forskjellige anleggstyper, BP-2000 og BP-4000. Et forenklet prosesskjema er vist i figur 5.1.



Figur 5.1. Forenklet flytskjema for BioPartner-prosessen.

Prosessen kan deles opp i 5-6 trinn:

1. Mottak og lagring av avvannet slam.
2. Syrebehandling av slammet/avfallet. Svovelsyre tilsettes slammet før det går inn i en hurtigroterende reaktor. Det tilsettes nok svovelsyre til at blandingen får pH på ca. 0,5. Temperaturen vil naturlig øke under tilsetning av syre. Pga. sentrifugeringen vil væske og

luft tvinges ut fra porene i materialet, og høyviskøs væske kan trenge inn. Det oppstår avgassing (fordampning) som fører til at temperaturen i partiklene holdes under 50° C. Dette skal være gunstig for næringsstoffene i slammet. Væsketemperaturen vil ligge på 80 – 90° C. Den avdampede væsken kondenseres og brukes til flytende gjødsel.

3. Slammet blir tilsatt stoffet Leondarite, som er et organisk materiale rikt på humussyrer.
4. Slammet tilsettes ammoniakk før den andre reaktoren, slik at nitrogeninnholdet øker samt at pH økes til ca 6. Det skjer også her en varmeutvikling som gir avgassing av væske.
5. I BP-2000-løsningen tas sluttproduktet ut som en våt gjødselmasse. Sluttproduktet har et tørrstoffinnhold på ca. 55%, hvorav ca. 5% nitrogen.
6. I BP-4000-konseptet tørkes produktet videre ved lav temperatur (< 50° C). I henhold til leverandøren skjer tørkingen ved at faste partikler oppnår en nær frittsvevende behandling, slik at betingelsene for avgassing blir de beste. Den lave temperaturen er for å holde på næringsstoffene i produktet. Det tørkede produktet pelletiseres deretter. Det har et tørrstoffinnhold på ca. 95%, hvorav ca. 8% nitrogen.

Hele prosessen tar ca 60 minutter og kjøres kontinuerlig. Alle deler av prosessen er testet i laboratorieskala, og skal testes i pilotskala på TAU i løpet av høsten 1998. BioPartner regner med at man kan bygge et fullskala anlegg i begynnelsen av 1999.

5.3 Salgsprodukter

Flytende produkt

Det flytende produktet er kondensert væske fra de to reaktorene. I følge BP benyttes dette i produksjonen av flytende gjødsel til bruk i private hager og potteplanter, og produktet leveres som næringssubstrat på små kanner. Dette er et stadig voksende marked, og BioPartner har fått positive signaler fra LOG (Gartnerhallen) om at de kan være villige til å ta imot hele produksjonen av flytende gjødsel.

Gjødselmasse/tørket gjødselprodukt

Sluttproduktet fra et BP-2000-anlegg, en gjødselmasse med kompostkonsistens, er først og fremst tenkt anvendt som tilsatsvare til ulike jordprodukter rettet mot privatmarkedet. LOG og andre tilsvarende produsenter vil kunne anvende BP-gjødselmassen på en slik måte, ifølge BioPartner. Et tørket produkt fra et BP-4000-anlegg vil derimot ha landbruket som primærmarked. BioPartner kunne tenke seg å bygge ett BP-2000-anlegg og ett BP-4000-anlegg i Østfold, for dermed å kunne tilby både gjødselmasse til LOG og tørket organisk gjødsel til landbruket.

5.4 Økonomi

Tabellene 5.1 – 5.4 viser hva en "slamfabrikk" i Østfold basert på ett BP-4000-anlegg i Østfold vil koste. Det er vist hvilke kostnader som er gitt av prosessleverandøren, og hvilke Aquateam har kalkulert. I tabell 5.3 er satt opp 15% av driftskostnadene til fortjeneste og dekning av utviklingsutgifter. Dette er for å vise at slike kostnader også må tas hensyn til, uten at vi kan gå god for at man akkurat havner på 15% av driftskostnadene. I tabell 5.4 er oppgitt kostnad pr. tonn slamtørrstoff for leveranse av slam til en fabrikk basert på prosessen, før og etter fratrekk av inntekter av salgsproduktene fra prosessen.

Tabell 5.1 Investeringskostnader for "slamfabrikk" i Østfold basert på BioPartner-prosessen.

Komponenter	mill. NOK
Prosess/maskin	24
Bygg + utstyr	11
Diverse	5
SUM	40

Kostnadene er i sin helhet stipulert av BioPartner.

Tabell 5.2 Driftskostnader for "slamfabrikk" i Østfold basert på BioPartner-prosessen.

Driftsmiddel	1000 NOK/år
Syre, ammoniakk	3.800
Personalkostnader	2.100
Energi	2.700
Emballasje	2.000
Prøvetaking/analyse	200
Markesføring	1.000
Annet, uforutsett	500
Vedlikehold (3% av investering) *	1.200
SUM	13.500

* Kostnad beregnet av Aquateam.

Tabell 5.3 Inntekter for "slamfabrikk" i Østfold basert på BioPartner-prosessen.

Produkt	Totalpris (mill. NOK/år) (tall gitt av BioPartner)
Gjødselmasse	9,0
Flytende gjødsel	8,5
SUM	17,5

Tabell 5.4 Årskostnader for "slamfabrikk" i Østfold basert på BioPartner-prosessen.

Kostnader og inntekter	mill NOK/år	NOK/t TS
Avskrivning (20 år, 7 %)	3,8	
Driftskostnader	13,5	
Fortjeneste, utviklingskostnader (15%)	2,0	
Kostnader UTEN inntekter	19,3	3.080
Forventede inntekter	17,5	
Kostnader MED inntekter	1,8	290

Det er ikke her forsøkt å stipulere kostnader for to "slamfabrikker" basert på denne prosessen. Dette må man eventuelt komme tilbake til i et forprosjekt.

6 KREPRO-prosessen

6.1 Eierforhold og historie

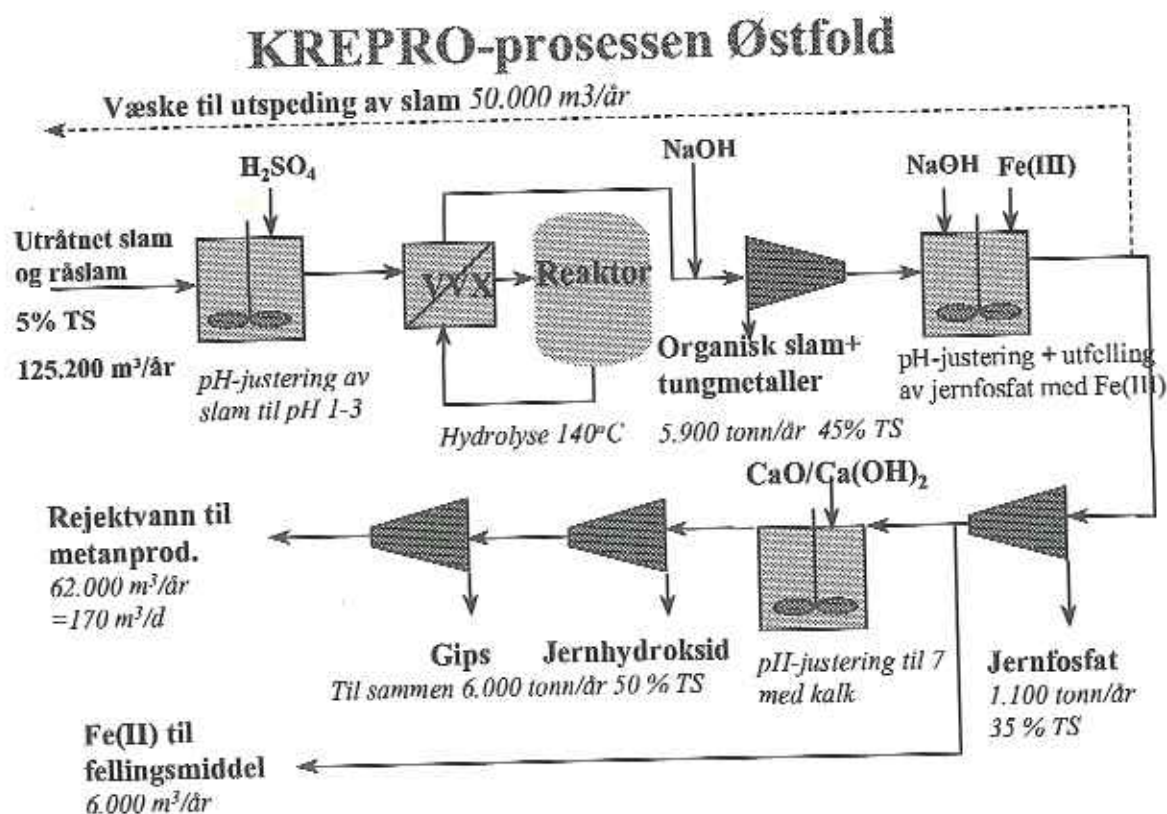
KREPRO-prosessen ble til gjennom et samarbeidsprosjekt mellom Kemira Kemi AB Kemwater, Alfa Laval Separation A/S og Helsingborg kommune. KREPRO eies i dag av Kemira Kemi AB Kemwater som er en avdeling i Kemira Group. Hovedkonsernet Kemira OY er et finsk selskap som er representert i store deler av verden.

Ideen til prosjektet ble utviklet gjennom et Eureka-prosjekt som startet i 1989. Prosjektet het da HYPRO. KREPRO ble startet opp i 1994.

Det ble i 1995 bygget et fullskala pilotanlegg ved Öresundsverket i Helsingborg. Dette ble i 1997 og begynnelsen av 1998 bygget om slik at det kunne kjøres på nattetid uten bemanning.

6.2 Prosessbeskrivelse

KREPRO er en kontinuerlig hydrolyse av slam. Hydrolysen foregår ved høy temperatur, lav pH og høyt trykk. Et forenklet prosesskjema er vist i figur 6.1.



Figur 6.1. Forenklet flytskjema for KREPRO-prosessen.

Prosessen kan deles i 12 trinn:

1. Fortynning. Avvannet slam spes ut med fortykket slam og rejeckt vann fra KREPRO-prosessen til ca 5 % TS.
2. Syreinnblanding. Fra utspedingen pumpes slammet til en blandetank hvor slammet surgjøres ved å tilsette svovelsyre. Målet er å få pH ned til mellom 1 og 3 for å få en bedre

hydrolyse ved lavere temperatur. Det må tilsettes ca 200 kg svovelsyre pr tonn slam-tørrestoff for å oppnå dette. Effekten av syreinnblanding er at mesteparten av det uorganiske materialet som er i slammet, blir oppløst. Dette gjelder fellingskjemikalier, tungmetaller og fosfor.

3. Hydrolyse. Før slammet kommer til reaktoren pumpes det via varmevekslere. Her økes temperaturen fra ca 30°C til 110°C ved å varmeveksle det mot ferdig hydrolysert slam. Etter varmevekslingen hydrolyseres slammet. Reaksjonen, hydrolysen, foregår ved ca 140°C og 4 bar, og slammet har en oppholdstid på 45 til 60 minutter. Man oppnår da en nedbrytning av organisk materiale, hvor organisk partikulært materiale spaltes til enklere lavmolekylære forbindelser. Også det uorganiske materialet som er igjen på partikulær form, blir brutt ned til enklere, løste forbindelser. Totalt går ca 40% av det organiske materialet over i oppløst form.
4. Flashtank. Slammet kjøles ned til ca. 50°C i to varmevekslere med inngående slam (nevnt tidligere). I flashtanken reduseres trykket i prosessen, i tillegg til at tanken fungerer som et reservevolum.
5. pH-økning. For et anlegg i Østfold ønsker man å skille ut tungmetallene sammen med det organiske slammet. For å få til dette, heves pH til ca. 3 med lut (natriumhydroksid, NaOH). Tungmetallene binder seg da til sulfidene i slammet og danner metallsulfider. Utråtnet slam inneholder nok sulfider, men sulfider må tilsettes om prosessen tilføres for mye slam som ikke er utråtnet.
6. Separasjon av organisk slam. Slammet sentrifugeres så i en dekanter-sentrifuge hvor man skiller ut det organiske slammet. Slammet består i hovedsak av fiber. Slammet lar seg avvanne til ca 45 % TS ved bruk av polymer. Dette slammet er hygienisert og på grunn av det høye fiberinnholdet, har det en høy brennverdi. Ønsker man et organisk slam uten tungmetaller, sentrifugerer man slammet uten å heve pH og uten å tilsette sulfider.
7. pH-regulering. Konsentratet som går videre etter separasjonen av det organiske materialet, holder pH ca 3. For å felle ut jernfosfat er det viktig at pH holder seg i dette området. Man tilsetter jernklorid for å få nok jern til utfellingen av jernfosfat, og må justere opp pH med mer lut fordi jernklorid er surere enn pH 3. Det treverdige jernet binder seg da til fosforet og danner jernfosfat. Om tungmetallene ikke hadde blitt skilt ut sammen med det organiske stoffet, ville de felles ut her. Væske til utspeding av avvannet slam returneres etter dette trinnet.
8. Separasjon av uorganisk slam. Jernfosfat fjernes i en ny sentrifuge. Det uorganiske slammet lar seg avvanne til ca 35 % TS ved bruk av polymer. Etter dette trinnet tas noe av rejektivannet ut som toverdig fellingsmiddel som kan brukes i tilknyttet renseanlegg etter oksidering.
9. pH økning. Skal rejektivannet fra den siste sentrifugen kunne brukes til økt metanproduksjon i råtnetanker, må man fjerne svovel fra slammet. pH økes her til ca 7 ved å tilsette ulesket kalk (CaO) eller lesket kalk (Ca(OH)₂). Kalken reagerer med slammet og det felles ut jernhydroksid og gips.
10. Separasjon av hydroksidslam. Jernhydroksider separeres i en ny sentrifuge, og kommer ut med ca. 50% tørrestoffinnhold.
11. Separasjon av gips. Etter ytterligere pH-justering separeres gips i en ny sentrifuge.
12. Rejektivann. Rejektivannet fra den siste sentrifugen inneholder ca. 15.000 mg/l løst COD. Dette er derfor en god karbon- eller metankilde. Innholdet av tungmetaller er svært lavt. Rejektivannet kan tilføres råtnetanken for å øke gassproduksjonen (metan), eller det kan brukes som karbonkilde ved denitrifikasjon.

6.3 Salgsproduktene

Organisk slam

Dette produktet inneholder alle tungmetallene i slammet. Slammet har en høy brennverdi, som det er mulig å utnytte. Det organiske slammet egner seg derfor til forbrenning, og det er da også mulig å fjerne tungmetallene i røykgassrenseanlegget slik at disse ikke slippes ut til atmosfæren. Det er imidlertid svært usikkert om man kan få noe for dette slammet.

Uorganisk slam

Dette slammet er fritt for tungmetaller og organiske miljøgifter. Det kalles uorganisk slam fordi det nesten utelukkende inneholder uorganisk materiale. Hovedkomponenten er jernfosfat, som kan benyttes i landbruket. Innholdet av tungmetaller i jernfosfatet pr kg fosfor er lavere enn for konvensjonell mineralgjødsel. Dyrkningsforsøk med jernfosfatet har gitt meget gode resultater. Jernfosfat kan ifølge Kemira selges for ca. kr 10 pr. kg fosfor. Det er også mulig å tørke og pelletere jernfosfatet, men dette vil koste ca. kr 500 pr. tonn tørrstoff i jernsulfatet i tillegg. Det er mulig at man kan få solgt jernsulfat med 35% tørrstoff direkte til økologisk landbruk, slik at tørking og pelletering ikke er nødvendig.

Fellingsmiddel

Rejektvannet fra sentrifugen som tar ut jernfosfat, inneholder toverdig jern som kan brukes som fellingsmiddel på renseanlegget som "slamfabrikken" er tilknyttet. Rejektvannet inneholder imidlertid også så mye organisk stoff (15 – 20.000 mg COD/l) at man ikke kan resirkulere for mye av dette uten å få for mye organisk stoff i utløpsvannet fra renseanlegget. Kemira har derfor bare regnet med 6.000 m³/år til bruk som fellingsmiddel. Jernet i rejeckt vannet må også oksideres til treverdig ved å lufte dette. På FREVAR er det mulig å gjøre dette i sandfangene, dersom "slamfabrikken" blir plassert ved dette anlegget.

Rejektvann (karbon-/metankilde)

Rejektvannet fra KREPRO-prosessen kan ha flere bruksområder. Noe brukes som fellingskjemikalie, og noe kunne vært benyttet til karbonkilde til denitrifikasjon, men det er ikke aktuelt for Østfold ennå siden kravene om nitrogenfjerning er utsatt. Den beste bruken av resten av rejeckt vannet blir da å tilsette det til råtnetankene på et stort renseanlegg for å øke metanproduksjonen der. Da må man fjerne svovel fra rejeckt vannet ved å tilsette kalk til dette. "Slamfabrikken" må da plasseres på et renseanlegg med ledig kapasitet på råtnetankene (ca 300 m³/d). Et slikt anlegg finnes ikke i Østfold. På Øra renseanlegg (FREVAR) har man ca. 170 m³/d ledig kapasitet. Man kan bruke denne ledige kapasiteten til å produsere metan-gass f.eks. til drift av busser i Fredrikstad.

Resten av rejeckt vannet kan returneres til KREPRO-prosessen, da man trenger ca. 50.000 m³ utspedingsvann pr. år, og det vil si at man nesten dekker behovet ved å resirkulere rejeckt vannet som ikke kan brukes i råtnetankene. Denne resirkuleringen vil gjøre at innholdet av løst COD vil øke i rejeckt vannet til råtnetankene, slik at man får en enda bedre metanproduksjon av rejeckt vannet. Ved beregning av inntekter er det antatt at COD-innholdet i rejeckt vannet vil stabilisere seg på ca. 20.000 mg/l.

Gips/jernhydroksid

Gips og jernhydroksid felles ut fra rejeckt vannet som skal brukes til metanproduksjon, slik at rejeckt vannet kan brukes som metankilde i råtnetankene på tilknyttet renseanlegg. Dersom dette felles ut sammen, vil det antakelig ikke ha noen verdi. Det kan imidlertid tas ut i to trinn: gips og jernhydroksid. Da kan man få betalt for disse produktene, istedenfor å måtte

betale deponiavgift for dem. Kemira har regnet med en inntekt på kr 100 pr. tonn innkommende tørrstoff for jernhydroksidet, mens vi ikke har regnet med noen inntekt for gipsen.

I KREPRO-prosessen kan man også lage et organisk gjødsel av det organiske stoffet i slammet, og man kan få ut dette med fosfor og nitrogen, men uten tungmetaller. Hvis det viser seg at jordbruket ikke vil ha dette produktet, kan man i stedet kjøre KREPRO-prosessen slik som skissert over. På denne måten oppnår man en større fleksibilitet ved denne prosessen.

6.4 Økonomi

Tabellene 6.1 – 6.4 viser hva en slamfabrikk i Østfold basert på denne prosessen vil koste. Det er vist hvilke kostnader som er gitt av prosessleverandøren, og hvilke Aquateam har kalkulert. I tabell 6.3 er satt opp 15% av driftskostnadene til fortjeneste og dekning av utviklingsutgifter. Dette er for å vise at slike kostnader også må tas hensyn til, uten at vi kan gå god for at man akkurat havner på 15% av driftskostnadene. I tabell 6.4 er oppgitt kostnad pr. tonn slamtørrstoff for leveranse av slam til en fabrikk basert på prosessen, før og etter fratrekk av inntekter av salgsproduktene fra prosessen.

Tabell 6.1 Investeringskostnader for "slamfabrikk" i Østfold basert på KREPRO-prosessen.

Komponenter	mill. NOK
Utspedingsanlegg for slam *	1,2
Maskin/prosess	33,8
Bygg * (se vedlegg 1 for spesifikasjon)	8,6
SUM	43,6

* Kostnader beregnet av Aquateam.

Tabell 6.2 Driftskostnader for "slamfabrikk" i Østfold basert på KREPRO-prosessen.

Driftsmiddel	1000 NOK/år
Svovelsyre	800
Lut	1670
Polymer	550
Jernklorid	880
Kalk	190
Energi	1640
Energi mottak og utspeding *	30
Personale *	600
Vedlikehold (3 % av investering) *	1240
Analyser *	100
SUM	7700

* Kostnader beregnet av Aquateam.

Tabell 6.3 Inntekter for "slamfabrikk" i Østfold basert på KREPRO-prosessen.

Produkt	Mengde/år	Verdi (1000 NOK/år)
Jernfosfat	1100 tonn	680
Organisk slam	5900 tonn	*0
Fellingsmiddel	6000 m ³	480
Hydroksider og gips	6000 tonn	600
Metangass	62000 m ³	550
Inntekter totalt		2310

* Kemira har beregnet en inntekt på kr 935.000 for dette slammet, men FREVAR er ikke villig til å betale for dette, og det kan være et problem å finne andre kjøpere så lenge tungmetallene blir tatt ut her.

Tabell 6.4 Årskostnader for "slamfabrikk" i Østfold basert på KREPRO-prosessen.

Kostnader og inntekter	mill NOK/år	NOK/t IS
Avskrivning (20 år, 7 %)	4,1	
Driftskostnader	7,7	
Fortjeneste, utviklingskostnader (+15%)	1,2	
Kostnader UTEN inntekter	13,0	2070
Forventede inntekter	2,3	
Kostnader MED inntekter	10,7	1710

Det er ikke forsøkt å beregne kostnader og inntekter ved produksjon av organisk gjødsel ved hjelp av denne prosessen. Det var først etter at skisseprosjektet var ferdig at det ble klart at man også kunne lage organisk gjødsel med denne prosessen. Det er mulig at man da får et bedre kostnadsbilde enn det som er skissert her.

7 Sammenfattende diskusjon og konklusjoner

7.1 Aquateams vurdering av Agronova-prosessen i "slamfabrikk" for Østfold

Arbeidet med å utvikle konseptet har vært meget profesjonelt så langt. Man bygger nå et pilotanlegg i Drammen, og man har testet produktet i jordbruksforsøk på Norges Landbruks-høgskole med meget gode resultater. Det organiske gjødselproduktet gir ca. 20% bedre vekst enn kunstgjødsel. Til høsten vil man også teste om organiske miljøgifter brytes ned i prosessen.

I Agronova-prosessen hygieniserer man slammet både ved høy pH og høy temperatur, mens stabiliseringen skjer midlertidig ved hjelp av høy pH og tørking av slammet. Gjødselproduktet blir tilsatt kalk, kalium og nitritt i riktige mengder i forhold til hva det skal brukes til. Man får dermed et gjødselprodukt som kan konkurrere med kunstgjødsel, og som samtidig inneholder organisk stoff som jordbruksjorda også trenger de fleste steder. Man vil selge produktet i storsekker til landbruket, og eventuelt senere i 25 kg sekker til hagemarkedet. Dette sikrer en høy grad av resirkulering av slammet, men man vil være helt avhengig av at jordbruket og hagesektoren vil kjøpe produktene.

Problemet er at det ikke fjernes tungmetaller i prosessen, slik at gjødselproduktet inneholder nesten like mye tungmetaller som slammet som det er laget av (det blir noe utspedd med kalk og kalium). Produktet kommer i kvalitetsklasse II i Gjødselvareforskriften, og man har ikke lov å spre mer enn 2 tonn tørrstoff pr. dekar pr. 10 år av dette produktet. Agronova har regnet ut at dette ikke er noe problem, da man ikke vil spre 2 tonn tørrstoff pr. dekar pr. 10 år selv med normal årlig gjødsling av korn.

Det er imidlertid ifølge Slamforskriften ikke lov å dyrke bær, grønnsaker eller poteter i tre år etter spredning av slam, og dette vil være vanskelig å kontrollere med et slikt gjødselprodukt.

Agronova har ennå ikke funnet en løsning på hvordan man skal skille ut slam som ikke overholder kravet til kvalitetsklasse II (eller eventuelt kvalitetsklasse III) i Gjødselvareforskriften. Man er nødt til å ha et opplegg for prøvetaking som gjør at man kan skille ut slam med for høyt tungmetallinnhold. Hvorvidt man skal lagre råslammet til tungmetallanalysene er gjennomført, eller man skal kunne spore opp de enkelte slampartiene i de ferdige produktene, må avklares. Uansett vil dette få økonomiske konsekvenser som må løses, f.eks. ved at slamleverandøren må betale høyere pris for slam med høyt tungmetallinnhold.

Agronova-prosessen har relativt høye investeringskostnader. Hvor mye anleggseiere må betale for å levere slam til en eventuell slamfabrikk i Østfold, avhenger i stor grad av hvor mye man får solgt av produktet, og hvilken pris man oppnår. Med alt solgt på jordbruksmarkedet til en pris av kr 800 pr. tonn, vil prisen pr. tonn slamtørrstoff levert til anlegget være ca. kr 2.460. Med f.eks. 25% tørrstoffinnhold i avvannet slam til anlegget, vil dette si kr 620 pr. tonn slam. Det er stor usikkerhet i kalkylene, slik at man må behandle disse tallene med stor forsiktighet. Basert på fullskala anlegg i utlandet regner Agronova selv med at anleggseierne antakelig må betale en pris mellom kr 500 og kr 1.000 pr. tonn avvannet slam levert anlegget, utenom transportkostnader fra renseanlegget til "slamfabrikken".

Agronova-prosessen er ennå ikke bygget i full skala, og pilotanlegget i Drammen har ikke vært i drift ennå. Dette gjør kostnadene for investering og drift noe usikre, selv om man har prøvelaget produktet i full skala ved fabrikk i utlandet.

Agronova ønsker selv å selge de ferdige produktene. I utgangspunktet er man villig til å drøfte forskjellige løsninger når det gjelder eierforhold for en "slamfabrikk" i Østfold. Man stiller bare det kravet at kommunene må inngå langsiktige leveringsavtaler for slammet dersom Agronova skal gå inn på eiersiden.

En slamfabrikk med Agronova-prosessen bør ligge i nærheten av et fjernvarmeanlegg, eller helst en fyllplass med deponigass. Det stilles ikke andre krav til lokalisering, og luktproblemer fra prosessen tas hånd om av renseutstyr. I utgangspunktet ønsker man mer råvarer enn de 6.300 tonn slamtørrstoff som produseres i Østfold, slik at våtorganisk avfall og even-

tuelt slam fra treforedlingsindustrien i Østfold kan være råvarer som også kan brukes i en slik prosess. Jo større en slik slamfabrikk er, jo bedre vil det økonomiske regnestykket være, forutsatt at man får solgt de ferdige produktene til forventet pris.

7.2 Aquateams vurdering av BioPartner-prosessen i "slamfabrikk" for Østfold

BioPartner har foreløpig ikke noe pilotanlegg i drift og har derfor ikke noe produkt eller noen prototyp på prosessen å vise til. Man er derfor ikke kommet lenger med prosessen enn at man var i tvil om man skulle delta i denne vurderingen. Prosessen er imidlertid tatt med i vurderingen, på det grunnlaget man har. Det vil bli bygget et pilotanlegg ved H. Henriksen Mekaniske Verksted A/S i Tønsberg i løpet av høsten, slik at man vil kunne ha drifts-erfaringer herfra før nyttår.

Som i Agronova-prosessen får man ikke fjerner tungmetaller, og får ut organisk gjødsel som sluttprodukt. Man får ut et flytende konsentrat og et kompostlignende gjødselprodukt, som i et trinn 2 (BP-4000) kan tørkes og pelletiseres.

Produktene kan i sin helhet benyttes i landbruket eller i hagesektoren. BioPartner satser på å selge produktene fra BP-2000 til LOG eller tilsvarende firmaer, for bruk i privatmarkedet. Eventuelt tørket organisk gjødsel fra BP-4000 satser man på å selge i jordbruket.

Det kan stilles spørsmål ved om slammet blir hygienisert og stabilisert ved denne prosessen. BioPartner vil stabilisere og hygienisere slammet ved pH ca. 0,5, uten høy temperatur, men det foreligger ikke dokumentasjon på at dette vil gi et produkt som overholder kravene til stabilisering og hygienisering i Slamforskriften og Gjødselvereforskriften. Inntil det er foretatt tester av produktet i pilotskala, har vi kun BioPartners ord for dette. Dersom man tørker produktet i en BP-4000-prosess, vil produktet iallfall bli midlertidig stabilisert, og kan brukes dersom det overholder kravet til hygienisering i Slamforskriften/Gjødselvereforskriften.

Den flytende væsken kan også komme i konflikt med Slamforskriften/Gjødselvereforskriften, hvor det spesifiseres at slam skal være tørt og ha en tørr konsistens ved spredning. Spørsmålet blir hvorvidt den våte fraksjonen er et slamprodukt eller ikke. Ettersom den ikke inneholder slamtørrestoff, vil den antakelig ikke komme inn under Slamforskriften.

Det gjelder de samme betenkeligheter med hensyn til tungmetaller i dette produktet som i Agronovas organiske gjødsel. Heller ikke ved denne prosessen har man sett på hvordan man skal løse problemet med eventuelt slam som ikke overholder kravene til kvalitetsklasse II (eventuelt III) i Gjødselvereforskriften.

Det er ikke gjort dyrkingsforsøk som viser hvor gode BioPartner-produktene er for jordbruket/hagesektoren. Dyrkingsforsøk som Agronova tidligere har gjort med ammoniumbasert organisk gjødsel (et lignende produkt til BioPartnergjødsele), ga dårligere resultater enn fullgjødsel. Dette betyr imidlertid ikke at BioPartnergjødsele nødvendigvis oppnår tilsvarende resultater.

BioPartner angir lavere investeringskostnader enn Agronova. Så lenge det ennå ikke er bygd noe pilotanlegg, er det vanskelig å vurdere hva de virkelige kostnadene blir. Dersom man får solgt produktene til de prisene BioPartner forventer å få, vil man måtte betale ca. kr 290 pr. tonn slamtørrestoff for leveranse til fabrikk (ca. kr 70 pr. tonn avvannet slam med 25% tørrstoffinnhold).

BioPartner ønsker selv å selge de ferdige produktene fra slamfabrikken. Firmaet vil helst bygge slamfabrikken(e) selv, og ta imot slam fra renseanleggene i Østfold til en fast pris. Denne prisen har man oppgitt kan settes til kr 300-350 pr. tonn avvannet slam til å begynne med, og kan reduseres etter hvert som sluttproduktet blir innarbeidet på markedene.

Også i BioPartners prosess kan våtorganisk avfall inngå hvis man forbehandler dette. Det er ikke stilt spesielle krav til lokalisering av anlegget, og luktproblemene fra prosessen løses ved et luktfjerningsanlegg.

Det er foreløpig litt for tidlig å si om man bør satse på et slikt konsept i en eventuell "slamfabrikk" for Østfold. Hvis drift av et pilotanlegg viser at de tekniske og økonomiske kalkylene er riktige, og man får avklart at produktene kan overholde Slamforskriften og Gjødselevareforskriften, kan konseptet imidlertid være interessant.

7.3 Aquateams vurdering av KREPRO-prosessen i "slamfabrikk" for Østfold

Prosessene har vært utprøvd lenge, også i et fullskala anlegg i Helsingborg, og med solid dokumentasjon. Prosessen er fleksibel, og man kan blant annet velge hvor man vil ha ut tungmetallene i prosessen. Man er ikke så avhengig av forholdene i landbruket som ved de andre prosessene, fordi man vil kunne velge å lage organisk gjødsel hvis det er marked for dette, og forandre prosessen til kun å lage jernfosfat til jordbrukssektoren om denne ikke vil kjøpe organisk gjødsel.

Den største fordelen med KREPRO er at prosessen kan ta ut tungmetallene fra slammet i et hvilket som helst steg i prosessen. Dette gjør at jernfosfat eller eventuelt organisk gjødsel som kommer ut av prosessen, kan gjøres så godt som fritt for tungmetaller. Jernfosfatet vil også være fritt for organiske miljøgifter, og kan antakelig også brukes i økologisk jordbruk. Det blir heller ingen mengdebegrensninger eller dyrkingsrestriksjoner ved spredning av jernfosfat fra KREPRO-prosessen, slik det kan bli etter spredning av Agronova- eller BioPartner-gjødsel.

Det er imidlertid også en del ulemper med KREPRO-prosessen. Det er en relativt kostbar prosess med høy temperatur og høyt trykk, med høyt forbruk av svovelsyre, lut, jernklorid og kalk, og med flere avvanningsenheter. Produktene som tas ut er ikke alle like anvendelige. Organisk materiale med tungmetaller egner seg f.eks. kun til forbrenning i anlegg med røykgassrensing, slik at man ikke kan forvente å få betalt for dette.

Karbonrikt rejektivann vil kunne brukes til karbonkilde og fellingskjemikalie på et stort renseanlegg med nitrogenrensetrinn. Det fins imidlertid ingen slike anlegg i Østfold ennå. Dermed må man felle ut svovel fra deler av rejektivannet, for å kunne bruke dette til metangassproduksjon i rånetanker på et stort renseanlegg. Det største renseanlegget i Østfold, FREVAR, kan bare ta imot halvparten av dette rejektivannet, mens resten må brukes som utspedingsvann for avvannet slam fra eksterne renseanlegg. I og med at man kun kan la små mengder rejektivann fra prosessen gå tilbake til renseanlegget (pga. mye oppløst organisk stoff i vannet), kan man kun få benyttet små mengder av jernet til fellingskjemikalie.

Det er også stilt spørsmål ved om jernfosfat er så sterkt bundet at det ikke frigis i jorda, men her er det foretatt positive dyrkingsforsøk med dette produktet i Sverige. Gips og jernhydroksid vil man kunne få betalt for ved å separere disse produktene. Her er regnet med kr 600.000 i inntekter for disse produktene. Alt i alt ender man opp med en kostnad på ca. kr 1710 pr. tonn slamtørrestoff levert anlegget, eller ca. kr 430 pr. tonn avvannet slam med ca. 25% tørrestoffinnhold. Kostnadene for denne prosessen har større grad av sikkerhet enn de andre prosessene som ikke er prøvd i full skala. Man kan også spare i størrelsesorden 20% av kjemikaliekostnadene i forhold til det som er skissert i tabell 6.2, som følge av gunstige innkjøpsavtaler med Kemira Kemi AB, hvilket vil gi en besparelse på ca. 0,8 mill. kr pr. år (kr 130 pr. tonn slamtørrestoff). Det er ikke forsøkt regnet ut hvilke kostnader som er forbundet med prosessen dersom man velger å lage organisk gjødsel uten tungmetaller av slammet.

Et KREPRO-anlegg bør lokaliseres ved et stort renseanlegg for at fellingskjemikalie og rejektivann skal kunne brukes på anlegget. KREPRO-prosessen baserer seg også på bruk av uavvannet slam til prosessen. Det betyr at det er mest gunstig å lokalisere prosessen til det største renseanlegget i Østfold. Det vil også være en fordel for prosessen om det er tilgjengelig fjernvarme på lokaliseringsstedet. Slam fra de andre anleggene må kjøres avvannet til

KREPRO-anlegget, og spes ut med f.eks. rejektivann fra prosessen slik at det kan behandles videre. Dette betyr en ekstra kostnad ved denne metoden i forhold til de andre to. Prosessen kan heller ikke behandle våtorganisk avfall. En stor utfordring ved en slik prosess er å bestemme de økonomiske mellomværende mellom renseanlegget hvor prosessen skal kjøres og slamfabrikken. (Hvor mye skal det betales for eventuelt fellingskjemikalie og rejektivann rikt på oppløst organisk stoff?)

Kemira er villige til å diskutere å gå inn på eiersiden i en eventuell slamfabrikk for Østfold.

7.4 Konklusjon

De tre prosessene som er vurdert, har alle fordeler og ulemper. De tre prosesseierne befinner seg på ulike stadier i utviklingsarbeidet. Det har også i dette skisseprosjektet stadig dukket opp nye momenter som gjør det vanskelig å vurdere prosessene opp mot hverandre. Det er derfor så mange uavklarte forhold etter arbeidet med skisseprosjektet at man vanskelig kan velge en løsning basert på dette. For å få et bedre utgangspunkt, mener Aquateam derfor at det bør lages et forprosjekt for en "slamfabrikk" basert på bindende tilbud fra prosessleverandørene. Det er også en del forhold som trenger en avklaring før metode velges, bl.a. dokumentasjon av hygieniseringseffekten i BioPartner-prosessen samt hvordan eventuelle reviderte forskrifter på feltet vil se ut. Det er så vidt vi vet satt ned en interdepartemental gruppe som skal revidere forskriftene i løpet av et halvt års tid, men erfaringene fra arbeidet med Slamforskriften tilsier at et arbeid hvor tre departementer og tre direktorater er involvert, kan ta lang tid.

Kostnadene ved levering av slam til en "slamfabrikk" er beregnet pr. tonn slamtørrestoff. Kostnader pr. tonn slam fås ved å multiplisere denne kostnaden med tørrestoffinnholdet i avvannet slam (tabell 3.1). I tillegg må det betales transportkostnader fra renseanlegget der slammet produseres til slamfabrikken. Dette vil koste i størrelsesorden kr 2,60 pr. tonn slam pr. km i tillegg. Hvis f.eks. et anlegg må frakte slammet sitt 20 km, blir kostnadene for transporten ca. kr 52 pr. tonn slam i tillegg til behandlingskostnaden. For å redusere transportkostnadene mest mulig, bør en slamfabrikk i Østfold plasseres enten ved FREVAR eller Alvim renseanlegg, eller man bør bygge to anlegg (kun aktuelt ved BioPartner-prosessen).

Agronova-prosessen har ingen utslipp til luft eller vann. BioPartner-prosessen har et utslipp til luft etter luktfjerning. KREPRO-prosessen vil ha returstrømmer til renseanlegget det er tilknyttet, men ingen egne utslipp verken til luft eller vann. Det vil derfor mest sannsynlig ikke være nødvendig å søke om konsesjon for å bygge en "slamfabrikk".

Vedlegg 1
Beregninger av byggekostnader
utført av Aquateam

Agronova			
	<i>AREAL</i>	<i>ENHETSKOST.</i>	<i>PRIS (tusen NOK)</i>
Tekniske rom/maskinrom	1500	5000	7.500
Sosiale rom	200	6000	1.200
Lys/varme	1700	400	680
Sanitær		RS	100
Ventilasjon		RS	300
Elektrisitet		RS	300
Lager	3000	RS	3.000
Areal for silo	5000	RS	1.000
Fundament	1700	RS	1.700
SUM			15.780

BioPartner har selv beregnet byggekostnadene sine.

KREPRO			
	<i>AREAL</i>	<i>ENHETSKOST.</i>	<i>PRIS (tusen NOK)</i>
Tekniske rom/maskinrom	300	5.000	1.500
Sosiale rom	100	6.000	600
Lys/varme	400	400	160
Sanitær		RS	100
Ventilasjon		RS	300
Elektrisitet		RS	300
Mottak og fortynning		RS	1.200
Lager		RS	3.000
Areal for silo		RS	1.000
Fundament	400	RS	400
SUM			8.560