

# Final report

## 1.1 Project details

<b>Project title</b>	RETROMAX – gyllebehandling, der gør biogasanlæg og markgødsning lønsomme
<b>Project identification (program abbrev. and file)</b>	EUDP 2011 2. Runde, Journalnr.: 64011-0332
<b>Name of the programme which has funded the project</b>	RETROMAX er finansieret med tilskud fra både EUDP og GUDP
<b>Project managing company/institution (name and address)</b>	Nordic BioEnergy ApS, Jelshøjvænget 11, 8270 Højbjerg. Tlf. 23 86 88 86. E-mail: pts@nordicbioenergy.dk
<b>Project partners</b>	Projektleder Per Thostrup: Nordic BioEnergy ApS. Tlf.: 23 86 88 86. E-mail: <a href="mailto:pts@nordicbioenergy.dk">pts@nordicbioenergy.dk</a> Direktør Leo Sørensen LSM Industries A/S. Tlf.: 40 20 31 00. E-mail: leo@LSM.dk Udviklingschef Haris Kadripahic, LiqTech International A/S. Tlf.: 44 98 60 00. E-mail: <a href="mailto:hak@liqtech.com">hak@liqtech.com</a>
<b>CVR</b> (central business register)	3058 8525
<b>Date for submission</b>	30. september 2018

## 1.2 Short description of project objective and results

### English version

The RETROMAX project had as its goal:

- 1) To develop and demonstrate a “one step” filtration system which will make it possible to increase the dry matter content in biomass to make the biogas production more efficient
- 2) Hereby to produce concentrated plant nutrients from slurry
- 3) To get a better control over environmental impacts of nutrients and
- 4) To reduce the need for transportation.

The technical results of the development- and demonstration project concerning a “one step” slurry separation system contain the following four technologies:

- 1) LiqTech International Ltd.’s ceramic discs of Silicium Carbide for ultrafiltration (UF) of slurry. Here slurry or other degasified material is directly separated without any kind of pre-separation  
LiqTech has – triggered by the execution of RETROMAX – been successful in using the silicon carbide disk filters for industrial waste water in cooperation with Grundfos.
- 2) LSM industries Ltd. hose pumps used for handling of the liquid in the (UF) filtration system  
The hose pumps are used in sucking mode (instead of pressure) because it gives a much simpler build of the slurry separation system. LSM industries has also been successful in using hose pumps with vacuum for other applications in agriculture than just slurry filtration.
- 3) Nordic BioEnergy ApS’s removal of Nitrogen from the ultra-filtrated permeate fluid (water fraction) by means of AMRECO process has been supplemented with other technologies namely RO (reverse osmosis) and stripping. The two last technologies are already used in practice on more biogas plants.
- 4) Nordic BioEnergy’s mechanical grinding of slurry, fiber and other biomass by means of the so-called “minimizer” (special grinder) showed higher biogas yield and easier pumping and agitation (mixing)

## Danish version

RETROMAX-projektet havde som mål:

- 1) at udvikle og demonstrere et "one step"-filtreringssystem, som vil gøre det muligt at forøge tørstofindholdet i biomasse, så biogasproduktionen bliver mere effektiv
- 2) hermed at producere koncentrerede plantenæringsstoffer fra gylle
- 3) at få bedre styr på miljøbelastninger af næringsstoffer og
- 4) at mindske behovet for transport.

De tekniske resultater af udviklings- og demonstrationsprojektet med henblik på et "One step"-gyllesepareringssystem indeholder følgende fire teknologier:

1. LiqTech International A/S' keramiske filterplader af Silicium Karbid til ultra-filtrering (UF) af gylle. Heri separeres gyllen eller afgasset materiale direkte uden nogen form for forseparation.  
LiqTech har - affødt af RETROMAX projektet - haft meget held med at anvende disse Silicium Karbid skivefiltre på specielt industrielt spildevand i et samarbejde med Grundfos.
2. LSM Industries A/S' slangepumper til håndtering af væsker i filtreringssystemet. Slangepumperne suger (i stedet for at trykke), hvilket giver en langt simplere konstruktion af separations-systemet. LSM Industries er tilsvarende lykkedes med at anvende slangepumper med vakuum til andre opgaver i landbruget end gyllefiltrering.
3. Nordic BioEnergy ApS' fjernelse af nitrogen fra den ultra-filtrerede permeat væske (vandfraktionen) ved brug af kemisk udfældning kaldet AMRECO processen er blevet suppleret af andre teknikker, nemlig RO (omvendt osmose) og stripning. De to sidstnævnte teknologier er allerede i praktisk anvendelse på flere biogasanlæg.
4. Nordic BioEnergy ApS' mekaniske bearbejdning af gylle og fibre vha. en "minimizer" resulterende i mere biogas og lettere pumpning samt røring.

## 1.3 Executive summary

RETROMAX, et fælles projekt under Energistyrelsens EUDP og Landbrugsstyrelsens støtteordning GUDP (Grønt Udviklings- og Demonstrationsprojekt), har udviklet særlige separationsteknologier til mere lukrativ og grøn gyllebehandling, der også har internationalt potentiale. EUDP og GUDP fremmer dermed dansk eksport på energi- landbrugs- og miljøområdet.

Teknologierne, der passer godt med udbygningen af biogas i Danmark, er: Ultrafiltrationsmembraner, slangepumper med vakuum og metoder til fjernelse af kvælstof samt en såkaldt 'minimizer' til pulverisering af biomasse, hvilket øger biogasudbyttet af input-materialerne.

To nordjyske og et firma i Ballerup står bag projektet: Biogasfirmaet Nordic BioEnergy ApS, - der siden august 2015 har videreført Danmarks første biogafællesanlæg i Vester Hjermitslev ved Saltum, - pumpefirmaet LSM Industries A/S i Vrå og membranfirmaet LiqTech International A/S med hovedsæde i Ballerup.

RETROMAX projektet har været i gang siden 2014. Det har inddraget danske samarbejdspartnere som landmænd og Grundfos foruden partnere i Tyskland, Schweiz, Grækenland og på Malta, med hvem samarbejdet er fortsat siden projektperiodens ophør.

RETROMAX, der betyder "optimalt genbrug", har villet: 1) forøge tørstofindholdet i biomasse, så biogasproduktionen og transporten bliver mere effektiv, - 2) producere koncentrerede gødningsprodukter fra gylle, - 3) reducere miljøbelastninger fra næringsstoffer udbragt på landbrugsjord samt 4) generelt mindske behovet for transport.

Følgende teknologier er udviklet til opfyldelse af disse målsætninger:

- LiqTech A/S har udviklet keramiske skivefiltre af Silicium Karbid til ultra-filtrering (UF) med henblik på en "one step" separation af gylle. Heri separeres gyllen eller afgasset materiale uden forseparation. Filtringen er god, men kapaciteten indtil nu for lille ved gylle. Kapaciteten er derimod langt bedre ved industrielt spildevand og har her et stort markedspotentiale.
- LSM Industries A/S har udviklet sugeslangepumper med vakuum til håndtering af gylle i filtreringssystemet samt i gylleanlæg. Slangepumper giver en simplere konstruktion af separations-systemet, idet de suger gyllen igennem LiqTech SiC membranerne, og de kan også bruges til mange, andre specialopgaver i landbruget som at suge gylle op fra fortanke (op til 8 m)
- Nordic BioEnergy ApS har fjernet nitrogen i vandfraktionen fra ultrafiltreringen, - både ved brug af kemisk udfældning kaldet AMRECO processen, ved stripning og ved RO (omvendt osmose).

- Nordic BioEnergy ApS har desuden arbejdet med mekanisk bearbejdning af gylle og fibre vha. en "minimizer" resulterende i mere biogas og lettere pumpning samt omrøring.

På trods af store vanskeligheder med at få ultrafiltreringen(UF) af gylle vha. SiC membranerne til at virke efter hensigten har tingene efter projektets ophør juni 2017 været i en positiv udvikling – affødt af RETROMAX projektet. LiqTech International A/S har gjort store fremskridt i fremstillingen af skivefiltre til andre opgaver som spildevand og har solgt anlæg til Grundfos. LSM Industries A/S har øget salget af pumper til landbruget og biogasindustrien på det stærkt voksende nichemarked. Nordic BioEnergy ApS har fået et projekt på Malta om at separere svinegylle, er i fortsat kontakt med de udenlandske samarbejdspartnere og vil implementere et gyllesepareringsanlæg i Vester Hjermitstev.

## 1.4 Project objectives

### Beskrivelse af projektets målsætninger og problemerne under deres implementering

#### LiqTech International A/S

For at leve op til RETROMAX projektets mål om et "one step"-filtreringssystem af gylle har LiqTech foretaget forsøg med både standard tubulær UF membraner og skive løsninger af Silicium Karbid (SiC membraner).

Med henblik på en kommercialiserbar løsning skulle der leveres membraner, som er stand til at holde stoffer som organiske forbindelser (udtrykt ved COD) og NH<sub>4</sub>-N på et niveau under 5.000 ppm for COD, samtidig med at membranareal og dermed pris holdes på et lavt niveau.

SiC membraner har vist sig at kunne overholde de ovennævnte krav. Dog kunne dette ikke helt påvises i tests. LiqTech mener, at årsagen til det for høje COD indhold er utætheder i selve anlægget og ikke membranerne. De tubulære membranløsninger, som blev implementeret tidligere i Krogenskær, har vist sig at kunne holde COD på et acceptabelt niveau.

Hvad angår fluxrater (flowrater), som er altafgørende for den pris, der skal tilbydes kunden, så kunne hverken tubulær eller disk løsningen ende på et attraktivt niveau.

Igennem projektperioden har konsortiet foretaget tests ved Krogenskær, Hemmet og lab-scale tests hos LiqTech Ballerup, hvor de viste fluxrater lå på <30LMH, hvilket er væsentligt under en LMH på >200, - det mindste, man kunne forvente.

Siden de seneste tests har udviklingsafdelingen hos LiqTech formået at sende en ny generation af disk løsninger ud, som på sigt vil kunne overvejes som fordelagtige til netop RETROMAX løsningen. Da prisen per disk nu er blevet væsentligt lavere, kan det tænkes, at dette marked vil kunne blive attraktivt for LiqTech.

#### LSM Industries A/S' slangepumper med vakuum

Målet var fra begyndelsen, at LSM Industries A/S' slangepumper skulle udvikles med henblik på en højere virkningsgrad, så de kunne bruges til at suge hovedsageligt svinegylle igennem skivefiltrene fra LiqTech. Dvs. at en slangepumpe opbygges således, at væsken inde i slangen giver volumenstrøm, fx hvis man tager en slange med 10 liter i og presser den sammen ved at køre 10 RPM (omdrejninger i minuttet), så bliver 100 liter pumpet i minuttet.

LSM Pumper gik fra første færd i gang med at fremstille nogle små pumper til LiqTech fra nogle få hundrede liter i timen op til 3000 liter i timen. Derefter prøvede projektgruppen at bygge en filtersektion med skiver fra LiqTech, men her opstod der nogle store problemer, især omkring den roterende enhed. Problemet var utætheder på sugesiden, da det er næsten umuligt at fremstille tætninger af kulsiver. Teknikken findes på biler i vandpumpen, men der er ikke vakuum på en bilvandpumpe, derimod et lille overtryk.

LSM Industries A/S besluttede derfor at overflytte anlægget til LiqTech International A/S i Ballerup, idet skiverne tillige voldte problemer. Her lykkedes det for LiqTech at køre adskillige test med både gode og dårlige resultater i forhold til vores målsætning om COD indholdet. For det meste lå COD under 7000 ppm. Enkelte gange lå COD dog på det dobbelte, hvilket ikke er tilfredsstillende. Problemet er åbenbart, at skiverne og/eller tætningerne er utætte.

Vi udvidede/udviklede dernæst anvendelsesområdet for slangepumper ved at undersøge deres brug i forhold til andre sugeopgaver i landbruget, især sugeopgaver, hvor gylle suges op fra fortanke.

Problemet er imidlertid, at kapaciteten kan falde meget, hvis der enten er en høj viskositet eller en høj sugehøjde fx fra en fortank ved en stald, hvor der ved nogle landmænd kan være tale om op til 8 meters sugehøjde.

Det der sker, når en slangepumpe ikke giver fuld kapacitet, er at slangen ikke retter sig helt ud. Den kommer til at ligge halvflad, og derfor falder kapaciteten måske pludselig til under 50 %. Dette er en udfordring, der er næsten umulig at løse. En nøjagtig måling af 3 m<sup>3</sup> gylle per time kan udføres af en flowmåler, som dog også giver problemer grundet partikler og fremmedlegemer m.v. foruden en ekstra omkostning.

Det viste sig ret hurtigt, at vakuum er nødvendigt for at suge gylle op af fortanke. Fordelen ved at anvende en slangepumpe til sand er, at det ikke slider så meget som en centrifugalpumpe, og at den kan lave et modtryk på op til ca. 10 bar.

Men problemet er igen sugesiden, samt at det kan banke/pulsere meget i rørinstitutionen.

Vi har i den forbindelse sat nogle større pumper op i hovedsaligt 80 mm, 100 mm og 125 mm (åbningen i slangen). Der har været sat en stor Pumpe op i Nordtyskland, som skulle løfte gylle op, 75 /3m i timen. Desværre måtte vi tage pumpen hjem igen efter et års tid og efter mange ture samt udgifter. Vi kunne ikke opnå en stabil drift på pumpen, - måske fordi der både er sand og sten i gyllen.



Nogenlunde samtidig fik vi en Pumpe til Sontra i Tyskland. Her løb vi igen ind i såvel sugeproblemet som i pulsationerne. Dette anlæg er siden blevet ombygget, så der i dag kun pumpes gylle uden halm iblandet. Dette anlæg kører nu fint. Dog måtte vi i starten køre nogle ture for at ombygge vakuum på pumpen, samt skifte et planetgear ud med en anden tætning, der kunne holde til vakuum.



Vi har senere fået lavet nogle gode cases herhjemme også med gylle og sand. Dog er der stadig nogle problemer med at suge. Siden har vi forsøgt med forskellige, tekniske løsninger, bl.a. med en elektrisk styring, som styrer, hvis pumpen blokerer på sugesiden, eller der opstår et stort tryk.

LSM Industries har sat et par pumper op her i Danmark. En i Nordjylland og en på Fyn. Begge pumper er 100 mm. Det er vores erfaring, at en 100 mm pumpe kører bedst, nok fordi der kan komme større fremmedlegemer igennem, så som klovsko m.m. Begge steder råder over nybyggede stalde med sand.

Vi har dog igen haft en del problemer på sugesiden. På den ene gård med at løfte gyllen op, og på den anden gård på Fyn med tryksiden.

Først pumpen i Nordjylland, hvor vi har lavet forskellige løsninger med vakuum. Den kører i dag næsten problemfrit og pumper gylle med sand 21% tørstof, og trykker det 150 meter i en 160 mm rørledning. Pumpen er blevet sat ned i ydelse, grundet et tryk i rørledningen på 12 bar.

Nedenstående billeder viser de installerede forsøgspumper:



Pumpen på Fyn er næsten også i orden, men vi skulle pumpe ud i en lagertank ca. 500 meter væk. Det måtte opgives grundet et stort tryk.

Men gården havde en anden tank ca. 150 meter væk. Her går det fint, selv i dette års ekstremt varme sommer, hvor gyllen var meget tyk, idet væsken fordampede i stalden.



Desforuden har vi en 125 mm pumpe ved Esbjerg, som ligeledes kører på kvæggylle med sand. På den har vi lavet en stor pulsationsdæmper. Pumpen giver også lidt problemer, men de har prøvet alle andre pumper.





De næste to fotos er en pumpe med pulsationsdæmper og styring, monteret i Tyskland.

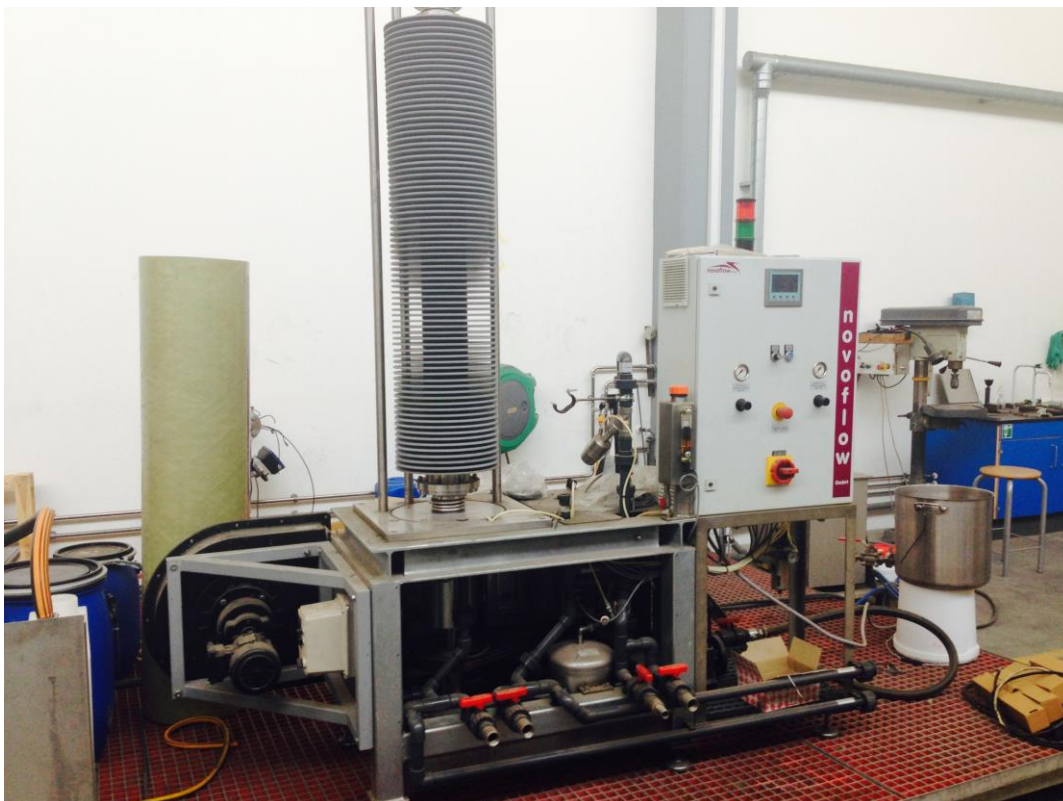


## 1.5 Project results and dissemination of results

Hovedresultaterne for projektet er:

- **Separation af gylle/afgasset gylle med skivefiltre**  
Dette er en teknologi, der kræver meget udviklingsarbejde, før den kan anvendes i pilot/demonstrationsanlæg. LiqTech International A/S' evne til at separere gylle levede op til forventningerne – COD i gylle er på ca. 50-80.000 ppm, og ved at ultrafiltrere med skivefiltre med 40 nanometer (0,04 micron) huller opnås en COD på 5-8.000 ppm samt en klar væske uden partikler. Væsken har dog en svag brun farve – en ideel væske at fjerne kvælstof fra med enten kemisk fældning eller omvendt osmose (RO anlæg).
- Desværre lykkedes det ikke at få "one step" separationen af gylle med skivefiltre til at fungere stabilt og med en tilstrækkelig kapacitet til at kunne berettiggende opbygningen af et demonstrationsanlæg jf. nedenfor.
- Efter projektets ophør er det dog lykkedes LiqTech at få skivefilter systemet til at fungere ganske godt til andre opgaver end gylle. Dette giver håb om, at det tilsigtede "one step" system for gylle vil kunne opnås ved en yderligere udvikling af skivefilter systemet. I øjeblikket er filtrering af spildevand LiqTechs fokusområde.
- **SiC membraner anvendt på forskellige typer industrielt spildevand**
- LiqTechs planer om at kunne tilbyde en løsning til biogasanlæg og enkelte landmænd er i øjeblikket sat på stand by grundet en stigende efterspørgsel på løsninger til industrielt spildevand.
- Den største *pull* for SiC disks kom i 2016, hvor LiqTech havde allieret sig med Grundfos til kommercialisering af en løsning baseret på SiC disks. Vandstrømmen, som skulle behandles, kan/må betragtes som meget vanskelig, hvor størstedelen af de konkurrerende membraner måtte fravælges af Grundfos. Ikke uden vanskeligheder lykkedes det dog alligevel LiqTech at komme ind på et marked, der kan have et meget stort potentiale med rigtig gode eksportmuligheder.

Billeder herunder viser de to løsninger som LiqTech disks bliver anvendt til. Øverst Novoflow disk anlæg (RETROMAX). På næste side Grundfos DynaFilte





Udover den eksisterende aftale forventer LiqTech sammen med Grundfos at kunne få indpas på et meget attraktivt marked for spildevand fra bilindustrien. For LiqTech kunne denne industri byde på en afsætning af 10-20.000 disks årligt til Grundfos alene.

- **LSM slangepumper til pumpning af gylle**

Udviklingen af LSM slangepumper er lykkedes fuldt ud. Også udviklingen af slangepumper med ekstra sugsevne ved at udstyre pumpehuset med vakuum er lykkedes fuldstændigt. Disse pumper har vist deres styrke til mange specialopgaver inden for landbruget og biogas-anlæg. LSM Industries A/S forventer at produktmodne de fleste af de udviklede pumper og dermed være i stand til at betjene et nichemarked i stærk stigning.

- **Demonstrationsanlæg for fjernelse af NH<sub>4</sub> kvælstof**

Nordic BioEnergy ApS har desværre ikke kunnet opbygge et demonstrationsanlæg for fjernelse af NH<sub>4</sub> kvælstof fra permeatet (vandfraktionen) fra LiqTech's skivefilteranlæg, fordi anlægget aldrig kom til at producere en tilstrækkelig mængde permeat. Metoden til at fjerne NH<sub>4</sub> kvælstof skulle være en kemisk fældning af NH<sub>4</sub> – den såkaldte AMRECO proces. Vurderingen er stadig, at AMRECO processen er velegnet til formålet. Desuden viser resultaterne fra andre medier, at N nemt kan reduceres fra en væske med mere end 3000 ppm (mg/l) ned til under 300 ppm (dette er grænsen, for at vandet betragtes som spildevand og kan udsprede direkte på marken året rundt i henhold til Husdyrgødningsbekendtgørelsen), og let kan fås ned på 30 ppm. Hermed kan 1 hektar modtage langt over 1000 m<sup>3</sup>, uden at kvælstofnormen overskrides.

AMRECO processen vil stadig være aktuel at anvende, så snart der findes et anlæg med tilstrækkelig permeat produktion.

- **Andre teknikker til at fjerne/opsamle kvælstof fra gylle**

Nordic BioEnergy ApS har pga. den manglende mulighed for at anvende AMRECO processen fulgt flere projekter, som anvender andre teknikker for at fjerne/opsamle kvælstof fra gylle. Dem, vi har fulgt tættest, er:

- ANASTRIP, som er en fjernelse af N ved stripning. To fuldskala anlæg er opført i Tyskland, hvoraf det ene dog ikke er kommet i drift endnu, men det andet viser løbende god driftsstabilitet. Ulempen er imidlertid, at anlægget kræver en billig, disponibel syrekilde – her anvendes syrerester fra røggasrensning på kraftværker. Dette bevirker, at systemet forekommer svært at udbrede, da der ikke overalt vil være adgang til en "gratis" syrekilde. Anlægget kræver desuden rimelig store mængder (over 100.000 tons per år) for at være rentabelt.
- MERITEC i Schweiz har en del succes med UF + RO (ultra filtration plus omvendt osmose). Firmaet har gode resultater med at reducere N indholdet i permeatet med et specielt RO anlæg. Her kan N indholdet i vandfraktionen nedbringes til under 100 ppm. Nordic BioEnergy ApS er i øjeblikket sammen med MERITEC involveret i et forsøg med at filtrere svinegylle med henblik på at reducere mængderne til under 50% og gøre vandfraktionen velegnet til at lede til renseanlæg (under 1000 ppm COD og under 100 ppm N). Resultaterne vil foreligge i oktober 2018. Et anlæg er installeret i forbindelse med et biogasanlæg i Italien. RO anlæg kan være et godt

alternativ til AMRECO processen.

- SYCHEM i Grækenland (i Heraklion på Kreta) har installeret et fuldskalaanlæg til behandling af afgasset gylle. Den tilsigtede kapacitet er opnået, men måleresultaterne mangler endnu. Anlægget er imidlertid i fuld drift.
- TERRAWATER fra Tyskland har flere fuldskalaanlæg i drift. Kapaciteten kan opnås, men resultaterne er endnu ikke frigivet. Er værd at forfølge.
- BD BLUE SYSTEM i Tyskland følger vi også, men her er der ingen resultater, hverken for kapaciteten eller sammensætningen. To anlæg er i drift.

Projektgruppen har ikke lavet videnskabelige artikler, da hovedsigtet med projektet har været den praktiske udvikling af anlægselementerne.

Projektet har imidlertid været omtalt et par gange i tidsskriftet "BioPress" v. Torben Skøtt.

## 1.6 Utilization of project results

Forretningsplanen er stadig den samme og stadig aktuel.

### LiqTech International A/S

I januar 2017 har LiqTech opnået en meget vigtig milepæl ift. kommercialisering af disk løsninger. Virksomheden indgik en rammeaftale på levering af skivefiltre til Grundfos til en værdi af USD 450.000.

Størstedelen af de LiqTech fremstillede skivefiltre sidder i Grundfos Dynafilter løsninger, som bruges i metalindustrien. Denne industri har behov for en løsning til rensning af metaldele fra emulgerede olier (køle og skære olier, der anvendes i bearbejdningsmaskinerne).

LiqTech og Grundfos ser et stort potentiale i denne løsning, hvor LiqTech har set en mulighed i første omgang i at teste løsninger i fødevarerindustrien, hvorefter landbrug og biogasindustri kan komme på tale.

De anlæg, som LiqTech har benyttet sig af i forbindelse med RETROMAX projektet, blev leveret af østrigske Novoflow. Grundfos DynaFilter har imidlertid vist sig at være en væsentlig mere holdbar løsning end Novoflow. I forbindelse med kommercialiseringen har LiqTech dog forbeholdt sig retten til at bruge Novoflow som aftager, da det ikke kan udelukkes, at der vil blive åbnet op for andre markeder end dem, som Grundfos er interesseret i.

### LSM Industries A/S

For LSM Industries A/S var det vigtigt at udvikle pumper med vakuum, samt at prøve at få pulsationerne væk. Disse er nemlig også et af de helt store problemer med slangepumper.

Det viste sig ret hurtigt, at vi skulle over i meget større pumper for at finde nogle personer, der ville være 'forsøgsfarmer'.

Efterfølgende er der kommet en meget stor efterspørgsel efter pumper, som kan pumpe gylle med sand i fra kvægstalde. Den udfordring har vi taget op og har udviklet rigtig meget på sagen.

LSM Industries A/S har efterfølgende øget salget af pumper til landbruget og biogasindustrien på det stærkt voksende nichemarked. Efter selve projektets ophør juni 2017 har tingene udviklet sig positivt – baseret på RETROMAX projektet. LiqTech har gjort store fremskridt i fremstillingen af skivefiltre og har solgt anlæg til Grundfos. LSM Industries har øget salget af pumper til landbruget og biogasindustrien.

### Nordic BioEnergy ApS

Nordic BioEnergy ApS har som direkte følge af RETROMAX fået et projekt på Malta om at separere svinegylle.

Endvidere er et gyllesepareringsanlæg på Nordic BioEnergy A/S' biogasanlæg i Vester Hjermitlev under design. Her bygges der direkte på resultater og erfaringer fra RETROMAX.

RETROMAX projektet kan i flere henseender sandsynligvis patenteres. Projektdeltagerne tvivler dog lidt på, om det kan betale sig. Holdningen er, at det er bedre at have fungerende anlæg og hele tiden at være i front i den teknologiske udvikling, for dermed at blive den udvalgte leverandør.

RETROMAX projektet ligger helt klart på linje med målsætningerne i den danske energipolitik om at få mere energi ud af en given biomasse, reducere transport, effektivisere biogasanlæg og udnytte næringsstofferne bedre.

RETROMAX' resultater er hovedsageligt udbredt inden for netværket af biogasanlæg og biomasseleverandører. Nordic BioEnergy ApS har specielt dyrket sit netværk i Tyskland, Østrig, Schweiz, Grækenland og på Malta.

Den tyske biogasforening Fachverband BIOGAS ([www.biogas.org](http://www.biogas.org)) har vist interesse for projektet ved flere lejligheder og inviteret Nordic BioEnergy ApS til at fremlægge RETROMAX projektet på et kommende seminar.

## 1.7 Project conclusion and perspective

Da opbygningen af et fuldskalademonstrationsanlæg ikke er lykkedes inden for projektperioden, er kommercialiseringen af et komplet "one step" separationsanlæg ikke nært forestående, men vurderes stadig at være opnåeligt.

Heldigvis er andre forretningsaspekter gået bedre end forventet. For LiqTech International A/S er skiveløsninger blevet implementeret hos Grundfos som kommerciel aktivitet.

LSM Industries A/S har opnået adskillige implementeringer af deres vakuum slangeløsninger. Nordic BioEnergy ApS har fået et projekt på Malta med kvælstofreducering vha. RO-anlæg. Gennemførelsen af den oprindelige forretningsplan er således forsinket, men ikke opgivet.

Overordnet set har RETROMAX projektet været tilfredsstillende. Selv om projektet aldrig har bevæget sig til den sidste fase, har projektdeltagerne haft en meget tæt dialog i forhold til fremskridt og fremtidige planer. Projektets forsinkelse skyldes i høj grad manglende fremskridt på skivefilter (disks) området. De første 75 disks, som skulle fremstilles som prototype, har været temmelig lang tid undervejs, hvor læringskurven for LiqTech International A/S har været meget stejl. Undervejs lykkedes det dog deltagerne at få testet de vigtigste elementer i projektet.

### Perspektive

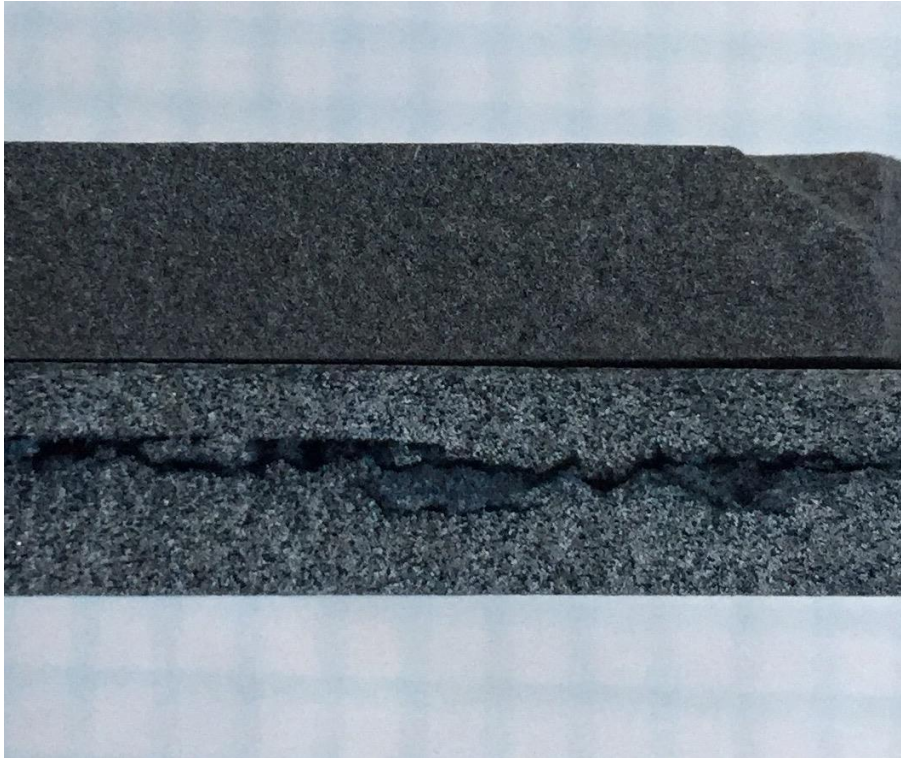
Perspektivet er rent konkret, at projektdeltagerne hver for sig og sammen arbejder videre på de vanskelige punkter. Vi håber derigennem – inden for overskuelig fremtid - at kunne realisere det nævnte "one step" gylleseparationsanlæg.

Liq Tech A/S er efter projektets ophør kommet meget længere med skivefiltrene.

Perspektivet er også den store interesse, der er vist fra udlandet.

Projektdeltagerne overvejer endelig at etablere et udviklingsprojekt til opfølgning af RETROMAX, under forudsætning af, at LiqTech A/S' nye skivefiltre viser tilstrækkelig gode resultater.

## Annex



Her ses et tværsnit af Ballerup firmaet LiqTech International A/S' Silicium Karbid skiver fremstillet under RETROMAX projektet. Nederst ses en skive af de første produktioner med en tydelig uensartet struktur, som bevirker en dårlig filtreringsevne samt en risiko for tilstopning. Dette betyder, at skiven er ubrugelig.

Øverst ses tværsnittet af den seneste produktion fra foråret 2018, hvor strukturen er helt ensartet.

Med disse skiver er der begrundet håb om, at "one step" separationen af gylle kan lykkes.



LSM Industries A/S i Vrå har udviklet en ny type slangepumpe, der har en meget større sugeevne foruden minimale trykstød (pulsationer) i rørene.

Her ses en pumpe med forstærket hus og pulsationsudligner. I kraft af forstærkningerne kan huset påføres et vakuum på minus 1 bar. Pumpen er således i stand til fx at suge gylle op fra otte meters dybde. Dette er særdeles aktuelt for landbrug og biogasanlæg.

RETROMAX projektet har vist, at en sådan slangepumpe er velegnet til at separere gylle igennem de nye Silicium Karbid skiver i to fraktioner, hhv. 1) koncentrat (gylle med højt tørstofindhold og høj koncentration af plantenæringsstoffer), - 2) permeat (den tynde vandfraktion) - anvendelig til kvælstoffjernelse.