

A. Drengstig (Hobas), M. Bergslien
(Biomarin Vekst), A. Berge
(Havbrukskompaniet)
& A. Bergheim

Forundersøkelse
Ressurssenter for landbasert
oppdrett

Rapport IRIS - 2008/274



**A. Drengstig (Hobas), M. Bergslien
(Biomarin Vekst), A. Berge
(Havbrukskompaniet)
& A. Bergheim**

**Forundersøkelse
Ressurssenter for landbasert
oppdrett**

Rapport IRIS - 2008/274

Prosjektnummer: 7156014, akt. 13
Prosjektets tittel: Ressurssenter landbasert oppdrett
Oppdragsgiver(e): Biomarin Vekst
Forskningsprogram: Regionalt utviklingsprogram for Rogaland (RUP)
ISBN: 978-82-490-0617-5
Gradering: Åpen

Stavanger , 30.12.2008

Asbjørn Bergheim
Prosjektleder

Sign.dato

Åge Molversmyr
Kvalitetssikrer

Sign.dato

Päivi Teivanen-Lædre
Senterleder
(Biomiljø)

Sign.dato

Forord

Rapporten omtaler en forstudie for vurdering av opprettelse av et ressurscenter for landbasert produksjon av fisk og andre akvatiske-marine organismer i Rogaland. Initiativet til forprosjektet er basert på samtaler mellom Biomarin Vekst representert ved tidligere og nåværende leder, henholdsvis Ingrid Roth og Morten Bergslien, og Asbjørn Drengstig i Hobas. Det ble utarbeidet en søknad til Rogaland fylkeskommune (RUP) som bevilget kr. 150 000 for gjennomføring av forprosjektet.

Prosjektgruppen har bestått av følgende: Morten Bergslien (Biomarin Vekst, prosjektleder), Asbjørn Drengstig (Hobas), Arne Berge (Havbrukskompaniet) og Asbjørn Bergheim.

Åge Molverersmyr har vært kvalitetssikrer av rapporten.

Stavanger , 20. desember 2008

Asbjørn Bergheim, prosjektleder
IRIS

Innhold

Sammendrag	5
1 INNLEDNING	7
2 GJENNOMFØRING AV FORUNDERSØKELSEN	10
3 KORT OM RESIRKULERING	12
3.1 Fordeler og ulemper med resirkuleringsteknologi	13
4 NÆRINGSSTATUS OG UTFORDRINGER	15
4.1 Resirkulering ferskvann	15
4.2 Resirkulering saltvann.....	16
5 KONKLUSJON OG VIDERE ORGANISERING	17
6 REFERANSER.....	20
7 VEDLEGG	21

Sammendrag

Trenden i markedet er at flere oppdrettsaktører søker kostnadseffektive alternativer til den tradisjonelle oppdrettsteknologien som benyttes i dag. Dette inkluderer settefiskprodusenter som enten blir rammet av strengere utslipps- og miljøkrav eller får en begrensning i vannressurser ved utvidelse av kapasitet. I tillegg er det flere aktører som i dag driver med konvensjonell merdteknologi som nå vurderer utvidelser og nyetableringer for matfiskproduksjon på land i stedet for i sjøen. Bakgrunnen til dette er at det meldes om stadige nye utfordringer (se for eksempel utvalgte websider: <http://www.farmedanddangerous.org/page/marinemammaldeaths>; <http://www.callingfromthecoast.org/>) som er knyttet til:

- Rømming, genetisk forurensing og generelle miljøproblemer
- Sykdom, smittepress og sykdomsspredning
- Fôrbasert forurensing
- Vernede sjøpattedyr som blir fanget og drept i oppdrettsnøtene
- Problem med lakselus
- Økende kundekrav til sporing, produktkvalitet og økologisk produserte produkter

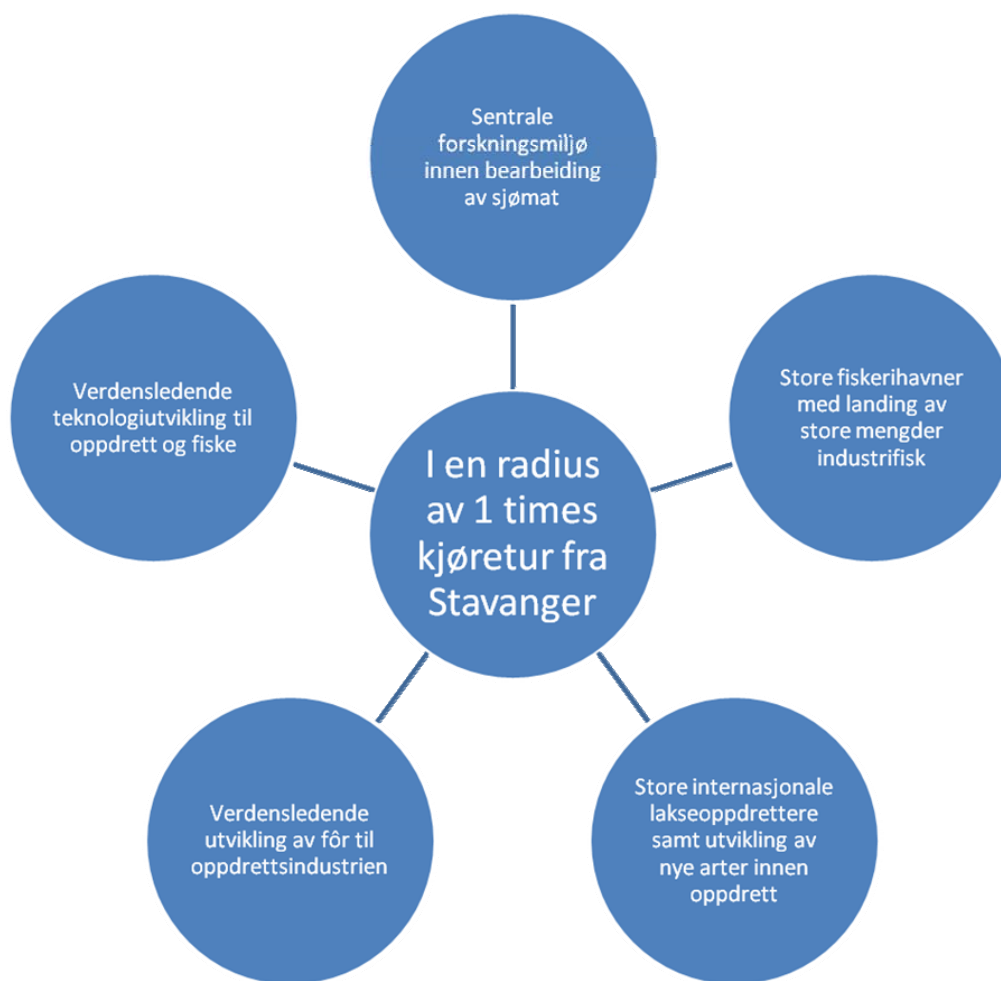
Siden landbasert resirkuleringsteknologi har mulighet til å styre og kontrollere vannkvalitet, fôrspill og miljøutslipp, kan slik teknologi bedre ivareta velferden til oppdrettsartene, redusere miljøbelastningen og samtidig innfri økende krav til langsiktig og bærekraftig sjømatproduksjon. Flere selskap har etter hvert sett potensialet som ligger i landbasert resirkuleringsteknologi og posisjonerer seg nå innenfor dette segmentet.

På bakgrunn av dette evaluerte BioMarinVekst og Hobas mulighetene for å etablere et nettverk som skal fokusere på landbasert oppdrettsteknologi. Det ble etablert en ressursgruppe i januar 2008 som gikk gjennom de innledende idéskissene, og som med utgangspunkt i disse utformet et prosjektforslag. Ressursgruppen besto av Morten Bergslien (BioMarinVekst), Asbjørn Drengstig (Hobas AS), Arne Berge (Havbrukskompaniet AS) og Asbjørn Bergheim (IRIS).

For å gjennomføre prosjektet, fikk BioMarinVekst innvilget en søknad til Rogaland fylkeskommune (RUP midler) om tilskudd for å gjennomføre en forundersøkelse og for å forankre ideen hos leverandører av teknologi, FoU institusjoner og enkelte utvalgte produsenter av fisk og skalldyr.

1 Innledning

Vår regions næringspolitiske mål er å bli Norges kraftsenter for det matindustrielle miljøet. Regionen har allerede godt etablerte aktører innenfor hele den integrerte verdikjeden for produksjon av sjømat (fôrprodusenter, fiskerier, prosesseringsanlegg, oppdrettsanlegg (sjø- og landbasert), laks, marine arter, etc.) (Figur 1).



Figur 1. Verdikjedeperspektiv fra Rogaland

Videre er to av de største private forskningsinstitusjonene lokalisert til Rogaland, samt at regionen har etablert flere andre initiativ for koordinering av sjømatsektoren (Ryfylke Havbrukssenter, Global Seafood Centre). I tillegg har bransjeorganisasjonene BluePlanet og BioMarinVekst hovedkontor i Stavanger.

Næringsklyngen i Rogaland er på vei til å etablere et strukturert konsept for å ivareta en best mulig vekst innenfor sektoren (bl.a. gjennom etableringen av Måltidets Hus). Det er derfor naturlig også å koordinere og samle ressursene innenfor den landbaserte delen av oppdrettsnæringen for derigjennom å utvikle et konsept/nettverk som kan integrere og videreutvikle denne delen av oppdrettsnæringen. Et offentlig støttet nettverk for denne nye næringen bør oppfylle noen sentrale forutsetninger før det iverksettes. De fire viktigste faktorene er at:

- Den eksisterende teknologiens fortrinn og ulemper blir synliggjort
- Det blir gjennomført objektive analyser som blir offentlig tilgjengelig (kostnytte analyser, investeringsrammer, driftspotensial, effektivitet, stabilitet, gastronomiske analyser, etc.)
- Næringsaktørene er aktive i nettverket
- Formidling og oppbygging av kunnskap knyttet til daglig drift av resirkuleringsanlegg

Næringen innfrir naturligvis i dag i liten grad disse forutsetningene, og dette prosjektet skal derfor bidra til å fremme et aktivt nettverksarbeid. For å starte dette arbeidet ble det avholdt flere møter hvor den sentrale målsetningen var å avdekke felles utfordringer og muligheter for kompetanseutveksling mellom aktørene. Det er flere faktorer som underbygger behovet for å etablere et nettverk, og de viktigste er som følger:

- Skape en felles arena for målrettet utvikling av en landbasert oppdrettsnæring, hvor næringsaktører og FoU-miljøer kan diskutere fremtidsplaner, flaskehalser, løsningsforslag, dokumentasjon og evaluering av erfaringer
- Skape en arena hvor nødvendige offentlige virkemidler kan kanaliseres til bedrifter som kan gjennomføre kvalitetssikret FoU arbeid i nært samarbeid med forskningsmiljøer og omsette resultatene til praktisk bruk
- Skape en felles plattform for næringen som kan øke sjansene for en politisk satsning på miljøvennlig landbaserte oppdrettssystemer hvor et kompetansesenter kan bidra til et mer systematisk og velstrukturert samarbeid mellom virkemiddelapparatet og privat kapital
- Lage en database hvor medlemsbedriftene får tilgang på publisert arbeid, erfaringslogger, muligheter for hente informasjon og kunne være i en aktiv dialog med fagmiljø (spørsmål - svar utveksling)

- Etablere en konferanse med fokus på resirkuleringsteknologi gjennomført annen hvert år
- Fremskaffe prioritert rekkefølge av hvilke utfordringer som må løses

Kompetansesenterets rolle vil derfor ha som overordnet mål å være en møteplass for alle aktører. Senteret skal også bidra til å søke finansiering av kunnskapshevende prosjekter, samt bidra til å strukturere næringen (strategisk riktig politisk posisjonering).

2 Gjennomføring av forundersøkelsen

Det har vært gjennomført flere møter i ressursgruppen for å definere og konkretisere innhold, målsetting og strategi i prosjektet for å forankre ideen i industrien. Det er et ønske å kunne lage en arena for teknologileverandører og oppdrettere som stimulerer til samarbeid og utveksling av erfaring og kunnskap. Bruk av resirkuleringsteknologi er ennå i en tidlig fase i Norge, spesielt for marine arter. Det bør derfor være ønskelig for næringen at aktørene struktureres for å bli mer slagkraftig både i forhold markeder og ikke minst i forhold til myndigheter. Det vil sannsynlig komme et rammeverk som definerer en standard (NS) for leverandører av landbasert resirkuleringsteknologi i Norge. Det vil i denne sammenhengen være meningsfullt å kunne ha et organ som kan koordinere ønsker og behov som det må tas hensyn til, samt kunne gi anbefalinger videre til relevante etater og departement på vegne av en samlet næring. Dette gjelder byggestandarder, utslippsreguleringer, miljøeffekter og biologisk kapasitetsbygging som kan møte et fremtidig behov for yngelproduksjon og sjømatproduksjon.

Ressursgruppen har gjennomført flere møter og telefonmøter med de ulike teknologileverandørene (AkvaGroup ASA, AquaOptima AS, EcoFarm AS, Hobas AS, Niri AS og Oppdrettsservice AS) og FoU institusjoner i Norge (IRIS, SINTEF). Det har vært en generell positiv holdning til prosjektet, og dette viser at næringen har en interesse for å kunne få tilgang til en arena der fagmiljøer, produsenter og leverandører kan møtes.

Prosjektet ønsker derfor å bidra til at:

- et hovedsete for landbasert industriell produksjon av sjømat blir etablert
- et kompetansesenter for landbasert produksjon av sjømat blir etablert
- en internasjonal konferanse på resirkulering blir iverksatt
- at det blir etablert et marint visningsanlegg med ulike produksjonsteknologier

Ressursgruppen ønsker at Rogaland fylke blir valgt som lokalitet for etablering av det marine FoU senteret (visningsanlegg) og arrangør av konferansen slik at Rogaland kan fortsette å utvikle internasjonalt ledende kompetanse innenfor landbasert oppdrett av marine arter. Et kompetansesenter i Stavangerregionen skal sette søkelyset på alle fordelene med landbasert oppdrett, og hvordan slik teknologi er i tråd med krav fra marked, forbrukere og opinion over hele verden og som bl.a. inkluderer disse aspektene:

- miljøvennlige og bærekraftige produksjonsmetoder
- bedre kvalitet på produktet
- kontroll og sporing
- mulighet for bi-utnyttelse av organisk materiale
- etablering av anlegg i nærheten av det markedet hvor produktet skal leveres (ingen kostnader eller miljøutslipp knyttet til transport, ferskere produkter osv)
- utveksling av kompetanse internasjonalt

Kompetansesenteret planlegges koordinert med andre mataktiviteter i Rogaland som Måltidets Hus, Norwegian Centre of Expertise, Norconserv og Gastronomisk Institutt, samt nettverksorganisasjonen Blue Planet. Det skal også koordineres med andre initiativ og pågående aktiviteter i Norge (eksempelvis NCE Akvakultur og ResirkForumNor i Trondheim), men skal først og fremst ha størst fokus på marine arter og resirkulering av saltvann. SINTEF har jobbet i over 20 år med resirkulering av ferskvann og ressurscenteret ønsker naturligvis å etablere en felles plattform og kompetanseutveksling med Trondheimsmiljøet. Styringsgruppen vil derfor bestå av utstyrsleverandører og FoU institusjoner på tvers av fylkesgrenser.

3 Kort om resirkulering

Systemer for produksjon av akvatiske og marine organismer kan være ekstensive, f. eks. ved tradisjonelt damoppdrett, semi-intensive, f. eks. ved oppdrett i flytende merder, eller intensive som i landbaserte anlegg med ulike tekniske tiltak for økt produktivitet (Timmons *et al.* 2001). Ved resirkulering av vann, der bare en mindre del av den totale vannstrømmen i oppdrettsenhetene er nytt vann, oppnås høyeste intensitet. Ved såkalt ”full resirkulering” utgjør tilførselen av nyvann kun < 0,1 – 5 % av vannstrømmen i karene. Slike systemer har installert enheter for fjerning av partikler (f. eks. mekaniske siler), biofiltrering for mikrobiell nitrifikasjon og dermed fjerning av toksisk ammoniakk, oksygentilsetting, fjerning av karbondioksyd (f. eks. ”airlift”), system for desinfeksjon, etc., og vannkvaliteten i systemet må kontrolleres fortløpende, som temperatur, oksygen, pH, karbondioksyd, ammonium-/nitritt-konsentrasjon (Timmons *et al.*, op. cit.).

Basert på vannforbruket i norske settefiskanlegg for produksjon av laks og ørret har Fivelstad *et al.* (2004) delt inn anleggene i tre kategorier:

- A) Gjennomstrømningssystemer med oksygentilsetting, $q > 0,3$ l/kg/min
- B) Halvlukkede systemer (lufting, oksygenering og partikkelfjerning),
 $q > 0,10-0,15$ l/kg/min
- C) Resirkuleringssystemer, RAS (biofiltrering, ellers som B-type systemer),
 $q > 0,02-0,04$ l/kg/min,

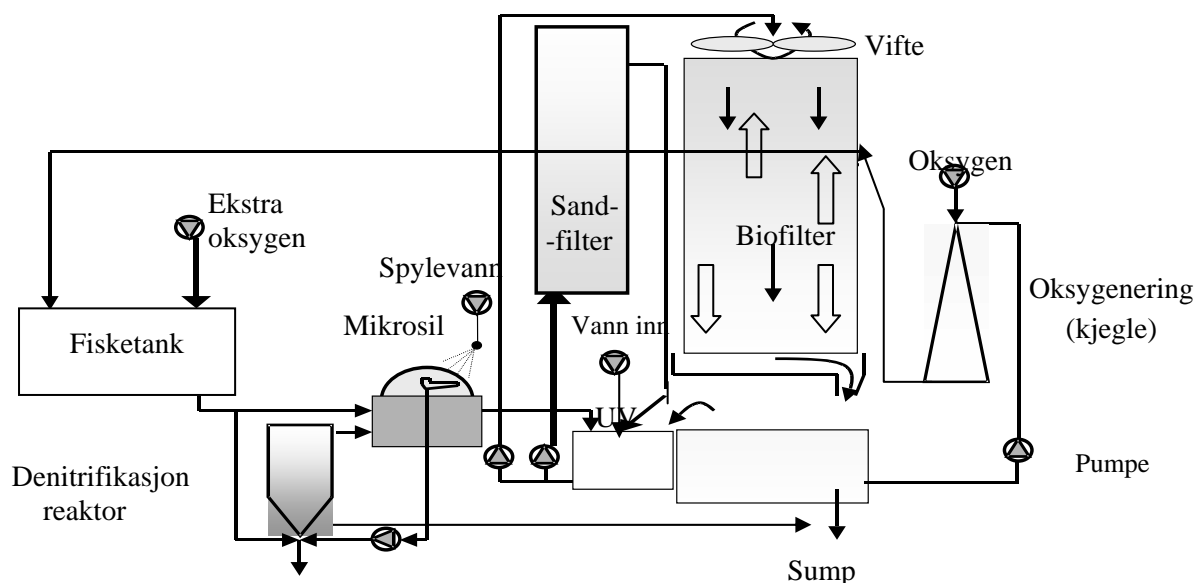
der spesifikt vannforbruk, q , er beregnet på basis av oksygenforbruk og – tilgang:

$q = M/DO_{inn} - DO_{ut}$, M er oksygenforbruk og DO_{inn} og DO_{ut} er hhv.

oksygenkonsentrasjon i inn- og utløpsvannet.

Ved introduksjon av ny teknologi for oksygentilsetting og fjerning av karbondioksyd (Bergheim & Drengstig 2003; Bergheim *et al.* 2008) har vannforbruket i norske settefiskanlegg gått sterkt ned de siste årene og såkalt ”karintern resirkulering” (anlegg av type B) praktiseres i dag ved mange anlegg. Derimot er antallet anlegg med resirkulering, C-type anlegg som også anvender biofiltrering, fortsatt meget begrenset. Dette blir videre omtalt i eget kapittel.

I Figur 2 er det skissert et resirkuleringsanlegg for både fersk- og saltvann. Systemet er relativt avansert med tiltak for fjerning av mindre partikler ("polering" i sandfilter) og mulighet for fjerning av nitrogen i avløpsvannet vha. denitrifikasjon.



Figur 1. Skisse av resirkuleringsystem med oksygenering, biofiltrering ("trickling filter"), CO₂-fjerning (vifter), partikkelfjerning (mikrosil, sandfilter), desinfisering (UV) og med mulighet for nitrogenfjerning i avløpsvannet (reaktor denitrifikasjon), Blancheton *et al.* 2007.

3.1 Fordeler og ulemper med resirkuleringsteknologi

Produksjon av sjømat i kommersiell skala forutsetter at resirkuleringsteknologien er riktig dimensjonert, konstruert og driftet, at det er en innebygget buffer i systemet mht kapasitet, samt at ansatte har solid kompetanse i ordinær drift og har tilstrekkelig forståelse til å foreta korrigerende tiltak ved uforutsette hendelser. Bruk av biologisk resirkulering har naturligvis flere fortrinn, som:

1. Redusert arealbruk fordi man utnytter tilgjengelige vannressurser bedre
2. Stabilisering av vanntemperatur, vannkvalitet og dermed jevnere produksjon
3. Økt mulighet til å styre produksjonen (utsett, slakting, biomassekontroll, mindre overlapp mellom generasjoner etc.)

4. Økt kvalitet på fisk/skalldyr
5. Reduserte investeringer i forhold til produksjonskapasitet (mindre dimensjoner på rør, ventiler, pumper, etc.)
6. Lavere produksjonskostnad pga intensivert utnyttelse av kapital, lavere energikostnad, etc.
7. Man kan øke eksisterende produksjon uten å øke behovet for vanntilgang (alt: vannforbruket er redusert 10 - 20 ganger i forhold til ved enkel gjennomstrømning)
8. Langt bedre renseeffekt og dermed sterkt redusert utslipp av organisk stoff og næringssalter
9. Økt mulighet for desinfisering av avløpsvannet
10. Eliminere risikoen for rømming av fisk/skalldyr
11. Økt velferd bl.a. pga. mer stabile miljøforhold
12. Som konklusjon er resirkuleringssystemer mer bærekraftige systemer enn andre oppdrettssystemer¹

Av negative forhold kan framheves økt krav til kontroll av vannkvalitet, inspeksjon av utstyr (eks. biofilter-funksjon) og dermed et generelt høyere krav til kompetanse hos driftspersonellet. Ved intensiv drift, eksempelvis ved under 1 % nyvann, øker generelt risikoen for skadeeffekter, som akutt dødelighet, ved driftsproblemer.

4 Næringsstatus og utfordringer

Det finnes i dag få produsenter av sjømat som benytter biologisk resirkulering som produksjonsmetode. I mars 2008 var det 9 norske smoltanlegg som gjennomført full eller delvis resirkulering av totalt over 100 anlegg i drift (Fiskeridirektoratet, 2006). Interessen er imidlertid stigende både hos produsenter, leverandører og FoU miljø. Dette blir blant annet synliggjort ved at det i 2008 og 2009 bygges flere nye settefiskanlegg som benytter biologisk resirkulering. SINTEF tok også initiativ til etablering av ResirkForumNor (RFN) på Sunndalsøra i februar 2008. Det var over 150 personer til stede under konferansen, og det var hele 42 personer/bedrifter med på stiftelsesmøtet av RFN. Dette viser at det vil bli et økende behov for koordinering av denne nisjen, samt finne frem til faktorer som kan stimulere til kompetanseutveksling i næringen.

4.1 Resirkulering ferskvann

Pr 2008 foreligger det kun opplysninger om følgende seks anlegg i Norge som produserer, eller som i 2009 vil produsere fisk i ferskvann, basert på full resirkulering av vann:

Selskap	Art	Lokalitet	Prod./år	Oppstart	Teknologi (biofilter)
<i>Smøla klekkeri & settefisk</i>	Smolt	Ulsteinvik	2,5 millioner	1999	Moving bed ¹
<i>Fløfisk</i>	Smolt	Ulsteinvik	1,7 millioner	2000	Moving bed ²
<i>Villmarksfisk as</i>	Røye	Bardu	20 tonn	2003	Trickling filter ³
<i>Fjordsmolt</i>	Smolt	Grovfjord	4 millioner	2009	Moving bed ⁴
<i>Hardingsmolt</i>	Smolt	Tørvikbygd	2 millioner (2009)	Nov. 2007	Fixed bed ⁵
<i>Nofima</i>	Smolt	Sundalsøra	500 000	2009	Moving bed ⁶

1: I følge Tal *et al.* (In press) er marine resirkuleringsanlegg for produksjon av sea bream (*Sparus aurata*) bærekraftige på et helt annet nivå enn gjennomstrømningsanlegg og, først og fremst, i forhold til tradisjonelt oppdrett i merder. I saltvann er fjerning av nitrogen ved denitrifisering av stor betydning mht miljøeffekten.

1: Mikal Eines, pers. medd.; 2: Ulgenes & Kittelsen, 2007; 3: Skybakmoen *et al.* 2008; 4: Drennstig *et al.* in prep; 5: Arild Hegglund, pers. medd.; 6: Terjesen *et al.* 2008

4.2 Resirkulering saltvann

Pr 2008 er det bare omkring seks anlegg som produserer, eller som i 2009/2010 vil produsere fisk og skalldyr i sjøvann, basert på resirkuleringsteknologi. Omfatter kun anlegg i Norge og anlegg i utlandet basert på norsk teknologi. Det foreligger opplysninger om følgende anlegg:

Selskap	Art	Lokalitet	Prod./år	Oppstart	Teknologi (biofilter)
<i>Norwegian Lobster Farm</i>	Hummeryngel og porsjonshummer	Kvitsøy	3 tonn	2001	Moving bed
<i>Hobas</i>	Seabass	Sri Lanka	40 tonn	2009	Moving ¹ bed
<i>Stolt Sea Farm</i>	Piggvar	Kvinesdal		2009	Trickling filter ²
<i>Eco Farm</i>	Torsk	Færøyene	60 tonn	2006	Moving bed
	Laks	Florø	25 tonn	2001-02*	Fluidized ³ bed
<i>Niri</i>	Laks	Polen	Flere 1000 tonn	2009-10	Moving bed ⁴
<i>Egersund Aqua</i>	Torskeyngel	Egersund	< 100 tonn	2010	

1: Thomsen & Drennstig, 2007; 2: Joachim Stoss, pers. medd.; 3: Johnsen *et al.* 2003; 4: Arve Gravdal, pers. medd.

*: forsøksdrift, avsluttet

I følge Yngve Ulgenes (pers. medd.) så er det flere anlegg, både med saltvann og for produksjon av settefisk, som ombygger deler av anleggene sine til resirkulering. Derfor er ikke disse oversiktene over resirkuleringssystemer fullstendige.

5 Konklusjon og videre organisering

Forundersøkelsen ble gjennomført i henhold til plan og budsjett. Prosjektgruppen har lyktes i å etablere en interesse for å gå videre med et forprosjekt i 2009. I forprosjektet skal følgende aktiviteter gjennomføres:

- ✓ Evaluere mulighetene for å kunne etablere en akvapark i Frafjord i Gjesdal kommune
 - Omregulere tilsiktet tomteareal (se bilde)
 - Søke konsesjon for inntil 10 arter
- ✓ Organisere og forankre konferanse på bruk av resirkuleringsteknologi i sjøvann
- ✓ Etablere et nettsted hvor det skal være mulig å laste opp og laste ned relevant og interessant stoff om resirkulering (arter, bilder, rapporter, publikasjoner, opplæringsprogrammer, etc.). UWphoto ANS skal levere nettløsninger samt bildeservice
- ✓ Oversette boka "Recirculation Aquaculture" av M.B. Timmons & J.M Ebeling (NRAC Publication No. 01-007, Cayuga Aqua Ventures 2007) til norsk²

Norwegian Lobster Farm gruppen har planer om å bygge ut et større industrielt anlegg for oppdrett av hummer i Frafjord. Lokaliteten består av en tomt på 42 mål, og det er gode muligheter for inntak av dypvann fra fjorden. Det var dette som gav utgangspunkt for en diskusjon i gruppen hvorvidt det ville vært mulig å etablere et cluster med ulike teknologileverandører der flere forskjellige typer resirkuleringsanlegg kunne være plassert på dette området og samlet i en såkalt akvapark. Dette ville i så fall blitt den første akvaparken i sitt slag i Norge og ville stått frem som en spydspiss i utviklingen av landbasert oppdrett internasjonalt. Foruten Norwegian Lobster Farm sine planer, kan flere andre aktører som driver oppdrett av marine arter tenke seg å delta i en slik etablering (for eksempel Sea Urchin Farm AS som skal bygge opp sin produksjon på kråkeboller til kommersielt nivå). Også AKVA Group ASA går med planer om å bygge

2: Innspill fra Yngve Ulgenes, SINTEF og ResirkForumNor

opp et visningsanlegg for sin resirkuleringsteknologi (UNI Recirculation System). I dette prosjektet vil derfor mulighetene for oppbygging av en marin akvapark som kan vise frem flere ulike resirkuleringssystemer for landbaserte oppdrettsanlegg lagt til grunn for videre planer. Når en også har EWOS sitt forskningsanlegg like i nærheten (ligger i Dirdal), blir det en spennende tanke å se på mulighetene for en samlokalisering av disse anleggene. Etablering av en akvapark i Frafjord vil ha flere fordeler:

- Stor kompetanse på ett område
- Utvikling og formidling av kunnskap og erfaring om slike anlegg
- Dele kostnader knyttet til infrastruktur (utlegging av vanninntak, prosessering, transport, generell logistikk, etc.)
- Mulighet til å bygge opp et opplæringscenter (praktisk drift av anlegg, oppstart og vedlikehold av biofilter, formidling av forskningsresultatet, biologi, teknologi, etc.)
- Rekruttering (resirkuleringssystemer krever personal med høyere kompetanse)



Det aktuelle området for etablering av akvapark i Frafjord, Gjesdal

I neste fase (forprosjekt) foreslås det også at prosjektet oppretter en styringsgruppe med medlemmer fra de mest sentrale aktørene på leverandørsiden og FoU institusjoner. Følgende personer vil bli forespurt (alle ble orientert om prosjektet i forundersøkelsen):

1. Asbjørn Bergheim (IRIS; leder av ressurscenteret i Rogaland)
2. Asbjørn Drengstig (Hobas AS; initiativtaker ressurscenter i Rogaland)
3. Yngve Ulgenes (SINTEF; initiativtaker og leder av ResircForum)
4. Idar Schei (AquaOptima AS; NCE Akvakultur)
5. Knut Molaug (AkvaGroup ASA)
6. Steinar Skybakmoen (OppdrettsTeknologi AS)

I tillegg vil prosjektet bli integrert og forankret hos BluePlanet i Stavanger. Forprosjektet som blir neste fase skal benytte herværende rapport fra forundersøkelsen til å diskutere, korrigere og det vil da bli åpnet for innspill. BluePlanet vil søke om midler for gjennomføring av forprosjektet.

6 Referanser

Bergheim, A., Drengstig, A., Ulgenes, Y. & S. Fivelstad. 2008. Dominating systems for production of Atlantic salmon smolt in Europe. Proc. 2008 AES Issues Forum, p. 59 – 72. Aquacultural Engineering Society, Roanoke, Virginia, USA, July 23-24, 2008.

Bergheim, A. & A. Drengstig. 2003. Carbon dioxide as a water quality limiting factor in intensive farming of salmonid smolt. *Fish Farmer*, 26, 11-13.

Blancheton, J.P., Piedrahita, R., Eding, E.H., Roque d'orbcastel, E., Lemarié, G., Bergheim, A. & S. Fivelstad. 2007. Intensification of aquaculture. In: (A. Bergheim, ed.), *Aquacultural Engineering and Environment*, p. 21 – 48. Research Signpost, Kerala, India.

Drengstig, A., Bergheim, A., Jensen, J.E. & P. Thomsen (in prep). Evaluering av fullskala produksjon av laksesmolt i ny resirkuleringsteknologi. Rapport IRIS.

Fiskeridirektoratet. 2006. Statistikk for akvakultur 2006. Bergen.

Fivelstad, S., Ulgenes, Y., Jahnsen, T., Binde, M., Lund, M., Keiserås, E. & A. Albrigtsen. 2004. Vannbehov og reguleringsmekanismer for norske settefiskanlegg. Kap. 5.3. Havbruksrapport 2004 (In Norwegian).

Johnsen, G.H., Gravdal, A., Rognsøy, O-H. & S. Willoughby. 2003. Eco Farm recirculating aquacultural system, a new fish farming concept. Results from the first test production at Rognalsvåg 2001 – 2002. Report Rådgivende Biologer AS – No. 642. 45 pp. ISBN 82-7658-210-9.

Skybakmoen, S., Siikavuopio, S.T. & B-S. Sæther. 2008. Coldwater RAS in an Arctic Charr Farm in Northern Norway. Proc. 2008 AES Issues Forum, p. 187 – 204. Aquacultural Engineering Society, Roanoke, Virginia, USA, July 23-24, 2008.

Tal, Y., Schreier, H.J., Sowers, K.R., Stubblefield, J.D., Place, A.R. & Y. Zohar. In press. Environmentally sustainable land-based aquaculture. *Aquaculture* (In press)

Terjesen, B.F., Ulgenes, Y., Fjæra, S.O., Summerfelt, S.T., Brunsvik, P., Bæverfjord, G., Nerland, S., Takle, H., Norvik, O.C. & A. Kittelsen. 2008. RAS research facility dimensioning and design: A special case compared to planning production systems. Proc. 2008 AES Issues Forum, p. 223 – 238. Aquacultural Engineering Society, Roanoke, Virginia, USA, July 23-24, 2008.

Thomsen, P. & A. Drengstig. 2007. Fish farming in tropical climates using recirculation aquaculture systems (RAS). Report Hobas Ltd., 34 pp. (Confidential & restricted distribution)

Timmons, M., Ebeling, J.M., Wheaton, F.W., Summerfelt, S.M. & B.J. Vinci. 2001. *Recirculating Aquaculture Systems*. NRAC Publication No. 01-002. 650 pp.

Ulgenes, Y. & A. Kittelsen. 2007. Dagens erfaringer med resirkulering – del 2. *Norsk Fiskeoppdrett*, 32, 54-56.

7 Vedlegg

Internettlinker til teknologileverandører i Norge

www.hobas.no

www.akvagroup.com

www.aquaoptima.com



International Research
Institute of Stavanger

Main Office:

PO Box 8046,
NO-4068 Stavanger, Norway
Telephone: (+47) 51 87 50 00
Telefax: (+47) 51 87 52 00

Visiting address Stavanger:
Prof. Olav Hanssens vei 15

Office Bergen:

Thormøhlens gate 55,
NO-5008 Bergen, Norway
Telephone: (+47) 55 54 38 50
Telefax: (+47) 55 54 38 60

General mail address:
firmapost@iris.no

Office Mekjarvik:

Mekjarvik 12,
NO-4070 Randaberg, Norway
Telephone: (+47) 51 87 55 00
Telefax: (+47) 51 87 55 30

Enterprise No.:
NO 988 944 459 MVA

www.iris.no