

Projekt FREA

Udredning af de kommercielle og tekniske muligheder for at opdrætte ørreder i Fuldt Recirkulerede Akvakulturanlæg (FREA).

Projektet er finansieret af Den Europæiske Unions Fiskerisektorprogram FIUF og Fødevareministeriet.

Udarbejdet af:

| |
|--|
| Projektansvarlig |
| Dansk Akvakultur, Vejlsøvej 51, 8600 Silkeborg |
| Projektleder |
| Kurt Malmbak Kjeldsen, KMK Aps |
| Forfattere |
| Karl Iver Dahl Madsen, DHI Vand, Miljø og Sundhed Peter Rand, DHI Vand, Miljø og Sundhed Anders Refsgaard, DHI Vand, Miljø og Sundhed Henrik Korsholm, Fødevarestyrelsens Sektion for Akvakultur Per Bovbjerg Petersen, Danmarks Fiskeri Undersøgelser Henrik Jarlbæk, Danmarks Fiskeri Undersøgelser Morten Kohl, Institut for Miljøvurdering Kaare Michelsen, Dansk Akvakultur Brian Thomsen, Dansk Akvakultur |
| Øvrige bidragsydere |
| Erik Hansen, Danforel A/S Poul Ørum, Danforel A/S Christian Jørgensen, Kærhede Dambrug Kurt Malmbak Kjeldsen, KMK ApS Troels Wium Andersen, PricewaterhouseCoopers |

Dansk Akvakultur, Vejlsøvej 51, 8600 Silkeborg

September 2007

Indholdsfortegnelse

| | |
|--|----|
| 1. RESUMÉ | 3 |
| 2. BAGGRUND | 3 |
| 3. FORMÅL | 5 |
| 4. BESKRIVELSE AF ET FULDT RECIRKULERET AKVAKULTURANLÆG | 6 |
| 5. BELYSNING AF DE KRITISKE FAKTORER | 9 |
| 5.1 VANDINDTAG (BILAG 1)..... | 9 |
| 5.2 INDRETNING, DRIFT OG RENSNING (BILAG 2)..... | 12 |
| 5.3 ENERGIFORHOLD (BILAG 3) | 18 |
| 5.4 UDLEDNINGER TIL MILJØ (BILAG 4)..... | 19 |
| 5.5 VETERINÆRE FORHOLD (BILAG 5+6) | 24 |
| 5.6 IT OG SOFTWARE (BILAG 7)..... | 29 |
| 5.7 MANAGEMENT | 31 |
| 5.8 ØKONOMI (BILAG 8) | 34 |
| 5.9 SAMFUNDSMÆSSIGE KONSEKVENSER (BILAG 9)..... | 39 |
| 6. DISKUSSION OG ANBEFALINGER | 42 |
| 7. BILAG | 43 |
| BILAG 1 GRUNDEVANDSFORHOLD v/ DHI..... | 43 |
| BILAG 2 INDRETNING OG DRIFT v/ DFU | 43 |
| BILAG 3 ENERGIFORHOLD v/ DHI..... | 43 |
| BILAG 4 UDLEDNINGER TIL MILJØ v/ DHI OG DFU | 43 |
| BILAG 5 VETERINÆRFORHOLD: EU-ANSØGNING v/ FSA | 43 |
| BILAG 6 VETERINÆRFORHOLD: ØKOLOGIANSØGNING v/ FSA | 43 |
| BILAG 7 IT OG SOFTWARE v/ DHI..... | 43 |
| BILAG 8 ØKONOMI v/ PWC..... | 43 |
| BILAG 9 SAMFUNDSØKONOMI v/ IMV | 43 |

1. Resumé

Der er med afsæt i et konkret eksempel foretaget en samlet generel udredning af de kommercielle og tekniske muligheder for at opdrætte ørreder i et fuldt recirkuleret anlæg.

Udredningen belyser de kritiske forhold dvs. vandindtag, indretning og drift af anlægget, miljøeffekter, veterinære forhold, IT, management, økonomiske forhold og de samfundsøkonomiske aspekter.

Der er lavet en række del-rapporter om centrale forhold. Disse indgår i rapporten som bilag, og her er der kun medtaget uddrag. Interesserede henvises derfor til de relevante bilag for yderligere informationer.

Det fremgår af udredningerne, at den væsentligste barriere - ikke uventet - er de økonomiske forhold. Der er tale om en betydelig investering med en række risici. Med den nuværende viden om drift og indretninger, er investeringen isoleret set rentabel, men følsomhedsanalysen viser, at der kun skal ske marginale ændringer i de kritiske variable, før investeringen bliver tabsgivende.

Det anbefales derfor, at der gennemføres en FREA II, som skal kortlægge og kvantificere eksterne og interne faktorer, der kan styrke økonomien.

2. Baggrund

I oktober måned 2006 fremsatte Regeringen en samlet plan for udviklingen af dansk fiskeri og akvakultur. Planen sætter en række ambitiøse mål for udviklingen, herunder bl.a. at produktionen i dambrug skal fordobles til 60.000 tons, og at miljøbelastningen pr. kg. fisk skal reduceres med 40 %.

Udledninger fra dambrug må ikke give anledning til, at et vandløbs kvalitetsmålsætning ikke opfyldes. Spørgsmålet om produktionsudvidelser i dambrug blev behandlet indgående i Dambrugsudvalget, hvor en arbejdsgruppe designede de såkaldte "modeldambrug" som eksempler på mere miljøvenlige produktionsformer. Gruppens beregninger viste, at modeldambrugene i betydelig grad kan rense for fosfor og organisk materiale, mens der var større usikkerhed om deres evne til at fjerne kvælstof.

Der pågår p.t. et stort projekt med 8 såkaldte type 3 modeldambrug, der alle har fået fordoblet deres foderkvote. De første resultater er positive, og det forventes, at modeldambrugene vil vinde øget udbredelse, når dokumentationen er på plads, og erfaringsniveauet er højnet.

Modeldambrugenes foderkvote fastsættes ud fra deres rensegrader og i forhold til dambrugets oprindelige foderkvote. Derfor er et modeldambrugs produktionspotentiale begrænset af dambrugets oprindelige foderkvote.

Selvom modeldambrugskonceptet har givet dambrugerne øgede frihedsgrader til at investere i øget produktion og samtidig opnå miljøforbedring, er der behov for udvikling af og investering i fuldt recirkulerede anlæg for at realisere målsætningerne om øget produktion og reduceret miljøpåvirkning. Det er ikke realistisk at forvente, at produktionen vil kunne øges til 60.000 tons alene gennem modeldambrug. Der er behov for andre mere intensive teknologier, uafhængige af gældende foderkvoter og med realistisk potentiale til at bryde den historiske proportionalitet mellem produktion og miljøpåvirkning.

Modeldambrugene anvender typisk drænvand og overfladenært grundvand i produktionen, og selv om forbruget er lavt, er der behov for at udvikle teknologier, som bruger endnu mindre vand. Erfaringerne fra modeldambrugene viser, at investeringen i et type 3 modeldambrug er på ca. 20 kr. per kilo foder (årsforbrug). Der skal investeres et relativt større beløb i et fuldt recirkuleret anlæg. Den væsentligste barriere for etablering af fuldt recirkulerede anlæg er de økonomiske forhold.

Laguner udgør en vigtig del af renseteknologien på modeldambrugene, men det har vist sig, at der kan ske nedsivning fra lagunerne, og det er p.t. usikkert, hvad dette vil kunne betyde for de samlede rensegrader. Usikkerheden kan reducere modeldambrugenes produktionspotentiale, og der er behov for, at forholdet analyseres og vurderes nærmere.

Til gengæld er en effektiv nedsivning helt afgørende for den samlede miljøeffektivitet af de påtænkte fuldt recirkulerede anlæg. Der skal derfor ske en grundig udredning af, hvad den planlagte nedsivning og returpumpning betyder for de samlede stofstrømme omkring anlæggene. Den opnåede viden vil samtidig være til stor nytte for modeldambrugene.

Sygdomme udgør en væsentlig risiko og kan få katastrofale følger for driften og økonomien i alle recirkulerede anlæg. Erfaringerne fra modeldambrugene har vist, at det er svært at undgå infektiøse sygdomme, da alle fisk i 1. generation af disse anlæg principielt står i konstant smitteforbindelse med hverandre.

I fuldt recirkulerede anlæg vil disse risici være direkte proportionale med recirkuleringsgraden. Da denne er mange gange højere end i modeldambrugene, må de nye anlæg derfor indrettes i uafhængige sektioner med individuel vandforsyning, så fiskene i den enkelte sektion er uden smitteforbindelse med de øvrige - herved kan én sektion med syge fisk behandles effektivt uden at sprede medicinforbruget ud over hele anlægget.

Det vides fra opdræt af andre dyrearter, at den optimale driftsform for at reducere smittepresset er "alt ind/alt ud" princippet. Princippet har vist sig vanskeligt at anvende på de nuværende modeldambrug, men i et fuldt recirkuleret anlæg vil det med den omtalte sektionering være muligt at praktisere "alt ind/alt ud". Erfaringerne herfra vil også kunne udnyttes på modeldambrugene.

Indførelse af ny teknologi forudsætter, at der etableres styringssystemer til håndtering af teknologien, og at medarbejderne besidder og udvikler de nødvendige kompetencer i forhold til de stadigt mere komplicerede arbejdsprocesser. Integrationen af ny teknologi er en iterativ og aktiv proces, som kræver løbende indlæring og tilpasning.

3. Formål

Projektet skal afdække en række af de ovenfor nævnte kritiske forhold for indførelse af store, fuldt recirkulerede akvakulturanlæg med hensyn til især vandforbrug, økonomi, sygdomme og renseteknologier/nedsivning.

Det er projektets formål kritisk at gennemgå centrale elementer og forudsætninger for ørredopdræt i lukkede anlæg som det beskrevne. Via denne gennemgang er det formålet, dels at kvalificere det faglige grundlag for en kommerciel beslutning, dels at få identificeret nødvendige udestående udviklings- og dokumentationsbehov og endelig at få præciseret nøgleforudsætninger, go/no-go faktorer og indikatorer herpå.

I analysen vil der blive belyst såvel biologiske, driftsmæssige, miljømæssige som økonomiske elementer og forudsætninger. Design og dimensionering vil blive gennemgået og kommenteret, ligesom performance-forventninger, vandindtag, og miljømæssige forventninger og muligheder.

Sluttelig vil de økonomiske nøgletal blive gennemgået. Tidligere indikationer og forsøg på stor-skala opdræt af ørreder i fuldt recirkulerede anlæg har vist, at selv om det teknisk godt kan lade sig gøre, har den overordnede økonomi ikke kunnet forrente investeringerne i fuld, intensiv opdrætsteknologi.

Projektet vil således kunne indgå som en vigtig brik i spørgsmålet om, hvorvidt ørredopdræt i fuld recirkulering og med marginal miljøpåvirkning er en økonomisk og teknologisk farbar vej for det danske opdrætserhvervs muligheder for at udfylde regeringens ambitiøse planer for akvakultur i Danmark.

Ved udarbejdelsen er der taget udgangspunkt i et konkret projektforslag ved Kærhede tæt ved Sdr. Felding i oplandet til Skjern Å. Rapporten indeholder derfor både konkrete og generelle elementer. Rapportens kan derfor også ses som en proces-vejledning, der beskriver de elementer og overvejelser, som må gøres i konkrete tilfælde.

4. Beskrivelse af et fuldt recirkuleret akvakulturanlæg

Projektet tænkes planlagt efter følgende hovedprincipper:

- Årlig produktion på 3.000 tons ørreder
- Intet vandindtag fra vandløb
- Ingen direkte udledning til vandløb
- Marginal miljøpåvirkning
- Optimale vilkår for fiskebestanden under opvæksten
- Rentabel drift
- Markedsorienteret produktion
- Økologisk produktion
- Bedste arbejdsmiljø for medarbejdere
- Placering i udkantsområder

Et sådant projekt vurderes at være af afgørende og principiell karakter for en fortsat udvikling og kommercialisering af recirkulationsteknologier i stor skala. Virkeliggørelsen af anlægget vil have en stor demonstrationseffekt, og - forudsat rentabel drift - vil det danne præcedens for en bæredygtig udvikling af akvakultur i Danmark og udlandet.

I et recirkuleret anlæg af den her påtænkte type er der ingen direkte udledning til vandmiljøet. De partikulære stoffer sies fra og fermenteres til senere anvendelse som gødning eller brændsel i biogasanlæg. Det overskydende vand ledes ud i store rodzone-anlæg, hvor det nedsiver til hel eller delvis genanvendelse i produktionen.

Vandudskiftningen i anlægget udgøres af spulevandet, der anvendes til rengøring af mikrosigter, returskylning af biofiltre og fordampning. Det resulterende behov for frisk vand vil være af størrelsesordenen 40-80 l/s og udelukkende bestå af grundvand.

Vandudskiftningen giver en opholdstid for vandet i anlægget på ca. 6 dage, mod lovkravet på 18,5 timer i et modeldambrug type 3. Anlæggets størrelse og den meget høje genanvendelse af vandet gør samtidig, at effekten af renseforanstaltningerne forbedres væsentligt.

Vandet renses i mikrosigter med maskevidder på 40-70 μ . Spulevandet ledes til en central slamtank. Fra mikrosigterne ledes det rensede vand til biofiltrene, hvor de opløste stoffraktioner i vandet omsættes. For at opnå maksimal omsætning i biofiltrene, samt minimere det manuelle arbejde ved returskyllning, anvendes moving bed filtre. Efter rensning i de biologiske filtre, recirkuleres en vandmængde på op til 200 l/s til hvert af produktionsbassinerne i yngel- og sættefiskeanlægget.

Af hensyn til spidsbelastninger dimensioneres den samlede kapacitet for de biologiske filtre til ca. 24 tons foder/dag. Filterslammet samles i slamtanke, hvor det sedimenteres. Den overløbende spildevandsmængde ledes gennem en fælles rørledning til et biofilter med reducerede iltforhold, hvor NO_3 under anaerobe forhold reduceres til frit kvælstof, hvorefter vandet gennem en rørledning ledes til nedsivning i lagunerne.

Den totale årlige slammængde forventes at udgøre ca. 3750 m^3 slamperkolat med et tørstofindhold på ca. 4 %. Slammet kan indgå i gødningsregnskabet hos omkringliggende landmænd, udbringes i skove, eller anvendes på biogas anlæg.

Anlægget sektioneres i separate anlæg til hhv. klækkeri, yngel, sættefisk og portionsfisk. Inden i de enkelte anlæg sektioneres produktionen yderligere, så der i hver sektion på et givet tidspunkt ikke befinder sig mere end ca. 8 % af den stående bestand. En opbygning i adskilte enheder reducerer risikoen for omfattende sygdomsudbrud og smittespredning. Samtidig kan "alt ind/alt ud"-princippet anvendes. Produktionsformen følger således de principper, der gælder for opdræt af en lang række andre husdyr.

Da produktionen sker i grundvand betyder det blandt andet, at fiskens kvalitet vil være ensartet høj. Endvidere fjernes risikoen for forurening med miljøfremmede stoffer fra vandløb.

Forbruget af hjælpestoffer vil alt andet lige være væsentligt mindre end i traditionelle anlæg. Dette skyldes primært de stabile interne miljøforhold, sektioneringen af produktionsanlæggene, og at de enkelte anlæg efter hver produktion rengøres og desinficeres.

Medicinforbruget forventes at blive minimalt. Udefra tilføres anlægget kun desinficerede øjenæg fra godkendte klækkerier. Internt flyttes kun raske fisk, og allerede fra yngelstadiet vil fiskene være underlagt et relevant vaccinationsprogram.

Anlægget tænkes opført på magre jorder med stort indhold af sand og grus. Her vil de naturgivne forhold for indvinding og nedsivning af den nødvendige vandmængde være væsentligt bedre end på fede jorder med muld og ler.

Nedsivningsområdet etableres som parallelle bassiner med vandretliggende overløbsrør i midten til ensartet fordeling af udløbsvandet. I bassinerne vil der blive etableret et rodzoneanlæg.

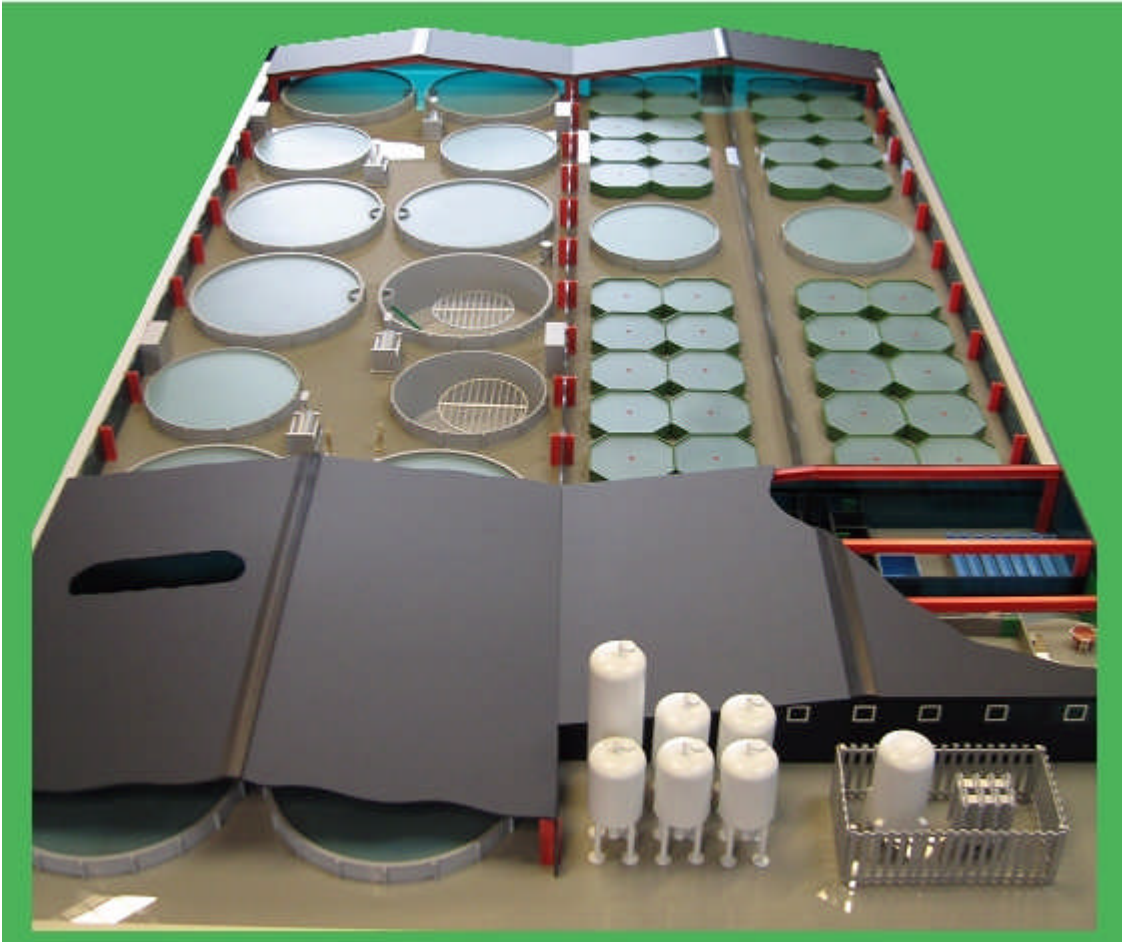
Vandindtaget kan konstrueres som horisontale dræn 4-5 meter under nedsivningsområdet. Denne placering vil bevirke, at en del af den indvundne vandmængde tidligere har været anvendt i produktionen.

Grundet risiko for akkumulerende koncentrationer af forskellige stoffer ved genbrug af udløbsvandet vil en mere sandsynlig udgave dog være at placere indvindingsområdet ved siden af udledningsområdet for at skabe større filtreringspotentiale mellem ud- og indvand.

I det konkrete tilfælde vil vandindvindingen fra de øvre magasiner ikke påvirke de dybere liggende grundvandsmagasiner, da disse i de påtænkte etableringsområder er adskilt fra de øvre magasiner med varierende tykkelser lerlag.

Foreløbige beregninger viser, at den udledte mængde kvælstof og fosfor svarer til de mængder, der kommer fra en traditionel produktion af ørreder på omkring 180 t/år for kvælstofs vedkommende og ca. 460 tons for fosfors vedkommende. Omregnet til dyreenheder (DE) baseret på kvælstof svarer det årlige indhold i udledning fra produktionen til ca. 60 DE, - før rodzone og nedsivning.

Den konkrete opbygning af anlægget vil have en afgørende målsætning om at holde energiforbruget nede mellem 1,5 – 2 kWh/kg foder.



Modeksempel på anlægsudformning.

5. Belysning af de kritiske faktorer

5.1 Vandindtag (bilag 1)

Problemstillinger

Følgende overordnede problemstillinger i forhold til grundvand og recipienter er blevet undersøgt og beskrevet:

- 1) De hydrogeologiske mulighederne for at indvinde tilstrækkelig mængder af grundvand til driften af anlægget;
- 2) De grundvandshydrauliske og recipientmæssige konsekvenser af den påtænkte indvinding;

- 3) De hydrogeologiske muligheder for at infiltrere vand til grundvandssystemet;
- 4) De vandkvalitetsmæssige forhold ved infiltration;
- 5) Konsekvenser for vandkvaliteten i grundvandssystemet og nedstrøms beliggende recipienter ved infiltration gennem infiltrationsbassiner, herunder en vurdering af muligheden for at opsamle og genanvende vand via drænsystem.

Gennemførte undersøgelser

Som baggrund for løsning af ovenfor nævnte problemstillinger er der gennemført en række undersøgelser:

- 1) Indsamling og sammenstilling af eksisterende viden om de geologiske, hydrogeologiske og hydrologiske forhold i området, herunder boredata fra GEUS's bodedatabase PC-Jupiter, gennemgang af en regional integreret grundvands- og overfladevandsmodel for oplandet til Ringkøbing Fjord, vandanalyser fra nærliggende boringer mv.
- 2) Prøvegravninger i området med henblik på at bestemme jordfysiske parametre, beliggenheden af grundvandsspejlet og vurdere vandkvaliteten i det overfladenære grundvandsmagasin.
- 3) Prøvetagning af vandprøver fra nærliggende markvandingsboringer med henblik på at vurdere vandkvaliteten af det øvre og det nedre grundvandsmagasin.
- 4) Udvikling af en grundvandsmodel for området med henblik på at vurdere mulighederne for at indvinde den påtænkte vandmængde samt vurdere de grundvandshydrauliske og recipientmæssige konsekvenser ved indvindingen og infiltrationen under drift af anlægget.
- 5) Udvikling af en model til beskrivelse af infiltrationen i infiltrationsbassinerne, samt vurdere muligheder for omsætning af N i og under disse.
- 6) Vurderinger af konsekvenserne for vandkvaliteten i grundvandssystemet og recipienter beliggende nedstrøms infiltrationsanlægget, herunder at vurdere muligheden for at opsamle og genanvende infiltrationsvandet.

Resultater

De indsamlede data og andre undersøgelser i området vedrørende de geologiske og hydrogeologiske forhold viser, at der er gode muligheder for indvinding af tilstrækkelig mængde grundvand af god kvalitet til at forsyne anlægget. Der findes i området en del borer, som anvendes til markvanding, ligesom der indvindes til vandforsyningsformål og andre formål (herunder en boring til det eksisterende Kærhede Dambrug). I området, hvor indvindingsboringerne tænkes etableret findes der et øvre, frit grundvandsmagasin på 25-30 meters tykkelse bestående af mellemkornet sand. Dette magasin underlejres af en ca. 30 meter tyk morænelersformation, som igen underlejres af et (mindst) 30 meter tykt nedre, spændt grundvandsmagasin. Begge magasiner udnyttes til indvinding.

Den naturlige grundvandsstrømning er nordvestlig mod Skjern Å og grundvandsspejlet er beliggende nogle få meter under terræn (i området, hvor der påtænkes infiltration, er grundvandsspejlet beliggende 0.6 m under terræn).

I det øvre grundvandsmagasin er der øverst en oxisk og sandsynligvis nitratholdig zone, men en del af magasinet er reduceret med nitrat og iltfrit vand indeholdende ca. 2 mg/l jern-forbindelser. Det nedre magasin er nitratfrit og indeholder ligeledes ca. 2 mg/l jernforbindelser (disse tal er baseret på vandanalyser fra Sdr. Felding Vandværk, men forventes at repræsentere området).

På denne baggrund anbefales det, at grundvandsindvindingen foretages fra det nedre grundvandsmagasin.

Den udviklede grundvandsmodel bekræfter, at der er gode muligheder for at indvinde den forventede vandmængde på 25, 50 eller 75 l/s fra det nedre grundvandsmagasin. Der vil ske en afsænkning af grundvandsspejlet på op til 8 m med en influensradius på op til 2 km. Det forventes dog ikke, at andre indvindere i området vil blive påvirket mærkbart af denne afsænkning. I området omkring og nedstrøms indvindingerne er der en risiko for at grundvandsstrømmen vendes, og der kan forekomme tilstrømning fra infiltrationsområdet tilbage til indvindingsboringerne. Dette afhænger dog af de helt lokale geologiske og hydrogeologiske forhold, men det vurderes, at vandkvaliteten af indvindingsvandet ikke vil påvirkes af dette forhold.

Hvis der sker en infiltration af det hele eller størstedelen af den anvendte vandmængde til grundvandssystemet, vil der ikke være en mærkbar påvirkning af vandtilstrømningen til Skjern Å.

Beregningerne af vand- og stofbalancer i infiltrationsområdet viser, at der sker en meget begrænset denitrifikation i og under infiltrationsbassinerne. Med de forventede vandmængder og indhold af kvælstof i procesvandet vil

belastningen af grundvandssystemet (og drænsystemet) være ca. 20 tons NO₃-N/år svarende til en koncentration på ca. 24, 13 og 8 mg/l NO₃-N i 25, 50 og 75 l/s fordelt på 2.4 ha. Beregningerne viser, at kun ca. 1.5 % strømmer forbi drænenene, men dette vil afhænge af de helt lokale hydrogeologiske forhold samt opbygningen af infiltrationsbassinerne og drænsystemet.

Det infiltrerende vand vil blandes med grundvandet i den øverste zone af grundvandssystemet. Overslagsberegninger viser, at den infiltrerende vandmængde – hvis der ikke drænes under infiltrationsbassinerne – vil strømme ned til ca. 20 meters dybde og bevæge sig mod Skjern Å med en hastighed på ca. 250 m/år, men vil formentlig overvejende strømme i den oxiske zone mod Skjern Å. I denne zone er der ingen nitratreduktion, og det må forventes, at belastningen af Skjern Å vil være markant. Den del af det infiltrerende vand, som strømmer ned i den reducerede zone vil reduceres, og selv om reduktionskapaciteten må forventes af være begrænset vil der formentlig være kapacitet nok til at omsætte denne del af NO₃ belastningen. Der er i disse betragtninger foretaget en del skøn, som vil have afgørende betydning for det egentlige omsætningspotentiale.

På denne baggrund anbefales det at undersøge mulighederne for at denitrificere procesvandet yderligere før infiltration.

Det anbefales at foretage yderligere undersøgelser af de grundvandshydrauliske og sedimentologiske forhold nedstrøms infiltrationsanlægget for at klarlægge mulighederne for omsætning i grundvandszonen yderligere.

Det forventes ikke at være muligt at genanvende det infiltrerende vand opsamlet i et drænsystem under infiltrationsanlægget i produktionen; dels på grund af det høje indhold af næringsstoffer, dels på grund af, at temperaturen af vandet formentlig er for høj.

5.2 Indretning, drift og rensning (bilag 2)

Recirkuleringsgrad

"FREA" betragtes her som anlæg, der i gennemsnit ikke udskifter mere end 10 % af vandvoluminet pr. døgn. Ligeledes må det udskiftede slam og vand ikke udledes direkte til recipient. Af kølemæssige årsager kan det overvejes at skifte mere end 10 % af vandvoluminet pr. dag. Under de givne forudsætninger har anlægget et samlet vandvolumen på mindst 22.000 m³. En udskiftning på 10 % svarer til 25,5 liter/sekund.

Driftsprincip "alt ind/alt ud"

Anlægget ønskes drevet som "alt ind/alt ud", fordi det vil minimere risikoen for sygdomsspredning. Princippet er fornuftigt rent veterinærmæssigt, hvorimod det typisk vil give uforholdsmæssigt store udgifter til investering og drift.

Det kan anbefales at drive klækkeriet som en særskilt enhed. Ligeledes bør de mindste fisk også gå i separate enheder, mens der herefter må foretages en afvejning af, hvor langt man vil gå i forfølgelsen af dette driftsprincip.

Erfaringer fra anlæg, der drives med intensiv recirkulation, viser ofte, at helt nye/rengjorte anlæg giver en bedre drift end "gamle" anlæg. Skønt forholdet hverken er forklaret eller dokumenteret, kunne det tale for "alt ind/alt ud", men der savnes en detaljeret gennemgang af de økonomiske konsekvenser.

Et kompromis kunne være at dele biofiltrene op i parallelle sektioner og samtidig have en overkapacitet af biofilteroverflade svarende til en af disse sektioner. Herved kan man på skift koble en sektion ud, der herefter returskylles og desinficeres, før sektionen igen kobles på anlægget.

Vandindtag

Da vandet hentes op fra borer, anses det ikke nødvendigt at UV- eller ozonbehandle indtagsvandet. Vand til klækkeriet bør dog som en ekstra sikkerhedsforanstaltning føres igennem et UV-behandlingsanlæg. Eksponeres vandet for luft udenfor bygningerne, skal området beskyttes som beskrevet i afsnittet om veterinære forholdsregler. Tilføres indtagsvandet de enkelte delanlægs vandbehandlingsafdelinger anses det ikke for nødvendigt at gøre noget i forhold til eventuel gasovermætning. Indtagsvandet udgør en minimal delmængde af det recirkulerende vand og evt. ekstra gas vil blive fjernet i rislefiltere eller ved den øvrige beluftning af vandet.

Vandforbrug og vandbehov

Der er undersøgt konsekvenserne af 3 scenarier: 25 – 50 – 75 l/s. For ikke at skulle gennemføre alt for mange simuleringer, er produktionen betragtet som én enhed. Beregningerne forudsætter en gennemsnitlig tæthed på 50 kg fisk pr. kubikmeter vand. Omfanget af vandbehov til fiskene kan beregnes som vist nedenfor, men også her vil "alt ind/alt ud" have betydning, og medføre betydeligt større volumenbehov i takt med princippet's håndhævelse.

Der er forudsat en foderkvotient (FQ) på 0,9, hvilket forventeligt er et forsigtigt gæt. En realiseret værdi på mellem 0,8 og 0,9 vil være sandsynlig.

I udregningerne er der taget udgangspunkt i en kontinuerlig produktion, hvor der udtages lige mange fisk til slagtning hver dag 365 dage om året. Der er udført beregninger for hhv. 365, 350 og 335 dages produktion/år.

I nedenstående er der gjort følgende forudsætninger: - der skal i løbet af året leveres 3.000 ton fisk á 350 g = 8.571.429 stk. svarende til ca. 8,2 ton/dag. Fiskene produceres med en FQ på 0,9, hvilket med den fastlagte vækstmodel giver en produktionstid på 303 dage.

| 365 | | produktionsdage/år | | FQ | | 0,90 | |
|--------------|------------|--------------------|----------|------------------|----------------|-------------------|----------------|
| Resultater | | Startvægt | Slutvægt | Antal fisk | Biomasse | Tæthed | Kar |
| Dag | Dage | g/stk | g/stk | i alt | Kg | kg/m ³ | m ³ |
| 1 - 40 | 40 | 0 | 1 | 939.335 | 439 | 10 | 44 |
| 41 - 80 | 40 | 1 | 7 | 939.335 | 3.365 | 20 | 168 |
| 81 - 120 | 40 | 7 | 24 | 939.335 | 14.254 | 25 | 570 |
| 121 - 160 | 40 | 25 | 55 | 939.335 | 36.951 | 35 | 1.056 |
| 161 - 200 | 40 | 56 | 106 | 939.335 | 74.354 | 50 | 1.487 |
| 201 - 240 | 40 | 107 | 178 | 939.335 | 134.012 | 50 | 2.680 |
| 241 - 280 | 40 | 180 | 276 | 939.335 | 213.949 | 55 | 3.890 |
| 281 - 303 | 23 | 279 | 350 | 540.117 | 169.875 | 55 | 3.089 |
| Total | 303 | | | 7.115.460 | 647.199 | | 12.984 |

Under disse forudsætninger vil der i afrundede tal være behov for en stående bestand på 7,1 mio. fisk, der tilsammen vejer 647 ton.

Til en produktion af 3.000 tons fisk med en FQ på 0,9 skal der bruges 2.700 tons foder. Hvis foderkoefficienten forbedres til 0,8 vil en sådan forbedring kunne bruges til enten at producere samme mængde fisk (3.000 tons) med mindre foder (2.400 tons) eller flere fisk (3.375 tons). Det er forudsat i beregningerne med 0,8 i FQ, at de 2.700 tons foder benyttes til at producere 3.375 tons fisk.

Dimensionering af biofiltre

Den største daglige udfodring i ovennævnte simuleringer er 8.060 kg/dag Biofilterets samlede areal kan da udregnes til 806.000 m².

I det oprindelige projektoplæg påtænkes der udelukkende brugt et dykket biofilter af typen "moving bed" med en overflade på 600 m² pr. m³, hvilket er ganske meget sammenlignet med de 200 m² pr. m³, der er almindeligt blandt de traditionelle fastmedielfiltre. Anvendes der traditionelle biofiltre vil det kræve 4.030 m³ filtermateriale. Anvendes moving bed filter er filterbehovet 1.919 m³ - under forudsætning af tilsvarende omsætning pr. arealenhed.

Driftserfaringer synes dog at vise, at det kan være svært at udnytte det fulde overfladepotentiale i moving bed filtre, således at volumenbehovet nok snarere er mindst 2.500 m³.

Driftsmæssigt har de to filtertyper hver deres fordele og ulemper, og det anbefales at opbygge biofilterdelen i en kombinationsmodel, hvor vandet først

passerer et *moving bed*-filter, hvorefter det føres gennem et fastmediefilter. Det vil være en fordel at opdele filtrene i flere afdelinger, så en eller flere sektioner om nødvendigt kan kobles fra. I en kombinationsmodel er det samlede filtervolumen på 3.000 m³.

Anlæggets samlede vandvolumen er beregnet til min. 22.000 m³.

Model for produktion af regnbueørreder i recirkulationsanlæg

For at kunne simulere massebalancerne for kvælstof og fosfor i anlægget er der udarbejdet en regnearksmodel. Modellen giver en række oplysninger, når nedenstående forudsætninger er indtastet.

| | | |
|---------------------------------|-------|----------------------|
| Foderforbrug | 2.700 | tons/år |
| Foderkvotient | 0,9 | |
| Foderdage | 350 | dage/år |
| Foderspild | 0,5 | % af udfodret mængde |
| BI ₅ /COD i fækalier | 0,30 | |

| Fodersammensætning | Indhold | | Fordøjelighed | |
|---------------------|---------|---|---------------|---|
| Protein | 47,0 | % | 92 | % |
| Fedt | 25,0 | % | 91 | % |
| Kulhydrat (NFE) | 11,0 | % | 78 | % |
| Kulhydrat (træstof) | 0,5 | % | | |
| Aske | 7,0 | % | | |
| Fosfor i foderet | 1,0 | % | | |

| | | |
|------------------------------|-----|--|
| Vandskifte | 50 | liter/sekund |
| Kvælstof i indtagvand | 0,7 | mg Tot-N / liter |
| Kvælstoftab fra fækalier | 30 | % "tabes" til vandfasen |
| Fosfor i indtagvand | 0 | mg Tot-P / liter |
| Fosfor i fækalier (netto) | 60 | % af Prod.bidrag |
| Org. stof i indtagvand | 0 | mg BI ₅ / liter (modificeret) |
| Org. stof i fækalier (netto) | 80 | % af Prod.bidrag excl. foderspild |

Vandskifte er sat til henholdsvis 25, 50 og 75 l/s. Det bemærkes, at kvælstof, fosfor og organisk stof i indtagvand bør medregnes.

| Biofiltre | | | |
|---|-------|-------|-----------------|
| Omsætning i % af (Produktionsbidrag - foderspild - fisk + Indtagvand) | | | |
| | Tot-N | Tot-P | BI ₅ |
| Bakterier + småpartikler | 8 % | 30 % | 8 % |
| Denitrifikation | 11 % | | |

De sidste forudsætninger vedrører den forventede omsætning i biofiltrene. "Bakterier og småpartikler" er et udtryk dels for biofiltrenes egenproduktion af bakterier og dels partikler, der bliver i biofiltrenes bakterieoverflade. "Denitrifikation" er et udtryk for omdannelsen af nitrat inderst inde i bakteriebelægningen, hvor der ikke er ret meget ilt.

Når værdierne for de ovenfor omtalte forudsætninger er indført i modellen, kan flg. resultater aflæses.

| | | |
|--------------------------|-----------|----------------|
| Produktion af fisk | 3.000 | ton/år |
| Foderspild | 13,5 | ton/år |
| Gns. produceret kg fisk | 8,6 | ton/dag |
| Gns. Foderforbrug | 7,7 | ton/dag |
| Gns. Foderspild | 37 | kg/dag |
| Vandforbrug | | |
| Pr. år | 1.576.800 | m ³ |
| Pr. dag | 4.320 | m ³ |
| Pr. kg prod. Fisk | 526 | Liter |
| Pr. kg tildelt foder | 584 | Liter |
| Produktionsbidrag | | |
| incl. Foderspild | | |
| Kvælstof (N) | 113 | ton/år |
| Fosfor (P) | 12 | ton/år |
| Organisk stof (BI5) | 198 | ton/år |

Den næste "resultatblok" repræsenterer anlæggets Årsregnskab eller massebalance for kvælstof, fosfor og organisk stof.

| Årsregnskab | Kvælstof | | Fosfor | |
|---|--------------|--------|--------------|------|
| | Tot-N ton | mg N/l | Tot-P Ton | mg/l |
| N + P + Organisk stof | | | | |
| Tilført | | | | |
| - med indtagsvand | 1 | 1 | 0 | 0,0 |
| Tilført med/fra foder | 203 | 129 | 27 | 17,1 |
| | 204 | 129 | 27 | 17,1 |
| Fjernet som partikulært | | | | |
| Foderspild | 1 | 1 | 0 | 0,1 |
| Fækalier (netto) | 10 | 6 | 7 | 4,5 |
| Indbygget i fisk | 90 | 57 | 15 | 9,5 |
| | 101 | 64 | 22 | 14,1 |
| Vandfasen før biofiltrene | | | | |
| Rest i vand før biofiltrene | 103 | 65 | 5 | 3,0 |
| Biofiltre | | | | |
| Bakterier + småpartikler | 9 | 6 | 4 | 2,3 |
| BI5-fjernelse + denitrifikation i biofiltre | 10 | 7 | | |
| Rest i vandfasen | 84 | 53 | 1 | 0,8 |
| Tot-N omregnet til NO₃ | | | | |
| | 235 | mg/l | | |

Der er udført tilsvarende beregninger på dagsniveau under hensyntagen til, at færre produktionsdage giver en højere belastning af anlæg og fisk på dage med fuld produktion.

Regnearket er benyttet til en række simuleringer, hvis hovedresultater vil blive gennemgået nedenfor. Alle variationer er gennemført med beregning af konsekvenserne ved et vandskifte på 25, 50 og 75 liter/sekund:

| Resultat pr. år (med fodring 365 dage) | | | | | | | | | | |
|--|---------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | A | | | B | | | C | | |
| Gns. Vandskifte | l/sek. | 25 | 50 | 75 | 25 | 50 | 75 | 25 | 50 | 75 |
| Vandforbrug (m ³) | 10 ³ /år | 788 | 1.577 | 2.365 | 788 | 1.577 | 2.365 | 788 | 1.577 | 2.365 |
| Foderkvotient | | 0,9 | | | 0,8 | | | 0,9 | | |
| Prod. af fisk | ton/år | 3.000 | | | 3.375 | | | 3.000 | | |
| Foderspild | % | 0,5 | | | 0,5 | | | 1 | | |
| N ud med vand+slam | ton/år | 103 | | | 92 | | | 103 | | |
| P ud med vand+slam | ton/år | 12 | | | 10 | | | 12 | | |
| Org.stof ud med vand+slam | ton/år | 131 | | | 131 | | | 131 | | |
| Nitrat i vandfasen | mg/l | 467 | 235 | 157 | 421 | 212 | 142 | 462 | 232 | 156 |
| Fosfor i vandfasen | mg/l | 1,5 | 0,8 | 0,5 | 1,3 | 0,6 | 0,4 | 1,5 | 0,7 | 0,5 |
| Org. stof i vandfasen | mg/l | 41 | 20 | 14 | 41 | 20 | 14 | 41 | 20 | 14 |

I denne tabel er der som eksempel regnet med en teoretisk produktion, der forløber ligeligt over alle årets 365 dage.

I **Blok A** er vist en "standard-produktion" på 3.000 ton/år og en foderkvotient på 0,9. Det ses, at nitratindholdet ved 25 l/s er oppe på 467 mg/l, hvilket er over den fastsatte grænse på 200 mg/l. For at overholde den vedtagne grænseværdi vil det ved dette vandskifte være nødvendigt at etablere en denitrifikation internt i produktionsanlægget.

I **Blok B** er foderkvotienten sænket til 0,8, hvilket med en uændret fodermængde øger produktionen til 3.375 ton/år. Da der er bundet mere N og P i fisk ses det, at der kommer væsentlig mindre N og noget mindre P ud af anlægget.

I **Blok C** er standardbetingelserne fra Blok A gentaget, eneste ændring er, at foderspildet er sat op fra 0,5 til 1 %, hvilket primært har betydning for udledningen af organisk stof.

5.3 Energiforhold (bilag 3)

Problemstillinger

Følgende overordnede problemstillinger i forhold til temperaturforhold og luftkvalitet i bygninger er blevet undersøgt og beskrevet:

- Vil der som funktion af recirkuleringsteknologien og placeringen af anlægget i isolerede bygninger opstå et køle- og/eller varmebehov ved alternative vandforbrug?
- Hvor stor en del af et eventuelt køle- og/eller varmebehov vil der kunne kompenseres for ved krydsvarmeveksling af indgående og udgående vand og luft?
- Hvor stor betydning vil udluftningen af produktionsvand og bygning have for den relative luftfugtighed, samt koncentrationen af kultveilte i bygningen?

Gennemførte undersøgelser

Som baggrund for løsning af ovenfor nævnte problemstillinger er der gennemført en række undersøgelser:

- Indsamling og sammenstilling af eksisterende viden om energiforbrug ved pumpning af vand, samt udluftning af vand og bygning;
- Indsamling og sammenstilling af eksisterende viden om energiproduktion ved fiskenes og bakteriernes omsætning af det tilførte foder;
- Indsamling og sammenstilling af eksisterende viden om energiindhold i foder og fisk;
- Opstilling af interaktiv model til beregning af energibalancer for vand som funktion af blandt andet: interne og eksterne temperaturforhold, isoleringsgrader, vandforbrug, varmeveksling etc.

Resultater

Som forventet viser beregningerne med den opstillede model, at temperaturforholdene i det recirkulerede vand samt temperaturforhold og luftkvalitet i bygningen er stærkt afhængig af vandforbrug og variationer i udendørstemperatur.

Beregningerne viser, at det ud fra et produktionsmæssigt synspunkt vil være suboptimalt at anvende 75 l/s, idet temperaturen i opdrætsvandet, selv ved en ekstern middeldøgnstemperatur på 20 grader celsius, ikke vil overstige ca. 15 grader celsius uden tilførsel af ekstern varme.

Ved anvendelse af luft/luft-varmeveksling kan der ved variation af vandforbruget fra ca. 20 l/s om vinteren til ca. 40 l/s om sommeren opnås en

temperatur i opdrætsvandet på 17 til 18 grader celsius uden anvendelse af ekstern køling eller opvarmning af luft eller opdrætsvand.

Ved et fastholdt vandforbrug på 25 l/s vil der ved udendørstemperaturer på -10 eller +20 grader celsius skulle henholdsvis varmes eller køles med effekter på henholdsvis 200 MW eller 500 KW for at holde temperaturen i opdrætsvandet på henholdsvis 17 eller 19 grader celsius.

For at reducere behovet for opvarmning under en situation med ekstrem vintertemperatur er det nødvendigt at reducere udluftningen af bygningen til et niveau, hvor ligevægtskoncentrationen af kultveilde i luften i bygningen bliver ca. 10 gange højere end normalt. Dette vil betyde en forøgelse af koncentrationen af kultveilde i opdrætsvandet på f.eks. 5 mg CO₂/l ved et niveau på 20 mg CO₂/l.

Anbefalinger

Som en følge af at energibalancerne er meget følsomme overfor det relative energi – og vandforbrug samt af graden af intern omsætning af organisk stof og kvælstof (denitrifikation) anbefales det, at der foretages nye beregninger, når størrelserne af disse er fastlagt.

5.4 Udledninger til miljø (bilag 4)

Problemstillinger

Følgende overordnede problemstillinger i forhold til påvirkningen af det omgivende miljø er blevet undersøgt og beskrevet:

- Produktionsbidraget for organisk stof, kvælstof og fosfor;
- Estimering af behov for intern og ekstern spildevands- og slambehandling ved fastsatte grænser for vandkvaliteten i produktionsanlæggene og for udledning af kvælstof;
- Opgørelse af mængder og karakter af spildevand og slam ved alternative vandforbrug;
- Vurdering af muligheden for at anvende slam og/eller spildevand til gødskningsformål;
- Vurdering af tekniske muligheder samt overslag over driftsøkonomi ved ekstern rensning af spildevand med henblik på nedsivning i spildevandslaguner, samt opkoncentrering af slam med henblik på opbevaring og senere udbringning på mark af slammet;
- Udarbejdelse af forslag til videregående analyser med henblik på teknisk, anlægs- og driftsøkonomisk optimering af den eksterne spildevands- og slambehandling.

Gennemførte undersøgelser

Som baggrund for løsning af de ovenfor nævnte problemstillinger er der gennemført en række undersøgelser:

- Indsamling og sammenstilling af eksisterende viden om produktionsbidrag for organisk stof, kvælstof og fosfor ved produktion af portionsørred;
- Indsamling og sammenstilling af eksisterende viden om omsætning af organisk stof, kvælstof og fosfor i anlæg med recirkuleret vand;
- Beregning af karakteren af spildevand og slam ved vandforbrug varierende fra 25 til 75 l/s;
- Beregning af det minimale arealbehov ved anvendelse af spildevand og/eller slam til gødskningsformål;
- Vurdering af tekniske muligheder og driftsøkonomiske forhold ved ekstern rensning af spildevand samt ved opkoncentrering af slam;
- Beregning af mængder og karakter af spildevand til nedsivning i laguner, samt af slam til udbringning på marker efter ekstern behandling.

Resultater

Beregningerne af spildevands- og slamforhold er gennemført med følgende forudsætninger:

- Produktion: 3.000 tons regnbueørred pr. år;
- Foderkvotient: 0,9;
- Foderforbrug: 2.700 tons pr. år;
- Fodertype: 47 % protein, 25 % fedt, 1 % fosfor;
- Foderspild: 0,5 %;
- Indhold i fisk: 3 % kvælstof og 0,5 % fosfor;
- Mekaniske filtre direkte efter karrene med en filterdug på 60 – 80 µm;
- Aerobe dykkede fixed-film filtre til biologisk rensning.

Produktionsbidrag for kvælstof

For kvælstof vil det samlede produktionsbidrag udgøre 114 tons pr. år. Baseret på erfaringer fra driften af modeldambrug vil 10 % svarende til ca. 11 tons kunne udskilles med det partikulære materiale i de planlagte mekaniske filtre.

Af de resterende ca. 100 tons vil en del optages i filtrenes biomasse. Såfremt der sker en regelmæssig returskyllning af biofiltrene vil en del af det indbyggede materiale kunne genfindes i returskyllevandet. Baseret på erfaringerne fra driften af modeldambrugene kan denne delmængde af produktionsbidraget sættes til ca. 8 % svarende til ca. 9 tons pr. år.

Endelig vil en del af de resterende ca. 90 tons blive denitrificeret. Baseret på erfaringer fra modeldambrug vil denne del som minimum andrage ca. 10 tons pr. år.

Med en fastsat maksimal nitratkoncentration i det recirkulerede vand på 45 mg NO₃-N/l (svarende til 200 mg NO₃/l) og en fastsat årlig maksimal udledning til spildevandslagunerne på 20 tons vil massebalancen for produktionsbidraget af kvælstof være som følger:

Massebalance for kvælstofbidraget ved alternative vandforbrug.

| Vandforbrug l/s | Med slamvand tons N/år | Denitrificeret i anlæg tons N/år | Denitrificeret udenfor anlæg tons N/år | Til nedsivning tons N/år |
|-----------------|------------------------|----------------------------------|--|--------------------------|
| 25 | 27 | 66 | 1 | 20 |
| 50 | 34 | 24 | 36 | 20 |
| 75 | 31 | 10 | 53 | 20 |

At værdierne for slamvand er større end den samlede mængde af partikelbundet kvælstof (19 tons) skyldes skyllevandets indhold af nitrat.

Produktionsbidrag for fosfor

For fosfor vil det samlede produktionsbidrag udgøre 12 tons pr. år. Baseret på erfaringer fra modeldambrug vil ca. 60 % af stofbidraget svarende til ca. 7 tons være på partikulær form og blive fjernet fra produktionsanlæggene via de planlagte mekaniske filtre.

Af de resterende ca. 5 tons vil en varierende del optages i filtrenes biomasse. Ved hyppig returskyllning vil en del af dette kunne findes i returskyllevandet. Baseret på erfaringerne fra driften af modeldambrugene vil denne delmængde af produktionsbidraget for fosfor udgøre ca. 3,5 tons.

Under antagelse af, at den resterende del (ca. 1,5 tons) forefindes som opløst ortho-fosfat, bliver den gennemsnitlige koncentration i anlægget ca. 1 mg P/l. Massebalancen for produktionsbidraget af fosfor er som følger:

Massebalance for fosforbidraget ved alternative vandforbrug.

| Vandforbrug l/s | Med slamvand tons P/år | Til nedsivning tons P/år |
|-----------------|------------------------|--------------------------|
| 25 | 10,5 | 1,5 |
| 50 | 11 | 1 |
| 75 | 11 | 1 |

Produktionsbidrag for organisk stof

For organisk stof vil det samlede produktionsbidrag udgøre 198 tons BI₅ pr. år. Baseret på erfaringer fra modeldambrug vil ca. 55 % af stofbidraget svarende til ca. 107 tons være på partikulær form og med en størrelse, der kan blive fjernet via de planlagte mekaniske filtre.

Af de resterende ca. 91 tons BI5 vil en varierende del blive optaget og nedbrudt i filtrenes biomasse. Baseret på erfaringerne fra driften af anlæg med recirkulation vil denne delmængde udgøre ca. 67 tons BI5 pr. år.

Under antagelse af, at yderligere ca. 16 tons BI5 pr. år forlader biofiltrene som afreven filterhud der udskilles i de mekaniske filtre, vil den gennemsnitlige koncentration i anlægget variere med det relative vandforbrug fra 5 til 10 mg BI5/l svarende til 15 til 30 mg COD/l. Massebalancen for produktionsbidraget af organisk stof vil være som følger:

Massebalance for bidraget af organisk stof ved alternative vandforbrug.

| Vandforbrug (l/s) | Med slamvand Tons BI5/år | Omsat i biofiltre tons BI5/år | Til nedsivning tons BI5/år |
|-------------------|-----------------------------|----------------------------------|-------------------------------|
| 25 | 123 | 67 | 8 |
| 50 | 123 | 67 | 8 |
| 75 | 123 | 67 | 8 |

Mængder og sammensætning af spildevand og slam

Uden ekstern efterbehandling er kravene til opbevaringskapacitet urealistisk store, og der er derfor foretaget en analyse af muligheder og driftsomkostninger ved en efterbehandling af spildevand og slam.

Formålet med efterbehandlingen er dels en reduktion af spildevandets nitratindhold og dels en reduktion af slamvolumenet med efterfølgende udbringning på mark eller skov. Efterbehandlingen foreslås gennemført ved en kombination af denitrifikation af den samlede spildevands- og slamstrøm og opkoncentrering af slamfraktionen til opbevaring i slamdepot indtil udbringning. Det klarede spildevand ledes til nedsivning i lagunerne.

Mængder og karakter af spildevandet og slammet efter den videregående rensning og slambehandling er:

| Mængde og karakter | Spildevand | | | Slam | |
|--------------------|------------|------|------|---------|---------|
| Mængde (l/s) | 24,9 | 49,8 | 74,8 | 0,1 | 0,2* |
| Tørstof (mg/l) | 10 | 5 | 2 | 60.000 | 30.000* |
| BI5 (mg/l) | 15 | 7 | 4 | 32.000 | 16.000* |
| COD (mg/l) | 45 | 21 | 12 | 100.000 | 50.000* |
| Total-N (mg/l) | 25 | 13 | 8 | 8.000 | 4.000* |
| Ammonium-N (mg/l) | 1 | 1 | 1 | - | - |
| Nitrit-N (mg/l) | 0,2 | 0,2 | 0,2 | - | - |
| Nitrat-N (mg/l) | 20 | 10 | 5 | - | - |
| Total-P (mg/l) | 1,3 | 0,6 | 0,4 | 350 | 175* |

* gældende for vandforbrug på 50 og 75 l/s

Koncentrationer af tørstof, BI5 og COD er behæftet med en relativ stor usikkerhed, da de vil være stærkt afhængige af denitrifikationsanlæggets opbygning og drift, samt maskevidden i partikelduge i de mekaniske filtre.

Der er endvidere foretaget en beregning af de samlede udledninger:

| Mængde og karakter | Til spildevandslagune | | | Til slambeholder | |
|-----------------------------|-----------------------|-----------|-----------|------------------|---------|
| | 24,9 | 49,8 | 74,8 | 0,1* | 0,2** |
| Mængde (l/s) | 24,9 | 49,8 | 74,8 | 0,1* | 0,2** |
| Mængde (m ³ /år) | 785.000 | 1.570.000 | 2.400.000 | 3.000 | 6.000** |
| Tørstof (tons/år) | 8 | 7 | 5 | 200 | 200** |
| BI5 (tons/år) | 12 | 11 | 10 | 100 | 100** |
| COD (tons/år) | 25 | 24 | 23 | 530 | 530** |
| Total-N (tons/år) | 20 | 20 | 20 | 26 | 32** |
| Ammonium-N | 1 | 1,6 | 2 | - | - |
| Nitrit-N (tons/år) | 0,2 | 0,3 | 0,5 | - | - |
| Nitrat-N (tons/år) | 16 | 16 | 12 | 7 | 12** |
| Total-P (tons/år) | 1 | 1 | 1 | 11 | 11** |

* gældende for vandforbrug på 25 l/s; ** gældende for vandforbrug på 50 og 75 l/s

Ledes spildevandet til nedsivning i spildevandslagunerne og anvendes slammet til gødskningsformål bliver arealbehovene som følger:

Minimalt arealbehov ved anvendelse af slammet til gødskning af marker

| Minimalt arealbehov (ha) | Udbringning af slam | | |
|---------------------------------|---------------------|------------|------------|
| Internt vandforbrug (l/s) | 25 | 50 | 75 |
| Mængde | 1 | 1,5 | 2 |
| Tørstof | 30 | 30 | 30 |
| Kvælstof | 150 | 170 | 190 |
| Fosfor | 370 | 370 | 370 |

For udbringningen af slammet ses det, at der kræves op til 370 hektar jord, idet der maksimalt må udbringes 30 kg fosfor pr. hektar pr. år.

Sammenfatning:

Beregningerne og vurderingerne viser, at det må anses for urealistisk at etablere en produktion uden en kombination af intern og ekstern denitrifikation samt ekstern slambehandling.

Behovet for denitrifikation opstår som en konsekvens af ønskerne om dels at begrænse koncentrationen af nitrat i det recirkulerede vand, dels at begrænse udledningen af kvælstof efter nedsivningen af spildevandet i lagunerne. Endvidere viser beregningerne, at en udbringning af spildevandet på mark eller skov vil kræve meget store arealer og opbevaringsfaciliteter.

Ved vandforbrug på 25 og 50 l/s opstår der et behov for såvel intern som ekstern denitrifikation, medens der ved 75 l/s kun opstår behov for ekstern denitrifikation.

For at kunne begrænse vandforbruget om vinteren (af hensyn til varmebalancen) foreslås, at der etableres en kombination af intern denitrifikation styret ved tilførsel af ekstern kulstofkilde samt ekstern denitrifikation med brug af intern kulstofkilde.

Endvidere foreslås det, at der etableres serieforbundne partikelfiltre til behandling af afløbet fra den eksterne denitrifikationsenhed med henblik på opkoncentrering af slammet til et tørstofindhold på minimum 6 %. Det filtrerede spildevand foreslås ledet til lagunerne med henblik på nedsivning.

Anbefaling

På baggrund af den begrænsede viden vedrørende denitrifikation med intern kulstofkilde anbefales det, at der foretages en teknisk samt anlægs- og driftsøkonomisk optimering af spildevands- og slambehandlingen. Resultater og erfaringer fra igangværende forsøg og projekter på Modeldambrug bør inddrages i denne process.

5.5 Veterinære forhold.

Sundhedsoptimering og smitteforebyggelse

Den bedst tænkelige sundhedstilstand i opdrættede fiskebestande sikres først og fremmest gennem størst mulig bio-sikkerhed ved tilførsel af materiale, samt konstruktion af den fysiske indretning af anlægget og ved indarbejdning af smitteforebyggende rutiner i forbindelse med den løbende drift.

Smitteforbyggende afskærmning af vandindtag

Såvel boring som den øvrige konstruktioner i forbindelse med vandindtaget må være afskærmet så det ikke er muligt for dyr, fugle og padder mv. at komme i kontakt med indløbsvandet. Dette er nødvendigt for at undgå kontaminering af vandet med fiskepatogener. Fugle og pattedyr vides at kunne være vektorer for visse fiskepatogener, og padder vides direkte at kunne huse dem.

Tilførsel af materiale

Det er en forudsætning for at undgå en lang række sygdomme, både anmeldeligt og ikke anmeldeligt, at der udelukkende tilføres øjenæg til opdrættet, idet fisk og yngel potentielt vil være værter for fiskepatogene vira, som bakterier og parasitter.

På længere sigt vil bio-sikkerheden kunne optimeres ved, at der etableres en besætning af moderfisk inde på selve anlægget. På denne måde kan enhver tilførsel af levende materiale undgås, hvilket er ønskeligt, da dette vil være den største risiko for indslæbning af sygdomme. Der findes to sygdomme, der med sikkerhed vides ikke at kunne desinficeres bort fra æggene. Det drejer sig om IPN (Infektiøs Pankreas Nekrose) og BKD (Bacterial Kidney Disease). Begge disse sygdomme bør absolut forsøges undgået slæbt ind i anlægget, idet det vurderes, at sygdommene vil være uforenelige med en rationel drift af anlægget. Med hensyn til YDS (yngelsyndrom) er der ikke helt klare tilbagemeldinger om effektiviteten af desinfektion af øjenæg. Det vurderes, at YDS udgør den største risiko for behandlingskrævende bakteriel lidelse i FREA-anlægget.

For at opnå den størst mulige effektivitet af desinfektionen skal den foregå ved, at æg kun tilføres anlægget efter 10 minutters ophold i neutral iodoforopløsning, der indeholder 100 ppm frit jod. Det sikres bedst ved at fx en klækkerende kan placeres gennem en luge i anlæggets væg udefra og ind i klækkehuset. Herved kan æggene stilles ned i jodopløsningen udenfor anlægget og føres i jodopløsningen ind i anlægget, hvor personalet kan tage dem op, skylle dem i rent vand og lægge dem i anlæggets klækkerender. Ilægning uden for anlægget og optagningen inde i klækkehuset må ikke foretages af samme person.

For at minimere risikoen for indslæbning af smitstoffer fra leveringsområdet må dette anlægges borte fra de naturlige adgangsveje til anlægget.

Indslusning af personel og besøgende

En oplagt rute for indslæbning af fiskepatogener er med personel eller besøgende, der har haft kontakt med fisk, æg eller andre smittekilder udenfor anlægget. Specielt vil risikoen være stor ved besøg af dyrlæger, biologer eller andre personer med rådgivende, kontrollerende eller diagnosticerende funktioner.

Overordnet bør besøg af ikke-tvingende nødvendig karakter undgås. Der bør etableres et laboratorium eller dyrlægerum, hvortil anlæggets personel kan bringe de fisk, der skal undersøges eller kontrolleres.

Indslusning af al personel udefra skal foregå efter brusebad og vask. Tøj- og fodtøjsskift skal foretages, så der indenfor anlægget udelukkende anvendes intern beklædning. Såfremt forskellige af de smitteadskilte sektioner af anlægget skal besøges, skal proceduren foretages mellem skift mellem sektionerne eller som minimum følge fiskenes vej gennem anlægget.

Også hvis personel forlader anlægget midlertidigt, skal hele hygiejneproceduren gennemgås ved tilbagevenden til anlægget.

Der bør endvidere etableres en protokol, hvori alle besøgende tegner sig ind med oplysninger om dato, tidspunkt og formål med besøget.

Smittemæssig adskillelse mellem aldersklasser

Alt andet lige må det forventes, at frekvensen af fiskepatogener vil være størst i de ældre fisk. Det er almindelig kendt, at ældre fisk til en vis grad kan indstille sig på et liv i balance med flere patogener, men det kan langt fra udelukkes, at der vil opstå situationer, hvor eventuel sygdom kan optræde i yngre aldersklasse, hvorfra overslæbning til anlæggets besætning af ældre fisk ikke vil være ønskeligt. Derfor må anlæggets forskellige sektioner (klækkehus, sættefiskeafdeling, moderfiskeanlæg og afdelinger for produktion af konsumfisk) være fysisk og smittemæssigt adskilt.

Afhentning af fisk

Uanset lovkravet om at alle vogne, der anvendes til transport af fisk, skal desinficeres mellem hver transport, vil de udgøre en oplagt risiko for introduktion af smitstoffer. Ved ankomst med henblik på afhentning af fisk fra FREA-anlægget må det være et absolut krav, at vognen ikke medfører fisk fra andre opdrætsanlæg, ligesom der må kræves attestation for desinfektion af vognen.

Selve læssepladsen skal anlægges på et befæstet areal og sådan, at der ikke herfra findes mulighed for indtrængen af vand, herunder dråber fra sprøjt eller sprællende fisk. Spildt vand må bortskaffes ved fuldstændig nedsivning i jorden, eventuelt efter forudgående desinfektion.

Der bør foreligge en skriftlig aftale med vognmanden om sikkerhedsprocedurer i forbindelse med afhentningen.

For at minimere risikoen for indslæbning af smitstoffer fra læssepladsområdet, må det anlægges borte fra anlæggets naturlige adgangsveje.

Sikring mod indtrængende dyr og fugle

Som nævnt under sikring af vandindtaget kan pattedyr, fugle og padder virke som vektorer eller bærere af fiskepatogener. Derfor skal bygningens adgangsveje og ventilationsåbninger sikres herimod. Porte, døre og vinduer må ikke efterlades åbne i f.eks. ventilationsøjemed, med mindre de er forsynet med fintmaskede net. Døre og porte skal indrettes, så padder og mindre pattedyr som mus, rotter og mink ikke vil kunne trænge ind. Ventilationsåbninger må indrettes, så fugle ikke kan komme ind ad den vej. Der skal opsættes bekæmpelseskasser med rottegift rundt om bygningen. Tilsyn og opfyldning bør foretages af et autoriseret firma.

Tilførsel af foder

Foder må opbevares i tætsluttende siloer, hvor der ikke er mulighed for indtrængen af fugle eller dyr. Såfremt foder leveres i sække skal disse opbevares i rum, hvortil chauffører eller andet udefrakommende personel ikke må have adgang.

For at minimere risikoen for indslæbning af smitstoffer fra aflæsningsområdet, må det anlægges borte fra de naturlige adgangsveje til anlægget.

Der bør foreligge en skriftlig aftale med vognmanden om sikkerhedsprocedurer i forbindelse med leveringen.

Bortskaffelse af døde fisk og æg

Døde fisk og æg må bortskaffes, så det ikke er nødvendigt for personalet at forlade anlægget. Det gøres bedst gennem rørledning eller lignende, der leder fiskene til en central samlebeholder, hvorfra de kan afhentes til destruktion. Det bør overvejes at lede fiskene gennem en findeler (hakker), hvorefter fiskemassen kan konserveres/desinficeres ved tilsætning af myresyre. Herved undgås lugtgener og kontaminationsrisiko fra samletanken.

Afhentningsområdet fra døde fisk, såvel konserverede eller ukonserverede, må placeres i en betydelig afstand fra anlæggets øvrige faciliteter.

Der bør foreligge en skriftlig aftale med vognmanden om sikkerhedsprocedurer i forbindelse med afhentningen.

Konklusion

Den fysiske indretning af anlægget må tilgodese optimal smitteforebyggelse i forbindelse med følgende centrale punkter:

- a) Smitteforebyggende afskærmning af vandindtag
- b) Indslusnings faciliteter for øjenæg
- c) Faciliteter til hygiejnisk indslusning af personel og besøgende
- d) Smittemæssig adskillelse mellem aldersklasser og forskellige hold
- e) Smitteforebyggelse ved afhentning af fisk
- f) Sikring mod indtrængende dyr og fugle

- g) Tilførsel og opbevaring af foder
- h) Opbevaring af døde fisk og æg
- i) Smitteforebyggelse ved afhentning af døde fisk
- j) Laboratorium/dyrlægerum

Vurdering af sygdomme som anlægget kan registreres fri for

Drift og tilførsler til anlægget skal foretages på en måde, så Fødevarestyrelsen kan foretage en registrering som værende fri for følgende sygdomme:

- a) ISA (Infektiøs Lakseanæmi)
- b) IHN (Infektiøs Hæmatopoietisk Nekrose)
- c) VHS (Egtvedsyge, Viral Hæmorrhagisk Septikæmi)
- d) IPN (Infektiøs Pankreas Nekrose)
- e) BKD (Bacterial Kidney Disease)
- f) Eksotiske sygdomme

Endvidere må det søges at holde anlægget fri for følgende sygdomme:

- g) ERM (Enteric Red Mouth Disease, Rødmundsyge)
- h) Furunkulose
- i) Vibriose
- j) YDS (Yngelsyndrom)
- k) Ichtyophiriasis (Fiskedræber)
- l) Myxoboliasis (Drejesyge)
- m) PKD (Proliferative Kidney Disease)
- n) Gyrodactylus salaris
- o) Lactococcosis
- p) Gælleamøber
- q) Costia og andre ectoparasitter

Fødevarestyrelsen vil, efter opstilling af passende overvågningsprogrammer, have mulighed for også at kunne erklære frihed for sygdommene g) til q).

Diagnostisk beredskab

Ved anmeldepligtige sygdomme forstås alle de sygdomme, som anlægget er under overvågning for, samt alle eksotiske sygdomme.

Fødevarestyrelsens Sektion for Akvakultur i Vejle (SAK) har pligt til at rykke ud for at foretage klinisk diagnostik ved mistanke om forekomst af en anmeldepligtig sygdom. SAK udtager om nødvendigt prøver til laboratoriediagnostik.

SAK råder over den fornødne laboratorium-diagnostik gennem det nationale referencelaboratorium, Veterinærinstituttet, Danmarks Tekniske Universitet, Hængøvej 2, 8200 Århus N.

Ikke anmeldepligtige sygdomme vil blive diagnosticeret og behandlet af den praktiserende dyrlæge, der tilknyttes til anlægget.

EU – ansøgninger

I forbindelse med at opnå EU-godkendelse af FREA-anlægget som frit for VHS, skal der udarbejdes en ansøgning til EU-kommissionen. Denne kan først udfærdiges, når anlægget er opført, idet ansøgningen skal indeholde fotodokumentation. SAK forestår denne udarbejdelse, så snart det er praktisk muligt. Anlægget vil kunne opnå øjeblikkelig godkendelse under ordningen "Special provisions" under forudsætning af, at der udelukkende foretages besætning af anlægget med EU-godkendt materiale, og at enhver tilførsel har været ledsaget af et sundhedscertifikat, der attesterer denne sundhedsstatus.

Bilag 5: Skema til EU-ansøgning.

Økologirapport

Økologirapport vil ligesom EU-ansøgningen først kunne udarbejdes, når anlægget er etableret og umiddelbart inden besætningen tilføres anlægget. Det er dog en forudsætning, at der til SAK er indgivet en økologianmeldelse fra anlæggets driftsansvarlige. SAK udarbejder økologirapport og bistår FREA-anlæggets personale med fornøden vejledning vedrørende drift, (kritiske) kontrolpunkter, driftsjournal og daglig drift for økologiske besætninger.

Bilag 6: Eksempel på økologi-ansøgning.

5.6 IT og software (bilag 7)

Problemstillinger

I bilaget gennemgås følgende overordnede problemstillinger i forhold til behovet for regulering og kontrol af produktionsprocessen:

- Hvilke anlægstilstande og funktioner er der behov for at måle og registrere for at opnå en optimal udnyttelse af fiskenes og anlæggets produktionspotentialer?
- Hvordan kan/bør disse tilstande og funktioner reguleres og kontrolleres?

Gennemførte undersøgelser

Som baggrund for løsning af ovenfor nævnte problemstillinger er den eksisterende viden på området indsamlet, og der er gennemført interviews med førende danske producenter af opdrætsanlæg med recirkulationsteknologi og producenter af udstyr til måling, registrering, styring og overvågning af akvakulturanlæg.

Resultater

Gennemgangen af eksisterende erfaringer med måling, registrering, styring og kontrol af akvakulturanlæg har vist, at det er en forudsætning for at opnå en optimal udnyttelse af fiskenes og anlæggets produktionspotentiale, at der løbende sker en måling og registrering af følgende tilstande og funktioner:

- Ekstern lufttemperatur;
- Vandstand og vandtemperatur i pumpebrønd;
- Temperatur, luftfugtighed og CO₂ i hver hal;
- Ilt og vandstand samt fiskenes fødesøgningsaktivitet og fodertilførslen i eller til samtlige kar i produktionsanlæggene;
- Temperatur, CO₂, pH, NH₄, NO₂ og NO₃ i opdrætsvandet i produktionsanlæg;
- Ilt og vandstande i sorterings - og leveringsanlæg;
- Vandstand i pumpe, reservoirer og mekaniske filtre i produktionsanlæg;
- Effektförbrug af samtlige vandpumper, beluftere, ventilatorer og motorer til mekaniske filtre;
- Beholdning af foder, ilt, base og IPA-sprit.

Følgende anlægstilstande bør løbende reguleres og kontrolleres:

- Vandtilførsel til samtlige produktionsanlæg;
- Temperatur, CO₂ og luftfugtighed i hver hal;
- Iltkoncentrationen i samtlige kar i produktions -, sorterings - og leveringsanlæg;
- Iltkoncentrationen i vand fra denitrifikationsfiltrene;
- Temperatur, CO₂ og pH i opdrætsvandet i samtlige produktionsanlæg.

Af hensyn til driftssikkerheden anbefales det, at der etableres nødgeneratore til drift af alt elektronisk udstyr til måling, registrering, regulering og kontrol af anlæggenes tilstand og funktion, samt til drift af alle hovedpumper og mekaniske filtre.

Endvidere anbefales, at der etableres akustisk, visuel, elektronisk og telefonisk alarm til vagtpersonale i forbindelse med afvigende tilstande i ilt og vandstand i karrene, pH i opdrætsvandet og effektförbrug af samtlige hovedpumper i alle produktionsanlæg.

Endelig anbefales det, at der etableres visuelle alarmer for afvigende temperatur, CO₂ og luftfugtighed i hallerne, samt for afvigende temperatur, CO₂, NH₄, NO₂ og NO₃ i opdrætsanlæggene.

Det er af afgørende betydning for effekten af det opstillede måle -, registrerings - og reguleringsudstyr, at der anvendes og/eller udvikles software til håndtering og præsentation af resultaterne, så som fiskenes og biofiltrenes iltforbrug som funktion af udfodring samt af sammenhængen mellem CO₂, pH, baseforbrug, IPA-spritforbrug, nitratkoncentration, vandforbrug og fodertilførsel.

En gennemgang af eksisterende erfaringer fra førende fiskeopdrættere samt anlægs - og udstyrsproducenter viser, at de fleste produktionsanlæg med udstrakt anvendelse af recirkulationsteknologi er relativt veludstyrede, og at der findes velfungerende måleudstyr til stort set alle de foreslåede tilstande og funktioner, samt systemer til registrering, regulering og kontrol af alle væsentlige tilstandsfunktioner.

Anbefalinger

Det anbefales, at der foretages en videreudvikling af software til beregning af afledede størrelser så som fiskenes vækst og biofiltrenes iltforbrug som funktion af udfodring samt af sammenhængen mellem CO₂, pH, baseforbrug, IPA-spritforbrug, nitratkoncentration, vandforbrug og fodertilførsel.

Endvidere foreslås, at der udvikles en database – det virtuelle akvakulturanlæg -, som på grundlag af målinger og modelsimuleringer genererer oplysninger om anlæggets fortid, nutid og forventede nære fremtid til støtte for driftschefens optimering af anlæggets drifts- og miljøforhold.

5.7 Management

Inden for alle grene af produktionsvirksomheder er planlægning og styring af produktionen et vitalt element for en økonomisk bæredygtig drift. Ved traditionel dambrugsdrift i Danmark har det bærende element i produktionsplanlægningen typisk været en indgående driftserfaring, ofte opnået gennem flere generationer af dambrugere. I de fleste tilfælde ses en forbløffende god produktionsstyring uden unødigt brug af pen og papir. Eksempler på det modsatte ses dog også.

Ved øgede produktionsvolumener, i investeringstunge og teknisk mere komplicerede opdrætsanlæg, stiger behovet for formaliserede planlægnings- og styringsværktøjer. Hvor udnyttelsen af anlægsvolumenet sjældent er et problem inden for traditionel dambrugsdrift, er dette forhold afgørende i nyetablerede opdrætsanlæg. Ligeledes er der i traditionel dambrugsdrift kun få

muligheder for at påvirke vandkvaliteten. I nye anlæg med en høj recirkuleringsgrad er en styring af vandkvaliteten helt essentiel for virksomhedens overlevelse.

Ud fra størrelsen og kompleksiteten af nærværende projekt må dette omfatte en udredning af forholdene vedrørende Bedste Driftsmæssige Praksis, der omfatter planlægningsstrategier for drift og afsætning, for optimering af driftsresultat, emissionskontrol samt optimering af daglige arbejdsrutiner, der direkte er relateret til driften. Sidstnævnte kan f.eks. være tømning af slamfælder, frekvens og varighed af returskylling af biofiltre, eftersyn, vedligehold og håndtering af fisk.

Ligeledes må projektet omfatte en udredning af den Bedste Veterinærmæssige Praksis vedrørende den veterinærmæssige håndtering af fiskene, herunder forebyggende tiltag.

De enkelte elementer i disse udredninger er anført efterfølgende i oversigtsform.

Bedste Driftmæssige Praksis

Driftsstyring og registreringer i driften

- Generel driftsstyring og driftsstyringsværktøjer, herunder overvågnings- og alarmsystemer samt driftsjournal.
- Online, og manuelle registreringer i driften, herunder foder, fisk, vandkemi, slam, medicin/hjælpestoffer.

Driftsplanlægning / planlægning af hverdagen

- Daglige arbejdsrutiner (håndtering af fisk, kontrolvejning, pasning af renseanlæg, eftersyn og vedligeholdelse) Udarbejdelse af manualer.
- Planlægningsstrategier for optimering af daglige arbejdsrutiner, der direkte er relateret til driften.

Produktionsplanlægning

- Produktionsplanlægning, tæthed m.v. (herunder driftsmanualer)
- Planlægningsværktøjer (EDB m.v.).

Afsætning, økonomi-, budget- og virksomhedsstyring

- Planlægningsstrategier for afsætning og optimering af driftsresultat.
- EDB værktøjer.

Miljø, miljøledelse og sporbarhed

- Indførelse af miljøledelsessystem (EMAS - ISO 9001:2000).
- Lovgivning, recipientmålsætninger, myndighedsforhold m.v.
- Miljøgodkendelse.

- Certificeringsordninger.
- Logbogs- og kontrolregistreringskrav i relation til myndighedskrav.
- Planlægningsstrategier for emissionskontrol.

Arbejdsmiljø, –sikkerhed og medarbejderforhold

- Fysiske belastninger.
- Kemikalier.
- Weils sygdom.
- Psykisk arbejdsmiljø.

Bedste Veterinærmæssige Praksis

Ekstern smittebeskyttelse

Denne bruges primært til at undgå at smitten introduceres på anlægget. Forholdene er primært reguleret i lovgivningen, men egne foranstaltninger er dog også vigtige.

Lovgivning.

- Registrering af dambrug.
- Primært VHS, IHN, BKD og IPN
- Regler for, hvorledes fisk må flyttes fra anlæg til anlæg
- Regler for flytning af vand ved transport.
- Regler om tvungen desinfektion af øjenæg.
- Regler for desinfektion af transportvogne.
- Regler for afskærmning både over og ned langs sider på akvakulturanlæg.
- Regler for læssepladser.
- Regler for, hvad der sker, når smitte er konstateret (handelsforbud osv.).

Egne foranstaltninger.

- Indkøb af fisk med kendt sygdomsstatus.
- Støvlededesinfektion.
- Desinfektion af køretøjer.
- Forrum til indendørs anlæg.
- Skadedyrsbekæmpelse.
- Besøgslister.

Intern smittebeskyttelse

Denne bruges primært til at styre smittespredning intern på anlægget således at smitte enten helt undgås eller sker på de mest optimale tidspunkter.

Forhold af væsentlig betydning.

- Alt ind - alt ud produktion.
- Isolering af de enkelte produktioner (multi-sites).
- Rengøring / desinfektion.
- Styring af vandets bakterielle kvalitet.

- Vaccination.

Overvågning

- Viden om potentielle fiskesygdomme.
- Diagnostik, herunder evt. mikroskopi.

Behandlingsstrategi

- Anvendelse af hjælpestoffer.
- Anvendelse af medicin.

5.8 Økonomi (bilag 8)

Der ønskes en udredning af de kommercielle tekniske muligheder for at opdrætte ørreder i fuldt recirkulerende akvakulturanlæg. Til brug for vurderingen af de kommercielle muligheder er der udarbejdet et detaljeret budget, som her gennemgås i uddrag.

Budgettet viser de økonomiske konsekvenser ved etablering af et fuldt recirkuleret akvakulturanlæg til opdræt af ørreder.

Budgetmæssigt er det forudsat, at projektet etableres som et aktieselskab med en egenkapital (aktiekapital) svarende til den budgetterede egenfinansiering DKK 7.350.000.

Budgetgrundlag

Budgettet er udarbejdet på grundlag af

- meddelte budgetoplysninger
- anlægsinvesteringer på DKK 73,5 mio. og med forventet anlægsfinansiering som følger:

| | <u>Anlæg og driftsmidler</u> | <u>Produktions- haller</u> |
|--|----------------------------------|--------------------------------|
| • Den Europæiske Fiskerifond - tilskud | 30 % | 30 % |
| • Realkredit - lån | | 60 % |
| • Bank - lån | 60 % | |
| • Selvfinansiering | 10 % | 10 % |
| | <u>100 %</u> | <u>100 %</u> |

Kommentarer til budgettet

Det nye anlæg har en årlig produktionskapacitet på 3.000 ton ørreder. Anlægsinvesteringerne forventes at andrage DKK 73,5 mio., hvoraf tekniske anlæg og driftsmidler udgør DKK 48,5 mio. og produktionshaller DKK 25 mio. Der forventes 30 % tilskud til hele investeringen svarende til DKK 22 mio. fra Den Europæiske Fiskerifond.

Der forventes økologisk produktion. Af forsigtighedsgrunde er der budgetmæssigt taget udgangspunkt i traditionel produktion, idet det ikke på nuværende tidspunkt kan bedømmes, hvorledes en økologisk produktion af denne størrelse vil påvirke markedet - såvel salgsmæssigt (salgspris) som råvaremæssigt (foder) mv.

Budgettet viser underskud i de to første budgetår på hhv. DKK 3,0 mio. og DKK. Fra og med budgetår 3 forventes der et overskud på DKK 3,3 mio. Dette stiger til et overskud på hhv. DKK 3,9 mio. i budgetår 4 og DKK 4,4 mio. i budgetår 5.

Til driftsfinansiering vil der være behov for en kredit på ca. DKK 12 mio. i budgetår 1, stigende til DKK 16 mio. i budgetår 2.

I løbet af budgetår 1 vil der være et yderligere likviditetsbehov på ca. DKK 8 - 12 mio. til mellemfinansiering af moms på anlægsinvesteringerne.

Likviditeten vil herefter med den forventede produktion, omkostningsstruktur, finansiering og afdragsprofil være positiv og medføre en positiv likviditet i budgetår 5 på DKK ca. 2 mio.

Hoved- og nøgletaloversigt (DKK 1.000):

| | Budget år 1 | Budget år 2 | Budget år 3 | Budget år 4 | Budget år 5 |
|------------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Resultatopgørelse | | | | | |
| Bruttoudbytte | 13.879 | 22.500 | 45.000 | 45.000 | 45.000 |
| Bruttoresultat | 3.060 | 6.380 | 15.458 | 15.458 | 15.458 |
| Resultat før finansielle poster | (2.065) | (1.224) | 7.854 | 7.854 | 7.854 |
| Årets resultat | (3.082) | (3.655) | 3.345 | 3.816 | 4.357 |
| Balance | | | | | |
| Balancesum | 58.723 | 56.606 | 53.195 | 47.107 | 42.149 |
| Egenkapital | 4.268 | 613 | 3.957 | 7.773 | 12.130 |

| Finansiell udvikling | | | | | |
|-----------------------------|----------|---------|---------|---------|---------|
| Pengestrømme fra: | | | | | |
| - driftsaktivitet | (9.788) | (588) | 8.110 | 10.046 | 10.766 |
| - investeringsaktivitet | (51.450) | 0 | 0 | 0 | 0 |
| - finansieringsaktivitet | 49.620 | (3.660) | (3.660) | (3.660) | (3.660) |
| Forskydning i likvider | (11.618) | (4.248) | 4.450 | 6.386 | 7.106 |

| Nøgletal i % | | | | | |
|---------------------|------|-----|----|----|-----|
| Overskudsgrad | (15) | (5) | 17 | 17 | 17 |
| Afkastningsgrad | 24 | 40 | 85 | 96 | 107 |
| Soliditetsgrad | 7 | 1 | 7 | 17 | 29 |

| | | | | | |
|---|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <i>Produktion, ton</i> | <i>1.000</i> | <i>1.500</i> | <i>3.000</i> | <i>3.000</i> | <i>3.000</i> |
| Nøgletal pr. kg. fisk | <u>DKK</u> | <u>DKK</u> | <u>DKK</u> | <u>DKK</u> | <u>DKK</u> |
| Produktionsværdi pr. kg. Fisk | 15,00 | 15,00 | 15,00 | 15,00 | 15,00 |
| <i>Foderkoefficient</i> | <i>0,90</i> | <i>0,90</i> | <i>0,90</i> | <i>0,90</i> | <i>0,90</i> |
| Omkostninger til fisk | 0,50 | 0,33 | 0,25 | 0,25 | 0,25 |
| Omkostninger til foder | 6,38 | 6,38 | 6,38 | 6,38 | 6,38 |
| Andre variable omkostninger (el, ilt m.v.) | 2,30 | 2,40 | 2,40 | 2,40 | 2,40 |
| Drift anlæg og materiel | 0,94 | 1,13 | 0,56 | 0,56 | 0,56 |
| Drift ejendom | 0,24 | 0,17 | 0,09 | 0,09 | 0,09 |
| Administration | 0,46 | 0,33 | 0,17 | 0,17 | 0,17 |
| Personaleomkostninger | 2,65 | 1,76 | 0,88 | 0,88 | 0,88 |
| Afskrivninger | 2,48 | 3,31 | 1,65 | 1,65 | 1,65 |
| Resultat før finansielle poster pr. kg. Fisk | -0,94 | -0,82 | 2,62 | 2,62 | 2,62 |
| Finansielle udgifter | 2,04 | 2,43 | 1,13 | 0,92 | 0,68 |
| Ordinært resultat før skat pr. kg. fisk | -2,99 | -3,25 | 1,49 | 1,70 | 1,94 |

Omkostningsarterne er opstillet på samme måde som i "Regnskabsstatistik for akvakultur".

Følsomhedsanalyse.

Af nedenstående tabel fremgår virkningerne af ændringerne i væsentlige parametre. Beregningerne er foretaget i budgetår 3, hvor det forventes at anlægget er fuldt implementeret.

| | Resultatændring (DKK 1.000) |
|--|--|
| Ændring i nettoomsætning ved prisændring på +/- 10 % pr. kg. | 4.500 |
| Ændring i foderudgifter ved prisændring på +/- 10 % pr. kg. | 1.914 |
| Ændring i EI-udgifter ved prisændring på +/- 10 % pr. kWh. | 420 |
| Ændring i renteudgifter ved en renteændring på +/- 1 % | 585 |

Som det ses, er pilotprojektet følsomt overfor flere parametre. De mest følsomme parametre er ændringen i salgsprisen på fisk samt ændringen i prisen på foder. Et isoleret fald i salgsprisen på 10 % fra DKK 15,00 til DKK 13,50 pr. kg svarer således til årets overskud før skat i budgetår 3.

Øvrige budgetforudsætninger

Budgettet er udarbejdet som led i en undersøgelse af, om det er økonomisk muligt, teknisk gennemførligt og miljømæssigt forsvarligt at investere i meget store fuldt recirkulerede akvakulturanlæg, med begrænset indtag af grundvand, marginal påvirkning af den omgivende natur og økologisk drift.

Økologisk drift

Uanset, at pilotprojektet skal drives økologisk, er der af forsigtighedsgrunde budgetmæssigt taget udgangspunkt i traditionel produktion, idet man ikke på nuværende tidspunkt har forudsætninger for at kunne bedømme, hvorledes en økologisk produktion af denne størrelse vil påvirke markedet - såvel salgsmæssigt (salgspris) som råvaremæssigt (foder) mv.

Pristalsregulering

Budgettet er udarbejdet uden pristalsregulering. Der er således hverken foretaget regulering af salgspriser eller omkostninger. Alle priser er principielt fastholdt på gældende priser i dag.

Lejet grund

Anlægget forudsættes opført på lejet grund.

Produktion

Produktionen er baseret på opdræt af regnbueørreder til konsum, samt sættefisk til havbrug. Der budgetteres med et jævnt produktionsflow. Fuld produktion på 3.000 ton forventes nået i budgetår 3.

Omkostninger

Omkostninger ekskl. løn er budgetteret med udgangspunkt i den nye regnskabsstatistik for akvakultur. Det er vor opfattelse, at det medfører en forsigtig budgettering.

Bemanning

Når anlægget er fuld implementeret forventes der en bemanning på ca. 6 mand.

Finansiering

Det forventes at der vil være en finansiering via egenkapitalen på 10 % af anlægsinvesteringen netto, svarende til DKK 7.350.000

Der er ikke budgetteret med øvrige anlægsinvesteringer eller reinvesteringer i budgetperioden.

Afskrivningsprincipper

Anlægsaktiverne forventes fordelt lineært over aktivernes forventede brugstid, som udgør:

| | |
|--------------------------|-------|
| Driftsmidler | 5 år |
| Tekniske anlæg | 8 år |
| Bygninger på lejet grund | 30 år |

I anlægsåret, budgetår 1, afskrives der kun et halvt år.

Skat

Der vil under de givne forudsætninger ikke fremkomme aktuel skat i den 5-årige budgetperiode.

Der afsættes udskudt skat. Negativ udskudt skat aktiveres under posten "udskudt skatteaktiv".

Forsikringer

Fiskebeholdning vil blive forsikret ved en all risk forsikring.

5.9 Samfundsmæssige konsekvenser (bilag 9)

Det samlede resultat af etableringen af et dambrugsanlæg på 3.000 tons er afhængigt af mange forskellige faktorer, som kan variere over tid. I denne analyse er der valgt en tidshorisont på 20 år og en diskonteringsrate på 6 %. Det samlede samfundsøkonomiske resultat er angivet i nedenstående tabel, hvor værdierne er angivet som nutidsværdier.

Samlede samfundsøkonomiske resultat for produktionen

| | Omkostninger, NPV (mio. kr./20 år) | Indtægter, NPV (mio. kr./20 år) |
|--------------------|---------------------------------------|------------------------------------|
| Salg af fisk | | 604 |
| EU støtte | | 15 |
| Anlægsomkostninger | 93,7 | |
| Driftsomkostninger | 415 | |
| Miljøomkostninger | 14,8 | |
| I alt | 523,5 | 619 |
| Nettoresultat | | 95,5 |
| Årligt afkast | | 8,3 |

Kilde: Egne beregninger

Resultatet af den samfundsøkonomiske analyse viser, at det for det danske samfund vil være en god idé at etablere ørredopdræts anlæg med en kapacitet på 3.000 tons/år. Det samlede resultat for det beskrevne anlæg for en 20-årig produktionsperiode er en nutidsværdi på 95,5 mio. kr. Dette svarer til et gennemsnitligt årligt afkast på 8,3 mio. kr.

Denne konklusion skal tages med forbehold for de forudsætninger og usikkerheder på de parametre, der indgår i analysen.

Usikkerhedsanalyse

Analysens resultat kan ikke betragtes som et endeligt og fast resultat. Som tidligere beskrevet er der store usikkerhedsaspekter i udarbejdelse af samfundsøkonomiske analysers fremskrivninger af omkostninger og benefits over længere tid. Det overordnede usikkerhedsaspekt i denne analyse er, om der vil være et marked for de fisk, der bliver produceret, og efterfølgende hvad priserne på markedet vil være. Ligeså for de miljømæssige aspekter, hvor der kan være udviklet nye rensningsteknologier eller være indført yderligere skærpede udledningskrav. Dette vil påvirke de forudsatte omkostningsbestemte beregningspriser på CO₂, N og P. Dermed skal det præsenterede resultat tages med nogle forbehold.

Derfor har vi analyseret, hvilken indflydelse en ændring på 10 % i negativ retning, - dvs. med 10% mindre indtægter og 10 % større omkostninger, - vil have på det samlede samfundsøkonomiske resultat.

Yderligere er der beregnet "break-even" priser for analysens vigtigste parametre. - Beregninger med diskonteringsrate på 3 % bliver også præsenteret i denne usikkerhedsanalyse.

Resultatet af usikkerhedsberegningerne

En ændring af samtlige af analysens parametre med 10 % vurderes til at være en markant ændring i produktionsforholdene. Ændringerne omfatter ikke anlægsomkostninger, eftersom der ikke er udsigt til, at anlægsprisen vil ændre sig. Dermed forekommer der heller ikke nogen ændring i størrelsen af den forventede støtte fra EU. Ændringerne af omkostninger og indtægter er angivet i nedenstående tabel.

Følsomhedsanalyse med 10 % ændring af analysens variable parametre

| | Omkostninger, NPV (mio. kr.) | Indtægter, NPV (mio. kr.) |
|--------------------|---------------------------------|------------------------------|
| Salg af fisk | | 543,5 |
| EU støtte | | 15 |
| Anlægsomkostninger | 93,7 | |
| Driftsomkostninger | 464,6 | |
| Miljøomkostninger | 16,2 | |
| I alt | 574,6 | 558,5 |
| Nettoresultat | | - 16,1 |
| Årligt afkast | | - 1,4 |

Kilde: Egne beregninger

Ved en ændring af prisen på de variable parametre med 10 %, kan det fastlægges, at opdræt af ørred (3.000 tons) ikke er en samfundsøkonomisk rentabel ide. Resultatet set over den samme 20-årige periode er på - 16,1 millioner kr., hvilket svarer til et årligt negativt afkast på -1,4 millioner kr.

Break-even priser

Yderligere beregninger viser, at break-even prisen for rentabiliteten, ligger på en ændring af priser på 8,3 % i henholdsvis positiv og negativ retning. Det vil sige, at de variable udgifter samlet kan stige med 8,3 %, og de samlede indtægter kan falde med 8,3 % for at projektet giver et nul- resultat. Dermed er produktionen ret følsom overfor ændringer i priserne for de elementer, der indgår i produktionen.

Ser man isoleret på de enkelte parametre, og holder de andre parametre konstante, skal der imidlertid større ændringer til, før produktionen ikke er

Samfundsøkonomisk rentabel. Break-even prisen på afgørende parametre er angivet nedenfor:

Break-even priser på fisk og foder

| | Nuværende pris (kr.) | Break-even pris (kr.) | Ændringer i pris i % |
|----------|----------------------|-----------------------|----------------------|
| Fisk | 15 | 12,6 | 19 % |
| Foder | 7 | 9,63 | 38 % |
| Æg | 0,05 | 0,52 | 1040 % |
| Kvælstof | 15 | 370 | 2460 % |
| Fosfor | 80 | 790 | 990 % |

Kilde: Egne beregninger

På baggrund af de præsenterede break-even priser kan det konkluderes, at prisen på ørred er det mest følsomme parameter i analysen. Yderligere kan det konkluderes, at der skal relativt store ændringer til, før analysens resultat ændres, samt at de miljømæssige påvirkninger ikke indgår med særlig stor vægt i det samlede resultat. Der skal indtræffe meget store ændringer i mængder eller priser, før det har en reel indvirkning på det endelige resultat.

Diskonteringsrente på 3 %

Som omtalt indledningsvis, diskuteres det livligt hvilken diskonteringsrate, der skal anvendes i samfundsøkonomiske analyser. 6 % anbefales af Finansministeriet og har som udgangspunkt været standard i samfundsøkonomiske analyse de seneste år, mens 3 % anbefales af blandt andet Miljøministeriet. Anvendelse af en lavere diskonteringsrate har den effekt, at de værdier, der fremkommer længere ude i fremtiden, giver større nutidsværdier. Analysens resultat ved anvendelse af diskonteringsrate på 3 % er som følger:

Samlede samfundsøkonomiske resultat med 3 % diskonteringsrate

| | Omkostninger, NPV (mio. kr.) | Indtægter, NPV (mio. kr.) |
|--------------------|------------------------------|---------------------------|
| Salg af fisk | | 783,3 |
| EU støtte | | 15 |
| Anlægsomkostninger | 93,7 | |
| Driftsomkostninger | 484,2 | |
| Miljøomkostninger | 19,1 | |
| I alt | 651 | 798,3 |
| Nettoresultat | | 147,3 |
| Årligt afkast | | 9,9 |

Kilde: Egne beregninger

Det samfundsøkonomiske resultat bliver markant forbedret ved anvendelse af diskonteringsrate med 3 %. Det samlede resultat er på 147,3 millioner kr. og det årlige afkast er på 9,9 millioner kr.

Diskussion og konklusion

Formålet med denne analyse er at undersøge, om det er samfundsøkonomisk rentabelt at opdrætte fisk i fuldt recirkulerede produktionsenheder på 3.000 tons, og om regeringens handlingsplan for blandt andet akvakultur er en god idé for samfundet.

Med forbehold for de parametre, der indgår i analysen, viser det sig, at der er god samfundsøkonomi i at iværksætte og støtte dansk akvakultur i opførelsen af produktionsanlæg med en kapacitet på 3.000 tons/år. Den samlede nutidsværdi for en 20-årig produktionsperiode er 95,4 millioner kr., hvilket svarer til et årligt afkast på 8,3 millioner kr.

De vigtigste forudsætninger for denne analyse er priserne på foder og fisk, samt at produktionen forløber uden komplikationer; som eksempelvis sygdomsangreb. Det bør noteres, at opførelse af det præsenterede anlæg vil være det første af sin art, hvorfor der kan opstå uforudsete indkørvanskeligheder; - men samtidig kan der også forekomme forbedringer.

Miljømæssigt er opdrætsanlægget på visse områder en klar forbedring i forhold til de nuværende dambrug i Danmark. Vandforbruget er op mod 10 gange mindre per ton produceret fisk, og udledningen af kvælstof og fosfor er markant mindre per ton produceret fisk. Dertil foreligger der muligheder for yderligere reduktion af udledningerne i form af nyudviklede filtre, der kan installeres i anlægget. Dette er imidlertid forbundet med væsentlige omkostninger.

Grundlæggende afhænger etableringen af produktionsanlægget til ørredopdræt af en politisk diskussion om, hvilke udledninger af henholdsvis kvælstof og fosfor til naturen, man vil tillade. Set i dette lys adskiller dette anlægs fremtid sig ikke væsentligt fra de eksisterende hav- og dambrug. Hvis regeringen i praksis vil føre deres handlingsplan ud i livet, kræver det fleksibilitet i forhold til udledningsrestriktionerne for de miljøpåvirkelige stoffer.

6. Diskussion og anbefalinger

7. Bilag

| | |
|----------------|--|
| Bilag 1 | Grundvandsforhold v/ DHI |
| Bilag 2 | Indretning og drift v/ DFU |
| Bilag 3 | Energiforhold v/ DHI |
| Bilag 4 | Udledninger til miljø v/ DHI og DFU |
| Bilag 5 | Veterinærforhold: EU-ansøgning v/ FSA |
| Bilag 6 | Veterinærforhold: Økologiansøgning v/ FSA |
| Bilag 7 | IT og software v/ DHI |
| Bilag 8 | Økonomi v/ PWC |
| Bilag 9 | Samfundsøkonomi v/ IMV |