

# Optimering af driften på klassiske dambrug



Faglig rapport fra Dansk Akvakultur nr. 2012-5

Rapport for projekt optimering af drift på klassiske dambrug



Datablad

Serietitel og nummer: Faglig rapport fra Dansk Akvakultur nr. 2012-5

Titel: Optimering af drift på klassiske dambrug

Undertitel: -

Forfattere: Kurt Buchmann<sup>1</sup>, Inger Dalsgaard<sup>2</sup>, Anne J. T. Dalsgaard<sup>3</sup>, Per B. Pedersen<sup>3</sup>, Lars M. Svendsen<sup>4</sup> Niels Henrik Henriksen<sup>5</sup>, Kaare Michelsen<sup>5</sup> og Brian Thomsen<sup>5</sup>

Institutioner: <sup>1</sup>KU-SUND, <sup>2</sup>DTU Veterinærinstitut, <sup>3</sup>DTU Aqua, <sup>4</sup>DCE Aarhus Universitet, <sup>5</sup>Dansk Akvakultur

Udgiver: Akvakultur Forum

Finansiel støtte: Fødevareministeriet og EU. Journal nr. 3744-10-k-0181

Projekt: Rapportering af projekt "Optimering af drift på klassiske dambrug"

Sammenfatning:

Emneord: Klassiske dambrug, stoffjernelse, BAT krav, rødmundsyge, vaccine, geosmin, MIB, leveringsdamme

Forsidefoto: Foto fra Sillerupvæld Dambrug, Silkeborg Kommune

ISBN: 978-87-994996-5-6

Internetversion: [www.danskakvakultur.dk/images/projektrapporter](http://www.danskakvakultur.dk/images/projektrapporter)



# Indhold

<b>1. BAGGRUND OG FORMÅL</b> .....	<b>3</b>
<b>2. ORGANISERING</b> .....	<b>4</b>
<b>3. AFRAPPORTERING</b> .....	<b>4</b>
<b>4. RESUME AF ARBEJDSPAKKER</b> .....	<b>4</b>
Arbejds pakke 1a: Næringsstoffjernelse på klassiske dambrug v. DTU Aqua .....	4
Arbejds pakke 1b: Renseforanstaltninger på klassiske dambrug v. DTUA Aqua .....	6
Arbejds pakke 1c: Analyse af historiske NPO udledninger v. DCE AU .....	7
Arbejds pakke 2: Geosmin og MIB v. Dansk Akvakultur .....	8
Arbejds pakke 3: Rødmundsyge v. KU-Life og DTU Veterinærinstituttet .....	9
<b>5. BILAG</b> .....	<b>11</b>

# 1. BAGGRUND OG FORMÅL

Projektet adresserer tre selvstændige problemstillinger, som her skitseres kort.

Klassiske dambrug er et vigtigt og betydende segment i dansk akvakultur. For det første tegner de sig fortsat for en stor del af den samlede produktion, og for det andet rummer segmentet en række specialiserede dambrug, som på forskellig vis har afgørende betydning for hele opdrætsbranchens produktionsmæssige sammenhæng og volumen. Den nye regulering for dambrug indebærer, at klassiske dambrug mødes med skærpede og nye BAT krav i form af specifikke krav til udledninger af N, P og Bl<sub>5</sub> per kg opdrættet fisk. Med henblik på at sikre et fortsat udviklingspotentiale er det derfor nødvendigt at få undersøgt og fastlagt de praktiske muligheder for stoffjernelse på klassiske dambrug. Opgaven udfordres af, at dambrug, der forbliver reguleret på foder, ikke har mulighed for at øge produktionen.

Der findes mere end 50 smags- og lugtstoffer, som kan give fiskeprodukter bismag af eksempelvis mug eller mudder. Stofferne er primært et problem i ferskvand, hvor det er vist, at især stofferne geosmin og MIB er problematiske. Recirkulering kan medføre øgede koncentrationer af geosmin og MIB, og der savnes viden om, hvordan det kan undgås, at der opstår kritisk høje koncentrationer af geosmin og MIB. Det er tidligere vist, at niveauet af geosmin/MIB i leveringsdamme kan variere betydeligt, men der savnes dokumentation for, hvorledes det enkelte dambrug sikrer, at vandet i leveringsdammen indeholder minimale koncentrationer af uønskede smagsstoffer

Rødmundsyge (ERM forårsaget af bakterien *Yersinia ruckery*) er den fiskesygdom, der medfører det største forbrug af antibiotika i dansk dambrugsdrift, idet forbruget af antibiotika anvendt mod ERM tegner sig for ca. 90 % af forbruget af antibiotika på dambrug. Det på trods af, at ca. 90 % af alle danske opdrættede regnbueørreder i dag dypvaccineres mod sygdommen. I de senere år er der gennemført forsøg med både orale og stik vacciner og med andre vaccinationsprocedurer, men det må sammenfattende konkluderes, at de nuværende vaccinationsstrategier ikke har haft den ønskede effekt. Der er derfor behov for effektivitetsundersøgelser, der klarlægger hvilke vacciner, der virker bedst, og hvordan disse anvendes mest optimalt.

Projektet er den baggrund inddelt i tre arbejdsplaner (AP) med følgende overordnede formål:

- AP 1: Undersøge muligheder for fjernelse af næringsstoffer og Bl<sub>5</sub> på klassiske dambrug samt fastlægge evidens baserede BAT-krav til den specifikke udledning fra klassiske dambrug
- AP 2: Vurdere geosmin/MIB forebyggende tiltag på dambrug
- AP 3: Optimere viden om vaccination mod fiskesygdommen rødmundsyge for derved at nedsætte forbrug og udledning af antibiotika på/fra dambrug

## 2. ORGANISERING

Projektet er gennemført i perioden oktober 2010 til september 2012 med et budget på ca. 1,2 mio. kr.

Dansk Akvakultur har gennemført projektet i samarbejde med DTU-Aqua, DCE- Aarhus Universitet DTU-Vet og KU-Life.

DTU Aqua er ansvarlig for arbejdsplan 1 i samarbejde med DCE- Aarhus Universitet. Dansk Akvakultur er ansvarlig for arbejdsplan 2 og KU-LIFE og DTU-veterinærinstituttet er ansvarlig for arbejdsplan 3

## 3. AFRAPPORTERING

Projektet afrapporteres i form af nærværende samlerapport samt fire delrapporter, der samtidig indgår som bilag til denne rapport. I samlerapporten præsenteres resume og hovedkonklusioner fra de tre arbejdsplaner.

## 4. RESUME AF ARBEJDSPLANER

### Arbejdsplan 1a: Næringsstoffjernelse på klassiske dambrug v. DTU Aqua

Lundby Dambrug er et klassisk dambrug med slamkegler, biofilter, slambassin, bundfældningsbassin og plantelagune. Det er grundvandsfodt, og der pumpes borevand ind. Stabile vandtemperaturer og et konstant internt flow giver mulighed for at opstille massebalancer. Dambruget opdrætter moderfisk og æg/ungel, og repræsenterer derfor et "worst case" scenarie for klassiske dambrug.

Måleperioden dækker otte uger. Prøverne er analyseret for kvælstof, fosfor og iltforbrugende organisk stof. Der blev ved en enkelt lejlighed taget prøver til næringsstoffanalyse af slam fra slamkegler og tømnings- og spulevand fra biofilteret. Der er taget stikprøver af det anvendte foder til analyse for protein (kvælstof), fedt, fosfor, aske og tørstof for efterfølgende at kunne beregne produktionsbidraget. Der er målt vandflow, og der er udført et saltgenfindingsforsøg mhp. at afdække fordelingen af det interne returflow kontra flowet ud af produktionsanlægget. Ved samme lejlighed blev dambruget målt op mhp. at udregne volumenet og bestemme vandets teoretiske opholdstid.

Resultater fra måling af vandflow indikerer, at der skete en mindre indsivning til bundfældningsbassinet og til den ny-anlagte plantelagune (etableret i efteråret 2011). Den teoretiske opholdstid er

beregnet til 22,7 timer. Saltgenfindingsforsøget viser, at 40 % af vandet i bundfældningsbassinet strømmer til lagunen, mens 60 % strømmer til returpumpen. Samlet genfinding af salt er på 83 %.

Der blev fjernet meget lidt af produktionsbidraget af N målt som total N (4 %). Det skyldes en høj fjernelse af partikulært N (87 %). Omvendt var nettorensesegraden af opløst N negativ (-3 %). Dette viser, at de installerede rensesforanstaltninger netto ikke fjernede opløst N fra systemet. Det meste N fra fiskene forefindes på opløst form. Derfor bliver total N fjernelsen meget lille. Resultaterne indikerer, at sker en begrænset nitrifikation i anlægget. Den specifikke nettoudledning af total N overskrider BAT kravet for denne størrelse dambrug (122 vs. de tilladte 35 kg TN/tons fisk produceret) jf. dambrugsbekendtgørelsen (Miljøministeriet, 2012). Årsagen er, at der ikke effektivt kan fjernes opløst N med de installerede renses teknologier.

Resultaterne viser, at fisk udskiller lidt mere P på opløst end på partikulær form. Det er betinget af et højt fosforindhold i foderet kombineret med relativ god fordøjelighed. Rensegraden af partikulært P var høj (69 %), mens fjernelsen af opløst P var væsentlig lavere (13 %). Nettorensesegraden for total P på 36 % dækker over en effektiv fjernelse af partikulært P, men en mindre effektiv fjernelse af opløst P fra fiskeproduktionen. Den specifikke nettoudledning af total P overskrider BAT kravet for denne størrelse dambrug (13,2 vs. de tilladte 2,5 kg TP/tons fisk produceret) jf. dambrugsbekendtgørelsen. Årsagen er, at det ikke er muligt med de installerede renses teknologier effektivt at fjerne opløst fosfor.

Der blev fjernet både total  $B_{15}$  og total COD fra systemet (nettorensesegrader på hhv. 36 og 41 %). Disse tal dækker over en effektiv fjernelse af partikulært organisk stof (70-73 %), men ingen fjernelse af opløst organisk stof. Nettorensesegraderne for opløst  $B_{15}$  og COD var negative (hhv. -8 og -50 %) hvilket indikerer, at der netto blev genereret opløst organisk stof i anlægget. Den specifikke nettoudledning af total  $B_{15}$  overskrider langt det fastsatte BAT standardkrav for denne størrelse dambrug (92 vs. de 35 tilladte kg  $B_{15}$ /tons fisk produceret) jf. dambrugsbekendtgørelsen. Årsagen er, at det ikke er muligt med de installerede renses teknologier effektivt at fjerne opløst  $B_{15}$ .

Det konkluderes, at det ikke er muligt effektivt at fjerne opløste næringsstoffer (N, P, O) med de anvendte renses teknologier. Tilsvarende vurderes at gælde for andre klassiske dambrug med lignende rensesforanstaltninger. Eksemplet med Lundby Dambrug viser, at der i visse tilfælde genereres opløst stof gennem forskellige rensesforanstaltninger. Omvendt fjernes næringsstoffer på partikulær form effektivt med de anvendte renses teknologier, og dambruget kan fjerne 2/3 eller mere af produktionsbidraget på partikulær form. Dette vil formentlig også gælde for andre klassiske dambrug med lignende rensesforanstaltninger.

## Arbejdsmappe 1b: Renseforanstaltninger på klassiske dambrug v. DTUA Aqua

Ved vandløbsbidraget forstås den stofmængde, som tilføres dambruget med indtagsvandet. Traditionelle dambrug indtager typisk overfladevand/åvand med det indhold af kvælstof (N), fosfor (P) og organisk stof (O), som vandløbet har, fordelt på opløste og partikulære fraktioner.

Indtagsvandet kan være mere "rent" og uden det store indhold af N, P, O og især uden nævneværdigt indhold heraf på partikulær form. Dette gælder fx for væld- og kildedambrug og dambrug forsynet via boring eller dræn m.v.

Oveni vandløbsbidraget kommer produktionsbidraget (bidrag af næringsstoffer fra fiskeopdræt). Produktionsbidraget indeholder også N, P og O på dels opløst og dels partikulær form.

Summen af vandløbsbidrag og produktionsbidrag er den samlede stofmængde, som traditionelle dambrug kan behandle og fjerne stofelementer fra (partikulært og opløst N, P og O).

Betydningen af vandløbsbidraget illustreres med 3 eksempler. Det fremgår heraf, at vandløbsbidraget kan udgøre en dominerende andel af både kvælstof (59 – 90 %) og fosfor (27 – 71 %).

DTU Aqua har udarbejdet en model til beregning af produktionsbidraget ved en given produktion. Modellen dækker opdræt af regnbueørreder op til ca. 800 gram i ferskvand. I rapporten anføres eksempler på produktionsbidrag for hhv. portionsfisk og moderfisk.

Der gives en gennemgang af forskellige muligheder for at fjerne især partikulært stof på klassiske dambrug. Det fremgår heraf, at de forventede effekter primært baserer sig på data fra "Modeldambrugsprojektet", og at der derfor ikke er fagligt belæg for en direkte overførelse af resultaterne til klassiske dambrug.

Der er kun begrænsede informationer om effekten af sammensatte renseforanstaltninger. De i rapporten anførte eksempler er derfor uden empirisk grundlag og kan alene bruges indikativ til anskueliggørelse af forventede effekter.

Det konkluderes, at hvis produktionsbidraget betragtes isoleret, kan en række klassiske dambrug i størrelseskategorierne 25-55 t/år og 55-230 t/år få svært ved at overholde de nye BAT krav til specifikudledning (kg/t produceret fisk). Det gælder særligt for N og B<sub>5</sub>. Problemet forstærkes, hvis indtag fra vandløb reduceres, eller såfremt der anvendes grund/drænvand med lavt input af partikulært bundet stof. Pris- og miljøeffektive metoder til at fjerne opløste fraktioner savnes, ligesom metodernes effekter ikke er dokumenterede på klassiske dambrug. Praktisk anvendelighed på klassiske dambrug vil også være et element i en samlet vurdering af teknologiens anvendelighed. For dambrug med moderfisk/rognproduktion bliver udfordringen yderligere skærpet.

## Arbejdspakke 1c: Analyse af historiske NPO udledninger v. DCE AU

Som en del af AP 1 har DCE AU modtaget vandkemiske analysedata fra 30 klassiske dambrug for perioden 2005 til foråret 2012. Der er udvalgt 6 dambrug til beregning af estimater for nettoudledninger og -rensegrader for kvælstof, fosfor, organisk stof og ammonium. Resultaterne skal sammen med den praktiske del give input til udarbejdelse af forslag til BAT krav for de nævnte stoffer. Analysen skal endvidere give et estimat på vandløbsbidragets betydning for rensegraderne. Det primære formål er at give et første overordnet indtryk af nettoudledninger og -rensegrader for klassiske dambrug.

Kriterium for stikprøven er minimum et måleår med mindst 12 vandkemiske målinger i ind og udløb og, at der er målt vand i ind- og afløb i forbindelse med prøvetagningen. For dambrug, der opfyldte dette kriterium blev det efterfølgende afklaret, om der kunne skaffes oplysninger om foderforbrug, anvendte fodertyper samt fiskeproduktion for de år, hvor der var tilstrækkeligt antal prøver. 6 dambrug overholdt kriterierne. To dambrug indgår med et måleår, mens de øvrige indgår med hhv. 5, 6 og to med 7 måleår. Det er ikke vurderet, om stikprøven er repræsentativ.

For de 6 dambrug er der estimeret stofindtag og stofudledning, nettoudledning af ammonium, total kvælstof, total fosfor og organisk stof ( $Bl_5$ ), nettorensegrader, betydning af vandløbsbidrag, vandforbrug pr. kg produceret fisk m.v. Der er lavet statistik mellem de 6 dambrug og på år til variationer på dambrug, hvor der er flere års data. Der indgår i alt 27 måleår fra de 6 dambrug. Det er antaget, at "vand ind er lig vand ud". Alle dambrug indtager åvand. Ingen af dambrugene har plantelaguner, mens nogle har mikrosigte. I gennemsnit anvendes ca. 81 tons foder pr. år pr. dambrug med et maksimum på ca. 155 tons og mindste forbrug på ca. 23 tons. Vandindtag (-afledning) varierer mellem 15 og 660 l/s med en middel på 260 l/s pr. dambrug.

Det konkluderes at der er stor usikkerhed på de indtagne stofmængder og også en relativ stor usikkerhed på, hvor meget stof, der udledes fra dambrugene. Der er uhensigtsmæssigt, at der ikke konsekvent måles vand i både indtag og afløb fra dambrugene ved hver prøvetagning. Data indikerer, at vandmængderne ikke måles men blot estimeres. Usikkerhed på vandmængder medfører, at der er stor usikkerhed på de bestemte nettoudledninger og rensegrader og medfører ekstra stor spredning mellem de 6 dambrug.

Det fundne produktionsbidraget for fosfor svarer til standardværdien i dambrugsbekendtgørelse fra 2012, men det er 15-25 % lavere for ammonium og total kvælstof og for  $Bl_5$ .

Der er store forskel i nettoudledningerne fra de 6 klassiske dambrug, hvilket tilskrives reelle forskelle og usikkerheder på bestemmelse af stofmængde i indløb og udløb. De største variationer findes for



total kvælstof, total fosfor og  $Bl_5$ . Den store variation for total kvælstof tilskrives usikkerhed på fastlæggelse af stofmængderne.

4 af 6 dambrug har i gennemsnit opfyldt BAT kravene for total kvælstof, 5 af 6 for total fosfor for  $F_{\text{fill}} 55 - \leq 230$  tons, mens ingen har opfyldt  $Bl_5$  kravene for dette  $F_{\text{fill}}$  interval. 2 dambrug har opfyldt  $Bl_5$  kravet for  $F_{\text{fill}} 25 - \leq 55$  tons, mens alle har opfyldt kravet for  $F_{\text{fill}} \leq 25$  tons.

Resultaterne indikerer, at jo større andel af stofinputtet, der er tilført med vandløbsbidraget desto større er nettorensgraden og desto mindre bliver nettostofudledningen. Det betyder, at hvis dambrugene reducere deres vandindtag fra vandløb (med meget stof på partikulær form), så vil det kræve øget fjernelse af produktionsbidraget for at kunne fastholde samme nettorensgrader.

## Arbejdsopgave 2: Geosmin og MIB v. Dansk Akvakultur

Geosmin og MIB er lugt- og smagsstoffer der i vand naturligt kan dannes af forskellige mikroorganismer. Stofferne nedbrydes relativt langsomt i vandet og kan derfor ophobes. Stofferne kan optages af fisk og, afhængig af den resulterende koncentration i fisken, give anledning til varierende grad af bismag af mudder (geosmin) eller mug (MIB). Ved genbrug af vand (recirkulering) øges risikoen for, at lugt- og smagsstofferne ophobes i vandet og, at stofferne dermed kan give uønskede bismag i fisken.

Danske undersøgelser har vist, at der er en god sammenhæng mellem koncentrationen af de uønskede smagsstoffer i vandet, indholdet i fisken og i sidste ende graden af bismag i fisken. Jo højere koncentration i vandet des højere koncentration i fisken og dermed også større risiko for bismag. Praktisk erfaring og forskning har vist, at fiskene relativt hurtigt (få dage) kan udskille de uønskede lugt- og smagsstoffer fra fiskekødet, såfremt fiskene overføres til vand med lav koncentration af stofferne. Derfor overføres fiskene på danske dambrug inden slagting normalt til såkaldte "leveringsdamme", som udelukkende modtager vand med lavt indhold af bismagsstofferne.

Der er på 5 forskellige dambrug undersøgt forskellige tiltag mhp. at sikre, at de uønskede lugt- og smagsstoffer holdes på et lavt niveau i leveringsdammene, så fiskene før slagting hurtigt kan udskille evt. optaget geosmin/MIB til vandet. På nogle af anlæggene er det også undersøgt, hvilke niveauer af lugt- og afsmagsstofferne der findes i forskellige typer produktionsenheder og ved forskellige tiltag i produktionsenhederne.

Der har også været udført et enkelt laboratorieforsøg for at undersøge ler typerne moler og bentonits evne til at binde og bundfælde geosmin. Denne undersøgelse blev iværksat for at finde en billig og let måde at fjerne de uønskede lugt- og afsmagsstoffer fra vandet, hvori fisken opholder sig.

Baggrund, beskrivelse af forsøgene, resultater og uddybende konklusioner fremgår af bilag 4.

Der kan på baggrund af forsøgene konkluderes følgende:

- Der bør være stort fokus på indholdet af geosmin/MIB i dambrugets leveringsdam. Vandtilførsel med rent vand (bore-, kilde- eller å-vand) med lavt indhold af geosmin/MIB er ikke altid tilstrækkelig til at sikre lave niveauer i leveringsdammens vand.
- Regelmæssig tømning for vand og efterfølgende mekanisk rengøring med højtryksrensere af sider og bund i beton/træ reducerer indholdet af geosmin/MIB i leveringsdammen. Effekten holder dog relativt kort tid (få uger) i sommerperioden.
- Regelmæssig vandbehandling med pereddikesyreprodukt i leveringsdam har ikke været tilstrækkelig til at holde geosmin-niveauet lavt.
- Forebyggende desinfektion af sider/bund med eksempelvis koncentreret pereddikesyre og kloramin T viser en relativ kortvarende effekt overfor uønsket algevækst.
- Regelmæssig (ugentlig) behandling af de øverste 10-20 cm med eksempelvis PerAqua har på dambrug vist god effekt for at holde geosmin/MIB-indholdet på lavt niveau i leveringsdam.
- Anvendelsen af moler (3 gange ugentlig) viste på ét dambrug ingen reducerende effekt på geosmin/MIB indholdet i opdrætsvand. På andet dambrug blev der fundet et fald af geosmin/MIB i forbindelse med anvendelse af moler i leveringsdammen.
- Opdræt i runde dybe tanke ser ud til at resultere i et markant lavere geosmin-/MIB-indhold i opdrætsvandet sammenlignet med raceways-systemer.
- Forsøg på et enkelt dambrug tyder ikke på at regelmæssig rensning og desinfektion af biofilter med brintoverilte, væsentlig reducerer indholdet af geosmin/MIB i opdrætsvandet.

Konklusionerne skal tages med forbehold, da de fleste undersøgelser er lavet under normal dambrugsdrift uden mulighed for at opnå helt sammenlignelige kontrolgrupper og gentagelser. Resultater og konklusioner bør derfor kun tjene som inspiration for den enkelte dambruger i det daglige arbejde med at sikre leverancer af fisk uden bismag.

### Arbejdsopgave 3: Rødmundsyge v. KU-Life og DTU Veterinærinstituttet

Rødmundsyge (ERM) er én af de mest betydende fisesygdomme i den danske regnbueørredproduktion. ERM er på størstedelen af de danske dambrug hvert år ansvarlig for betydelig fiskedød, reduceret fodring, forhøjet foderkvotient, lavere tilvækst og således også et betydende produktionsstab. Herudover er sygdommen jf. VetStat's opgørelser ansvarlig for størstedelen (> 90 % vol.) af den antibiotika, der årlig anvendes i dambrugserhvervet.

Gennem de sidste årtier har dambrugserhvervet arbejdet intensivt med forebyggelse mod ERM. Dette foregår både via drifts- og anlægsmæssige foranstaltninger og via stort fokus på vaccination. Vaccinationen foregår primært via dyp-vaccinering af yngel i ca. 3-5 g/stk. størrelsen.

Hertil anvendes én af de i Danmark tre markedsførte vacciner. Beregninger indikerer, at mere end 90 % af alle danske regnbueørreder bliver dyp-vaccineret. Effekten af dypvaccineringen er erfaringsmæssig relativ god, og man opnår normalt en vis beskyttelse mod ERM-sygdommen. Beskyttelsen er dog desværre relativt kortvarig (mindre end 3-6 mdr.) og normal dypvaccinering beskytter sjældent fisken resten af dens liv (normalt 1-3 år). Revaccination via foder har været forsøgt, dog langt fra altid med den forventede effekt.

Bakterien *Yersinia ruckeri*, som forårsager ERM, findes i to forskellige biotyper. En bevægelig biotype 1 og en ubevægelig biotype 2. Indtil for få år siden var biotype 1 den mest isolerede biotype ved danske ERM udbrud, mens der i de seneste år nu oftest isoleres biotype 2. I Storbritannien har man tidligere set lignende skift, dog er deres biotype 2 ikke helt den samme som den biotype 2, der nu normalt isoleres i Danmark. I Storbritannien er der observeret en relativ dårlig effekt af de vacciner, der er udviklet på baggrund af biotype 1. Dette medførte udvikling af ny vaccine (AquaVac Relera), som indeholder både biotype 1 og 2 bakterier. Gennem forsøg er det efterfølgende vist, at denne nye vaccine giver bedre beskyttelse mod ERM-udbrud forårsaget af de britiske biotype 2 bakterier.

I Danmark indeholder de mest anvendte dypvacciner (AquaVac ERM og Ermogen) kun biotype 1 formalindræbte bakterier. Da danske ERM-udbrud for nuværende oftest skyldes Biotype 2 opstod spørgsmålet, om de normalt anvendte vacciner stadig giver beskyttelse mod ERM og i hvilken grad, eller om den nye, men væsentlig dyrere dypvaccine (AquaVac Relera), er mere effektiv. Formålet med denne arbejdsplan er at gennemføre en sammenligning af effekten af de tre ERM dypvacciner, der er markedsført i Danmark. Undersøgelsen er udført i et samarbejde mellem KU-Life, DTU-Vet, Bornholms Lakse Klækkeri, vaccinefirmaer, praktiserende fiskedyrlæger og Dansk Akvakultur. Undersøgelsen har været medfinansieret af Henriksens Fond og vaccinefirmaerne.

Undersøgelsen blev udført i 2010-2011. Regnbueørred-øjecæg blev i efteråret 2010 overført til Bornholms Lakse Klækkeri, hvor æggene blev klækket og fiskene efterfølgende opdrættet under sygdomsfrie forhold. I 5 g størrelsen blev fiskene dyp-vaccineret efter vaccineproducenternes anbefaling (30 sekunder i fortyndet vaccine 1:10). Vandtemperaturen var på vaccinationstidspunktet 10 °C. Herefter blev fiskene holdt på samme klækkeri i otte måneder ved temperaturer, der i perioden øgedes fra 10 til 14 °C. Efter to, fire, seks og otte måneder blev undergrupper af ørrederne udsat for eksperimentel smitte med *Yersinia ruckeri* biotype 2, som er isoleret fra et udbrud af rødmundsyge i et dansk dambrug. Smitteforsøgene foregik på KU-Life.

Resultatet af forsøgene er, at AquaVac Relera gav den laveste dødelighed i alle forsøgene. De to vacciner Ermogen og AquaVac ERM gav begge samlet set en dårligere beskyttelse. Ved smitteforsøget fire og seks måneder efter vaccination havde Ermogen en relativt bedre beskyttelse end AquaVac ERM vaccinen. Der synes altså at blive fremkaldt en relativt specifik beskyttelse mod en fra dansk dambrug isoleret rødmundsygebakterie *Yersinia ruckeri*, biotype 2, ved dypvaccinering med AquaVac Relera (indeholder både biotype 1 og 2), men der ses også en krydsbeskyttelse ved dypvaccinering med Ermogen og AquaVac ERM (indeholder begge kun biotype 1).

Undersøgelser af vævsskader otte måneder efter vaccination viste en tendens til, at AquaVac Relera vaccinerede fisk påførtes færre sygelige vævsforandringer af de indre organer, end det var tilfældet hos fisk, der var vaccineret med henholdsvis AquaVac ERM og Ermogen.

Forsøget har vist, at der under laboratorieforhold kan påvises en forskel mht. beskyttelse fremkaldt af de tre testede vacciner. Når regnbueørreder udsættes for infektion med den type rødmundsyge, der i øjeblikket oftest isoleres i danske dambrug, klarer AquaVac Relera sig bedst efterfulgt af Ermogen og Aqua-Vac ERM i nævnte rækkefølge.

Da der under praktisk dambrugsdrift kan optræde en række forhold, der kan påvirke vaccineeffekter, skal resultaterne opfattes som vejledende. Forsøget har dog vist, at dambrugere og praktiserende fiskedyrlæger skal være opmærksomme på, at forskellige vacciner kan give forskellig beskyttelse.

Resultaterne er videreformidlet gennem notat udsendt i november 2011 til medlemmer af Dansk Akvakultur, gennem præsentation ved medlemsmøde i december 2011 samt i forbindelse med afholdelse af Temadag i Herning d. 26. oktober 2012 om vaccination af fisk. Der er lavet en videnskabelig artikel og internt detaljeret notat til projektdeltagerne. Der henvises til bilagsmaterialer for yderligere informationer.

## 5. BILAG

1. Arbejdspakke 1a: Næringsstoffjernelse (N, P, O) på klassiske dambrug
2. Arbejdspakke 1b: Renseforanstaltninger på klassiske dambrug
3. Arbejdspakke 1c: Analyse af historiske udledninger fra klassiske dambrug
4. Arbejdspakke 2: Geosmin og MIB
5. Arbejdspakke 3: Rødmundssyge