

Forprojekt:

Opdræt af torskeyngel til udsætning i Østersøen

**01.02.2004 – 30.06.2004
Slutrapport**

Af

Støttrup, J.G., Overton, J.L., Möllmann, C., Paulsen, H.E., Pedersen, P.B. & Lauesen, P.
2004.

**Danmarks Fiskeriundersøgelser
Bornholms Lakseklækkeri.**

Danmarks Fiskeriundersøgelser
Afd. for Havøkologi og Akvakultur
Kavalergaarden 6
2920 Charlottenlund

ISBN: 87-90968-72-7

DFU-rapport nr. 143-05

Indholdsfortegnelse.

	Sammenfatning	4
	English Summary	8
1.0.	Introduktion	12
1.1.	Formål.....	12
1.2.	Projektbaggrund.....	13
1.3.	Projekt produkter	14
2.0	Valg af mulige scenarier og baggrund for beregninger af de 3 valgte scenarier	15
2.1.	Betingelser og krav for udsætning af marine fiskearter.....	15
2.2.	Opdræts- udsætningsscenarier	15
2.3.	Baggrundsberegninger for det antal torsk af en given alder, der skal udsættes for hvert af de tre forskellige udsætningsscenarier	16
2.4	Baggrundstal for beregning af behov for opdræts moderfisk, æg og larver ved de forskellige scenarier	16
2.4.1	Scenario I	16
2.4.2	Scenario II.....	17
2.4.3	Scenario III	17
3.0.	Resultater	19
3.1	Opdatering af resultater fra tidligere torskeprojekt i Nexø	19
3.1.1.	Moderfisk og fremskaffelse af æg	19
3.1.2.	Klækning	20
3.1.3.	Startfodring	20
3.2.	Opdatering af viden omkring torskeopdræt generelt.....	20
3.2.1.	Opdrætsbetingelser	20
3.2.2.	Genetiske hensyn i forbindelse med udsætning.....	21
3.3.	Biologisk vurdering vedrørende udsætning af torsk i Østersøen	21
3.3.1.	Torskefiskeri på Bornholm	21
3.3.2.	Generel økologi	21
3.3.3.	Æg- og larveoverlevelse	22
3.3.4.	Torskelarvernes fødetilgængelighed.....	22
3.4.	Vurdering af de fysiske forhold på Bornholms Lakseklækkeri.....	22
3.4.1.	Forslag til ændringer i forhold til eksisterende for scenario I	23
3.4.2.	Forslag til ændringer i forhold til eksisterende for scenario II	23
3.4.3.	Forslag til ændringer i forhold til eksisterende for scenario III	23
3.5.	Opstilling af økonomiske overslag for opdrættet	23
3.6.	Opstilling af grov økonomisk vurdering af udsætningens værdi	24

4.0.	Konklusioner	26
4.1.	Opdræt af Østersøtorsk	26
5.0.	Anbefalinger	27
	Appendiks I. Projektansøgningen. Udviklingsprojekt til opdræt af torskkeyngel til udsætning i Østersøen.....	29
	Appendiks II. Gennemgang og evaluering af tidligere torskeopdrætsprojekt i Nexø (1992-1994). Helge E. Paulsen, DFU.	33
	Appendiks III. Information vedrørende opdræt af Østersøtorsk. Opdatering af viden fra det tidligere torskeprojekt. Josianne G. Støttrup, DFU.....	37
	Appendiks IV. Biologisk vurdering vedrørende udsætning. Baggrund for torskens populationsøkologi i den østlige Østersø (ICES områderne 25-32). Christian Möllmann, DFU.	45
	Appendiks V. Fiskeri på Bornholm. (ICES områderne 25-32). Christian Möllmann, DFU.	50
	Appendiks VI. Vurdering af faciliteterne på Bornholms Lakseklækkeri med henblik på opdræt af torskkeyngel til udsætning. Peter Lauesen, Billund Akvakultur Service.....	53
	Appendiks VII. Økonomisk vurdering for torskeopdræt hos Fonden Bornholm Lakseklækkeri. Peter Lauesen, Billund Akvakultur Service.	70
	Appendiks VIII. Kontaktliste for alle involverede parter i projektet....	76

Sammenfatning.

Danmarks Fiskeriundersøgelser og Bornholms Lakseklækkeri indledte i februar 2004 et 5-måneders forprojekt for at afsøge potentialet for at ophjælpe torskebestanden i Østersøen med udsatte opdrætsfisk. Projektet er finansieret af Direktoratet for FødevarerErhverv, igennem Den Europæiske Unions Fiskerisektorprogram FIUF. Initiativtageren Birger Rasmussen, Bornholms og Christiansøs Fiskeriforening, har også været medlem af projektets styringsgruppe og har fulgt og støttet projektet i hele sit forløb.

Torskelandinger på Bornholm er af stor økonomisk betydning for øen. Alene de sidste 5 år er de totale torskelandinger på Bornholm faldet fra knap 24.000 tons og en værdi på 254 millioner danske kroner i 1999 til 11.500 tons og en værdi på 125 millioner kroner i 2003. De danske fiskere gør en ihærdig indsats for at bevare torskefiskeriet og dets afledte erhverv på Bornholm. I samme periode udgjorde de danske torskelandinger en stigende andel af de totale landinger af torsk på Bornholm. I 1999 udgjorde de danske torskelandinger på 14.000 tons 60% af de totale torskelandinger på Bornholm. I 2003 var de danske landinger faldet til 8,800 tons, svarende til 77% af de totale torskelandinger på Bornholm.

Værdien af torskelandingerne er dog fortsat høj. Sammenlignes torskefangster med fangster af andre arter ses at trods et mængdemæssigt fald i andelen af torsk fra 62% til 42% i forhold til den totale fiskefangst af danske fiskere på Bornholm, er værdien kun faldet fra 91% til 80% i løbet af de 5 år.

De danske fiskere på Bornholm fanger torsk primært i området øst for Bornholm (ICES område 25 [ICES: International Council for the Exploration of the Sea: det internationale havforskningsråd]). I 2003 blev 94% af den samlede fangst af torsk taget i dette område. Af det samlede torskefiskeri i området i 2003 udgjorde svenske og polske fangster i alt 66%, mens danske fiskere tog 22%.

De faldende fangster af især torsk af Bornholmske fiskere, en forbedret teknologi for opdræt af torsk samt en stigende forståelse af Østersøens økologi herunder torskens populationsøkologi har tilsammen bidraget til en forøget aktualitet for et projekt med det formål at undersøge mulighederne for ophjælpning af torskebestanden i Østersøen gennem opdræt og udsætninger.

Den østlige Østersøtorske regnes for at være adskilt fra den vestlige bestand. Den gyder over en periode på 3-5 måneder med et maksimum, der har flyttet sig fra april-juni i 70'erne og 80'erne til juli-august i begyndelsen af 90'erne. Dette i modsætning til bestanden i den vestlige Østersø og Bælthavet hvor gydningen foregår i februar-marts. En høj reproduktiv succes i 1976, 1979 og 1980 øgede størrelsen af bestanden i den østlige Østersø og bidrog dermed til ekspansionen i fiskeriet i 80'erne, hvor fangsterne steg til 400.000 t. Det høje fiskeritryk kombineret med ringe rekrutteringssucces er årsag til den markante nedgang i bestandsstørrelsen de sidste ti år.

Mange studier har vist, at det ikke er produktionen af æg men overlevelsen af de tidlige livsstadier, der er afgørende for torskens rekrutteringssucces i den Østlige

Østersøbestand. Dette er meget vigtigt for opfyldelsen af de økologiske kriterier for udsætning, idet det peger på en flaskehals på et meget tidligt tidspunkt i fiskens livshistorie. De senere livsstadier har bedre chance for overlevelse. I opdrætssammenhæng betyder det endvidere, at man ikke nødvendigvis behøver at fodre de nyklækkede torskelarver, men kan sætte dem ud inden de skal fodres og dermed undgå det bekostelige og meget risikofyldte yngelopdræt. Dette kan belyses ved at sammenligne dødelighed fra nygydte æg til ca. 2 dage gamle larver i naturen og i opdræt. I naturen er dødeligheden estimeret til 27% per dag, mens den i opdræt er gennemsnitligt 6% per dag.

Afgørende for ægoverlevelsen i Østersøen er faktorer såsom vandets salt- og iltindhold, æggenes størrelse som er relateret til moderfiskenes størrelse og rovfiskenes græsningstryk. Større æg har en højere flydeevne og dermed lavere krav til saltindholdet i vandet. Endvidere er der observeret en højere larveoverlevelse med stigende ægstørrelse. Rovdyr som brisling (*Sprattus sprattus*) og sild (*Clupea harengus*) findes i samme område som torskeæg udvikler sig i, og bidrager dermed til ægdødeligheden. Skiftet i gydetidspunkt har gjort at brisling har mindre betydning for ægdødeligheden, men at det nu er silden, der har størst indflydelse på torskeæggenes overlevelse.

Når torskelarverne i en alder af to-tre dage skal til at søge og fange føde, søger de mod overfladen, hvor byttedyr tætheden er størst. Her er de stort set fri for græsning fra sildefiskenes og deres overlevelse er nu primært afhængig af om de kan finde og fange tilstrækkelig føde. I foråret forekommer en bestemt art af vandlopper (dyreplankton) *Pseudocalanus* i store mængder og det er den art torskelarverne i 70'erne og 80'erne har været afhængige af i det tidlige larvestadie. Med skiftet i gydeperioden er der også sket et skift i de arter der er til rådighed som byttedyr. I sensommeren er arterne *Acartia* og *Temora* dominerende og disse er sammen den vigtigste fødekilde for torskelarverne.

I projektperioden har gruppen arbejdet med 3 opdræts- og udsætningsscenarier:

- Scenario I: Udsætning af 3-mdr.-gamle juvenile torsk.
- Scenario II: Udsætning af 2-3 dage gamle blommesækslarver.
- Scenario III: Udsætning af nybefrugtede æg.

Hvert af disse scenarier blev evalueret mht. økologien, økonomien og det praktiske, herunder behov for ændringer i de nuværende faciliteter på Bornholms Lakseklækkeri, hvor projektet gennemføres. Resultaterne blev derefter sammenlignet for at identificere hvilke scenarier var den mest realistiske og gennemførlige.

Målet var en 10% øgning af mængden af 2-årige rekrutter af Østersø torsk i ICES (International Council for the Exploration of the Sea; det internationale havforskningsråd) område 25.

VPA (Virtual Population Analyses; fiskebestandsvurderingsanalyser) tallene ligger til grund for beregningerne. Med udgangspunkt i den gennemsnitlige populationsstørrelse over 5 år (1998-2002) blev en 10% øgning i antal 2-årige beregnet. Dette tal blev, på baggrund af dødelighedsestimater også anvendt i VPA, tilbageregnet til 3-måneder gammel yngel, ny-klækkede larver og nybefrugtede æg.

De tre scenarier kræve følgende antal udsat:

- Scenario I: 26 mio., 3-mdr.-gamle juvenile torske.
- Scenario II: 474 mio., 2-3 dage gamle blommesækklarver.
- Scenario III: 13 billioner nybefrugtede æg til udsætning.

Omfanget af udsætninger ville, ifølge beregningerne, alle resultere i omkring 17 millioner 2-årige rekrutter, hvilket svarer til 10% af en gennemsnitlig årgang.

På opdrætssiden blev behovet for moderfisk beregnet på baggrund af produktions- og overlevelsestal fra et tidligere opdræt af Østersøtorske på Bornholm samt på tal fra opdræt af Nordsøtorske. Der blev anvendt konservative estimater. Herfra, og med udgangspunkt i at der kun ville kunne udsættes i sommerhalvåret, blev behovet for faciliteterne estimeret. De nuværende faciliteter på Bornholm (Bornholms Lakseklækkeri i Nexø) blev vurderet og behov for ændringer eller udvidelse skitseret. Endelig blev der udarbejdet estimater for både etablerings/renoveringsomkostninger og for driftsomkostninger herunder behov for mandskab, m.v.

Både Scenario I og III kan ikke anbefales som mulige og gennemførlige opdræts- og udsætningsscenarier. Begge vil kræve en betydelig udbygning af de nuværende faciliteter på Bornholm. Endvidere er sandsynligheden for at kunne opnå produktionsmålet i Scenario I ringe og vil kræve store ressourcer. Scenario III kræver en etablering af en stor moderbestand for at imødekomme den høje ægdødelighed i løbet af dette stadie i naturen. Begge scenarier vil nødvendiggøre store investeringer i bygninger, høje etableringsomkostninger, mange mandskabs- og driftsressourcer og yderligere er Scenario I risikofyldt uden sikkerhed for at opnå produktionsmålet.

Etableringsomkostninger og behov for ændringer er mindst for Scenario II. Både økologisk og økonomisk er dette scenario også klart det, der er mest egnet og hvor der er højest sandsynlighed for gennemførelse. På den baggrund vurderes Scenario II at være mest fordelagtig både med hensyn til biologiske, opdrætsteknologiske og økonomiske faktorer.

Konklusionen er, at der er potentiale i at ophjælpe torskebestanden i den østlige Østersø ved årlig udsætning af 2-3 dage gamle torskeklarver, der stammer fra samme område. Fysisk og opdrætsteknologisk er det muligt at producere et tilstrækkeligt antal på Bornholms Lakseklækkeri i Nexø, på de nuværende faciliteter med en mindre tilbygning, mindre ændringer i kartyper og ændret dimensionering af vandbehandlingsanlæg. Disse ændringer, samt genetablering af vandindtag og tilhørende vandbehandling forventes at kunne gennemføres for omkring 3-3,7 millioner kroner. Driftsomkostningerne ved den årlige produktion forventes at ligge på omkring 1½ millioner kroner.

Det vurderes at udsætningen vil være økonomisk rentabel. Udsætning af 474 millioner torskeklarver forventes at resultere i knap 17 millioner 2-årige rekrutter. Ved at udsætte 2-4 dage gamle blommesækklarver springer man altså over den mest kritiske periode i fiskens liv og undgår dermed den flaskehals som de ringe iltforhold skaber. At man udsætter blommesækklarver betyder desuden at man ikke behøver at fodre fiskelarver og

yngel og man undgår det bekostelige og højrisiko-betonede yngelopdræt. Ved at udsætte fiskelarver i områder med høje byttetæthed opfyldes samtidig to kriterier for bestandsophjælpning.

Nogle af de udsatte fisk vil bidrage til gydebestanden allerede som 2-årige, nogle vil blive fanget og atter andre vil overleve og bidrage til den følgende års gydning eller fangst. En beregning af resultatet fra én udsætning baseret på tal anvendt i ICES vurderinger af denne bestand i Østersøen viste en fiskeriindtægt til danske fiskere fordelt på 6 år på 13 – 20 millioner kroner, afhængig af fiskenes fordeling i Østersøen. Herudover skal indberegnes det årlige bidrag til gydebiomassen. Efter etableringsfasen forventes en årlige udgift på omkring 1½ millioner kroner at medføre en årlig indtægt på 13-20 millioner kroner.. Driftsudgiften dækker kun omkostningerne for produktion af torskeyngel og udsætningsudgifterne er ikke inkluderet.

Torsken er en fedtfattig fisk. De foreløbig undersøgelse af dioxin indholdet i torskekødet tyder på et meget lav indhold i kødet og derfor forventes fiskeriet på torsk ikke at blive påvirket af sundhedshensyn i forhold til fedtopløselige miljøgiftige stoffer.

English Summary.

The Danish Institute for Fisheries Research and Bornholms Lakseklækkeri conducted a 5 –month evaluation project to examine the potential for enhancing the Eastern stock of Baltic cod (*Gadus morhua*) by releasing reared fish. The pilot project was financed by the Ministry of Food, Agriculture and Fisheries through the European Commission Fishery Sector's FIUF funds. The project initiator, Birger Rasmussen, Chairman of Bornholms and Christiansøs Fisheries Organisation, participated in the project working group and has supported the project throughout.

The cod landings on Bornholm are economically important for the island. Over the last 5 years however, the total cod landings on Bornholm have declined from just under 24,000 tons at a value of 254 million Dkr in 1999 to 11,500 tons at a value of 125 million Dkr in 2003. During the same period, the Danish cod landings have constituted an increasing ratio of the total cod landings on Bornholm relative to the total cod landings on the island. In 1999 the Danish cod landings of 14,000 tons constituted 60% of the total cod landed on the island. In 2003 this had decreased to 8,800 tons, but still constituted 77% of the total cod landed on the island. The Danish fishermen and supporting industries on Bornholm have increased their efforts to maintain the cod fishery.

The value of the cod landed is still high. When comparing cod catches with other species, it is evident that despite a decrease in the cod catches from 62 % to 42 % of the total fish caught by Danish fishermen from Bornholm, the associated value of the catch has only fallen from 91 % to 80 % during the same 5 year period.

The Danish fishermen on Bornholm catch cod primarily in the eastern Baltic, i.e. ICES (International Council for the Exploration of the Seas) area 25. In 2003, 94 % of the total cod catches were from this area. The Swedish and Polish catches constitute 66% of the total cod caught in that area; while the Danish catches constitute 22%.

The combination of the decline in catches, in particular of cod by the fishermen on Bornholm, improved fish culture technology and an increased understanding of the Baltic ecosystem ecology, in particular the cod population dynamics, has provided the impetus for this project, which aims at exploring the potential for stocking cod in the Baltic to enhance the local stock. Certain criteria have to be fulfilled in order to be able to enhance a stock through repeated releases. The most important are that:

- The presence of a recruitment bottleneck which is not only due to fishery.
- The size of fish released is larger than that of the documented bottleneck, and that it corresponds to a suitably positive economic relationship between the cost of producing the fish and that obtained from their catch in the fishery.
- There is plenty of space and food available for the released fish.

In this pilot project the literature on the biology, ecology and rearing technology of the eastern Baltic cod was reviewed, the criteria for stock enhancement examined and the potential for stocking evaluated, including the economic cost-benefit.

The eastern Baltic population of cod is considered to be a discrete stock. It spawns over a period of 3-5 months with a peak in spawning which has shifted from April-June in the 1970s and 1980s to July-August in the beginning of the 1990s. This is in sharp contrast to the western Baltic and Belt Sea spawning stocks where the spawning takes place during February-March. A high reproductive success in 1976, 1979 and 1980 increased the size of the eastern Baltic cod stock and contributed to the considerable expansion of the fisheries in the early 1980s, where the catches increased to 400,000 tons. However, high fishing pressure combined with a poor recruitment success has resulted in the sharp decline in the stock size over the last ten years.

Several studies have shown that it is not only the egg production, but the rather poor survival of the early life stages (egg and early larvae) which limit the recruitment success in cod stocks from the eastern Baltic. This is a very important finding in terms of fulfilling the ecological criteria required for stock enhancement, in that it points to a bottleneck at a very early stage in the life history of the cod stock.

In the eastern Baltic parameters that are crucial to egg survival include salinity and oxygen, the egg size (which is related to the size of the broodstock fish) and the predation pressure. Larger eggs have higher buoyancy and thus lower demands for saline water. Furthermore, higher larval survival has been related to increased egg size. Predators such as sprat (*Sprattus sprattus*) and herring (*Clupea harengus*) occur in the same depth distribution as the cod eggs and newly-hatched larvae and contribute to their mortality. The change in spawning period has resulted in a decreased predation pressure from sprat but an increased pressure from the herring stock.

When cod larvae are two to three days of age, they swim towards the surface in search for food. At the surface they are more or less free of predation from herring and their survival is largely dependant on whether they can locate and ingest sufficient prey. In the spring, the copepod *Pseudocalanus* sp. dominates, i.e. the species the cod larvae depended on during the 70s and 80s. With the shift in the spawning period to late summer, *Acartia* and *Temora* species dominate the zooplankton composition. These species constitute the vital prey for the cod larvae.

During the evaluation project, the working group addressed 3 rearing- and release scenarios. These three scenarios were;

- Scenario I: Release of 3 month old juvenile cod
- Scenario II: Release of 2-3 day old yolk sac larvae
- Scenario III: Release of newly fertilised eggs

Each of these scenarios was evaluated ecologically, economically and practically, including requirement for alterations to the current facilities at Bornholms Lakseklækkeri, where the project will take place. Thereafter, the result of the evaluation for all three Scenarios was compared in order to identify the most realistic and economically viable option. .

The goal was to find a release strategy that would result in a 10% increase in the numbers of 2-year-old recruits of the Baltic stock in the ICES area 25.

VPA (Virtual Population Analysis) numbers were used in the calculations. Based on the average population size estimate for a 5-year period (1998-2002), a 10% increase in numbers was calculated. This value was used to back-calculate to 3 month-old, newly-hatched and newly-fertilised eggs using mortality estimates also used in VPA.

The 3 scenarios would require the following numbers of individuals to be released;

- Scenario I: 26 million 3 month old juvenile cod
- Scenario II: 474 million, 2-3 day old cod larvae
- Scenario III: 13 billion newly fertilised eggs

The size of all 3 scenarios should, according to the calculations, each result in around 17 million 2-year old recruits, which corresponds to a 10% increase for an average year-class. It is obvious that there is some uncertainty related to these numbers associated with the annual variation in mortality during the different life stages.

With respect to cod rearing, estimates of the broodstock size were based on production and survival rates from an earlier rearing trial on Baltic cod on Bornholm, as well as from experience from rearing North Sea cod. Conservative estimates were used. Also considering that the releases would be performed during a short period during the summer and late summer, estimates for facility requirements were made. The present facilities on Bornholm (Bornholms Lakseklækkeri, Nexø) were evaluated and requirements for changes or expansion were outlined. Finally, estimates for both the establishment/renovation and for operating costs were estimated, including manpower, etc.

Both Scenarios I and III are not recommended as they are neither feasible nor practical as rearing and release scenarios. Both would require significant expansion of the present facility on Bornholm. Furthermore, the likelihood of achieving the production aims for Scenario I is very poor and would require many resources. Scenario III would require a very large broodstock to compensate for the large egg mortality encountered in nature. Both scenarios would require large investment in building, high initial costs, heavy manpower and running costs,

Initial expense and requirements for facility alterations are least for Scenario II. Both ecologically and economically this scenario is clearly the most realistic and has the highest potential for success. Thus this scenario is considered the most advantageous with respect to both the biological, technological and economic aspects.

The conclusion from this study is therefore that there is a potential for stock enhancement of the eastern Baltic stock through yearly releases of 2-3-day-old fish larvae originating from the same area. Physically and technically the production of cod yolk sac larvae in sufficient numbers is feasible at Bornholms Salmon Hatchery in Nexø, in the present facility though with minor modification and a minor extension to the hatching facility, small alterations in tank types and dimensions for the water treatment units. This change, as well as the reestablishment of a seawater intake and associated

water treatment units is expected to cost around 3- 3.7 million Danish crowns. Annual running costs are expected to be around 1½ million Danish crowns.

The releases are expected to be economically viable. The release of 474 million cod larvae is expected to result in 17 million 2-year-old recruits. By releasing 2-4 day old yolk sac larvae, the critical egg and early larval stages related to poor oxygen conditions and high predation pressure would be avoided. There is no need to feed the fish in the laboratory thus keeping the rearing costs at a minimum and avoiding the risky business of rearing cod juveniles. By releasing the larvae in high densities of natural prey, the zooplankton they will encounter an ample food supply thus fulfilling the remaining criteria for stocking.

Some of the released fish would contribute to the spawning stock at this age group, some will be caught and others will survive and contribute to the following years catch or to the spawning biomass. A calculation of the result from a single release, using ICES estimates for this Baltic stock showed a fishery revenue over a six-year period of 13- 20 million Danish crowns, depending on the distribution of fish in the Baltic. In addition, there is a yearly contribution to the spawning biomass. After an initial period, the yearly revenue from an annual release costing 1½ million Danish crowns is expected to result in a fishery worth 13-20 million Danish crowns. The running costs cover only production costs and do not include costs for the transportation of larvae to the release sites.

Cod is a lean fish. Preliminary investigations indicate low dioxin content in cod muscle and thus the cod fishery is not expected to be influenced by health concerns related to fat soluble contaminants.

1.0. Introduktion

Torskelandingerne på Bornholm er af stor økonomisk betydning for øen. Torskefangsterne er de sidste 5 år faldet fra knap 24.000 tons og en værdi på 254 millioner danske kroner i 1999 til 11.500 tons og en værdi på 125 millioner kroner i 2003. De danske fiskere gør en ihærdig indsats for at bevare torskefiskeriet og dets afledte erhverv. I samme periode udgjorde de danske torskelandinger en stigende andel af de totale landinger af torsk samtidig med at de faldt i mængden. I 1999 udgjorde de danske torskelandinger på 14.000 tons 60% af de totale torskelandinger på Bornholm. I 2003 var de danske landinger faldet til 8.800 tons, men udgjorde 77% af de totale torskelandinger på Bornholm.

Værdien af torskelandingerne er dog fortsat høj. Sammenlignes torskefangsterne med fangster af andre arter ses, at trods et fald i andelen af torskefangster fra 62% til 42% i forhold til den totale fiskefangst af danske fiskere på Bornholm, er værdien kun faldet fra 91% til 80% i løbet af de 5 år.

De danske fiskere på Bornholm fanger primært torsk i område 25. I 2003 blev således 94% af torskene fanget i område 25. Sverige og Polen fanger også torsk i området (hvert land fanger 33% af de totale torskefangster fra området), mens danske fangster af torsk fra område 25 udgjorde 22% af de samlede fangster fra området i 2003.

De faldende fangster af især torsk på Bornholm, den forbedrede teknologi for opdræt af torsk samt den stigende forståelse af Østersøens økologi har tilsammen bidraget til en forøget aktualitet for et projekt med formål at undersøge potentialet for bestandsophjælpning af torskebestanden i Østersøen.

1.1. Formål

Formålet med projektet er at opdrætte torskeyngel til udsætning i Østersøen. Dette forudsætter at der er et potentiale for bestandsophjælpning gennem udsætning, at der kan produceres et tilstrækkeligt antal fisk samt at det er økonomisk bæredygtigt.

Formålet med dette forprojekt har været at indsamle og opdatere den tilgængelige viden om Østersøtorskens biologi og økologi, belyse kriterier, potentiale og flaskehalse for en aktiv bestandsophjælpning af Østersø torsk, samt vurdere de økonomiske rammer.

Følgende delmål blev skitserede:

1. Opdatere resultater fra et tidligere torskeprojekt i Nexø
2. Opdatere viden omkring torskeopdræt generelt, herunder resultater fra "Udviklingsprojekt til opdræt af torsk i landbaseret akvakulturanlæg".
3. Biologisk vurdering vedrørende udsætning herunder udsætningsstørrelse og fiskestørrelse til udsætning af torsk i Østersøen på baggrund af DFU notat (vedlagt).
4. Vurdering af de fysiske forhold på Bornholms Lakseklækkeri.
5. Opstilling af økonomiske overslag for opdrættet.
6. Opstilling af grov økonomisk vurdering af udsætningens værdi på baggrund af DFU notat (vedlagt).

7. Projektafrapportering, formidling af resultater i lokalt blad samt i populærvidenskabeligt format

1.2. Projektbaggrund.

Projektets initiativtagere; en gruppe bestående af Bornholms & Christiansø Fiskeriforening, A. Espersen A/S og Fødevarergruppen under Bornholms Regionskommune, ansøgte første gang Direktoratet for FødevarerErhverv om tilskud til dette forprojekt den 8. april 2003. At initiativet kom fra Bornholm må ses i lyset af at det er det amt i landet, der har den største andel beskæftigede med fiskeri. Hertil kommer den afledte beskæftigelse i serviceerhvervene. Endvidere er der den kendsgerning at fiskerierhvervets rammebetingelser altid vil være usikre, fordi ressourcegrundlaget påvirkes af både natur- og menneskeskabte faktorer. Det bornholmske fiskerierhverv er dybt afhængigt af en enkelt art, nemlig østersøtorsken, der tegner sig for 80 – 90 % af landingsværdien.

Den 19. juni 2003 meddelte Direktoratet afslag på det foreliggende grundlag med henvisning til et notat udarbejdet af Danmarks Fiskeriundersøgelser af 4. juni (Ref: 3704-3-03-6, J.Nr. 2003-5-0017) hvor der blev opstillet forskellige mulige udsætningsscenarier og det forventede udbytte fra disse scenarier. Det blev fremhævet i notatet, at det var vigtigt at opstille kriterier og krav for bestandsophjælpning igennem udsætning, og undersøge om disse kunne opfyldes, inden man indleder et storskala opdræt og udsætning af Østersøtorske. Det nuværende forprojekt tager udgangspunkt i de opstillede scenarier i DFU's notat og gennemgår de biologiske, økologiske, opdrætsmæssige og økonomiske aspekter med henblik på at afstikke rammer for en eventuel bestandsophjælpning igennem opdræt og udsætning af torskekeygel, torskelarver eller torskeæg.

Forprojektet er et samarbejde mellem Danmarks Fiskeriundersøgelser og Bornholms Lakseklækkeri i Nexø, med seniorforsker Josianne Støttrup som projektleder. Projektet er finansieret af Direktoratet for FødevarerErhverv, igennem Den Europæiske Unions Fiskerisektorprogram FIUF. Da projektets indhold spændte fagligt meget bredt over opdræt og opdrætsteknikker til Østersøtorskens biologi og populationsøkologi, blev projektgruppen udvidet med forskere med den relevante baggrund.

Fra Danmarks Fiskeriundersøgelser (DFU) deltog:
Seniorforsker Josianne Støttrup, projektleder, marin akvakultur, opdræt af marine fisk, fiskepleje, udsætning som værktøj til bestandsophjælpning.
Forsker Helge Paulsen, akvakultur, fiskeopdræt, generel fiskeøkologi og fiskefysiologi.
Forsker Per Bovbjerg Pedersen, akvakultur, opdrætsteknologi, recirkulerende anlæg.
Forsker Christian Möllmann, Østersøens økologi, torskens økologi og populationsdynamik.

Fra Bornholms Lakseklækkeri (BLN) deltog:
Projektforsker Julia Lynne Overton, daglig leder af Bornholms Lakseklækkeri, akvakultur, opdrætsteknologi, fiskeopdræt.

Konsulent Peter Lauesen, Billund Aquakultur f. Bornholms Lakseklækkeri, opdrætsteknologi, recirkulerende anlæg.

En særlig tak til Jonna Tomkiewicz og Fritz Köster, DFU, der bidrog til information om torskens populationsøkologi og Østersøens økologi. En tak til Lilian Andersen, DFU, for hjælp med tekstgennemlæsning. Endvidere en tak til initiativtageren Birger Rasmussen, Bornholms og Christiansøs Fiskeriforening for hans fortsatte støtte igennem projektet.

1.3. Projektprodukter.

Følgende en opgørelse og status for projektprodukterne skitserede i ansøgningen.

- Projekt slutrapport indeholdende enkeltrapporter for projektets delmål. Nuværende rapport er slutrapporten med de enkelte delrapporter.
- En artikel til Fisk & Hav, der omhandler de biologiske og økologiske aspekter (Udgives efter projektafslutning).
En populærvidenskabelig artikel er under udarbejdelse. Den er beregnet til at fylde 3-4 sider A-4 (enkelt linie tekst med normal marginer) samt 4-6 billeder, primært fra Bornholm/Østersøen.
- Et kort resumé af resultaterne indsendes til Bornholms Tidende eller andet lokal relevant tidsskrift. Selve resumeet af hovedrapporten vil blive indsendt til :
Bornholms Fiskeri Tidende og Fiskeri Tidende.

2.0. Valg af mulige scenarier og baggrund for beregninger af de 3 valgte scenarier.

2. 1. Betingelser og krav for udsætning af marine fiskearter.

For at en udsætning af marine fisk kan blive en succes er der forskellige betingelser og krav, der skal opfyldes.

De økologiske kriterier der skal opfyldes er:

- At der eksisterer rekrutteringsmæssige flaskehalse som ikke alene er fiskerirelaterede.
- At størrelsen af de udsatte fisk sikrer et optimalt forhold mellem dødelighed og omkostninger.
- At der er rigelig plads og føde til de udsatte fisk.

Der er forskellige krav med hensyn til opdræt af fisk til udsætning, som skal opfyldes:

- Udsætningsfiskene må stamme fra moderfisk fra det lokale område
- Udsætningsfiskene må stamme fra mindst 50 hunner og 50 hanner
- Udsætningsfiskene må være sygdomsfri og i god fysiologisk tilstand
- Fiskeyngel må være uden deformiteter/fejlfarver eller lignende.

Der er nogle fysiske betingelser, som skal opfyldes for at sikre en optimal overlevelse af de udsatte fisk:

- Gode transport- og udsætningsmuligheder (adgang, kort sejlads, etc)
- Optimeret valg af egnet lokalitet til udsætning (ingen/få prædatorer, rigelig føde, gode skjulesteder, optimale fysiske betingelser, etc.)
- Optimal udsætningsstrategi (antal fisk, tidspunkt, samlet eller spredt udsætning, nat eller dag udsætning, etc.).

Endvidere er der behov for at gennemføre en analyse vedrørende den økonomiske rentabilitet af en udsætning med udgangspunkt i realistiske udsætningsscenarier hvor målsætningen er en væsentlig forbedring for den eksisterende bestand (her er den sat til en forøgelse på 10% af den eksisterende bestand).

2.2. Opdræts- og udsætningsscenarier.

Med udgangspunkt i Østersøens økologi og især Østersøtorskens populationsøkologi (se Appendiks IV) er der tre udsætningsscenarier som forekommer relevante til en nærmere vurdering:

- I udsætning af ca. 3 mdr. gamle fisk (4-5 g) som er på den sikre side af brislingens største græsningstryk.
- II udsætning af 2 dage gamle torskearver som er på den sikre side af saltholdighedsproblemer.
- III en kompenserende udsætning af torskeæg som modvægt mod for lille gydebiomasse og svingninger i gydevolumen.

2.3. Baggrundsberegninger for det antal torsk af en given alder, der skal udsættes for hvert af de tre udsætningsscenarier.

Målet for udsætningerne er en 10 % øgning af mængden af 2-årige rekrutter af Østersø torsk i ICES område 25. Som baggrund for beregning af antal 2-årige er anvendt gennemsnit VPA (bestandsvurderingsanalyser) beregninger for 1998-2002. Det gennemsnitlige antal 2-årige rekrutter er 166.353.000. En 10 % øgning svarer til at der i gennemsnit vil være i alt 183.000.000 II-årige rekrutter, svarende til knap 17.000.000 flere end den normale produktion i området.

For at finde ud af hvor mange der skal sættes ud i hver af de tre udsætningsscenarier er anvendt den gennemsnitlige dødelighed for henholdsvis alder 0 og 1 som bruges i fiskeribiologi i flerarts VPA. Disse dødelighedsrater var 0,29 for alder 1 år, og 0,31 for alder 0 år (for perioden 3 måneder til 1 år).

Antal fisk ved alder 1 blev beregnet ved tilbageberegning af et antal 2-årige torsk på 17 mio. ved anvendelse af dødelighedsraten for alder 1. Herfra blev der tilbageregnet til antal ved alder 3 måneder (Tabel 1) ved brug af dødelighedsraten for alder 0. For at få knap 17 millioner 2-årige torskerekrutter i området vil det kræve 26 millioner 3 måneder gamle torskkeyngel, eller 474 millioner nyklækkede torskelarver eller 13 milliarder nygydte torskeæg. Disse tal udgør størrelsen af udsætningen for hvert af de tre valgte udsætningsscenarier.

Tabel 1. Antal af de 3 grupper, der hver danner basis for et udsætningsscenario.

Scenario	Alder	Antal
I	Juvenile, 3 mdr.	26.089.344
II	Nyklækkede torskelarver	474.151.525
III	Nygydte torskeæg	13.115.197.399

2.4. Baggrundstal for beregning af behov for opdræts moderfisk, æg og larver ved de forskellige scenarier.

2.4.1. Scenario I.

I dette scenario forventes udsat 26 millioner torskkeyngel af en størrelse på minimum 5 cm total længde. Der er her lavet to beregninger afhængig af om man vælger at vænne fisk til tørfoder eller ej (Tabel 2). For ikke tilvænnede fisk er overlevelsen på 10% for hele larveperioden, mens der for tilvænnede fisk er en yderligere dødelighed på 20%. Overlevelsen af blommesækklarver (BS larver) er sat til 80% for hele perioden.

Der skal produceres hhv. 815 og 652 millioner æg og dermed er der behov for 407 og 326 hunmoderfisk og omkring 100-200 hanner.

Torskkeyngel af en størrelse på min. 5 cm vil være begyndt at spise bentiske byttedyr og dermed så småt påbegyndt deres bentiske levevis. De findes på det tidspunkt på kanten af Bornholm dyb, og det er også her fiskene bør sættes ud.

Tabel 2. Antal tilbage-estimeret på hvert trin i fiskens livsstadie med udgangspunkt i antal 3-mdr. gamle juvenile.

	Tilvænnet	Ikke tilvænnet
Juvenile 3 mdr	26.089.344	26.089.344
60 dage	32.611.680	
Larver	326.116.796	260.893.437
BS larver	407.645.995	326.116.796
Æg	815.291.991	652.233.592

2.4.2. Scenario II.

Hvis der udsættes torskelarver, er det beregnet, at der skal udsættes godt 474 millioner larver. Overlevelsen de første 2 dage efter klækning og frem til udsætning er sat til 90%. For hele blommesæksfasen forventes en overlevelse på 80% (samme tal som for Norsdsøtorsk). Overlevelse i ægstadiet er 50 %, hvilket sandsynligvis er i underkanten. Det betyder at der skal produceres 1,05 mia. torskeæg. Der er ikke taget højde for dødelighed i forbindelse med udsætningen. Dette skal undersøges i den indledende fase og behov for ægproduktion evt. justeret. Dødeligheden i forbindelse med udsætningen forventes dog at være minimal eller ubetydelig. Med en produktion på omkring 2 millioner æg pr. hun, vil der være et minimumsbehov for 527 moderhunfisk og omkring 300 hanfisk.

Selve udsætningen vil kunne foregå i foråret i overfladen ved Bornholm dyb, direkte i *Pseudocalanus* produktionen. I sensommeren vil 2.del af udsætningen kunne foregå i udkanten af Bornholm dyb for bedre at kunne udnytte *Acartia* og *Temora* produktionen. (Se sektion 3.3.3).

Der er foretaget følgende overvejelser vedrørende udsætningen:

Høst og klargøring til transport af torskelarverne. Proceduren vil tage udgangspunkt i kendte procedurer for salg og transport af æg eller nyklækkede larver fra eksisterende klækkerier. Disse har stor erfaring med transport af især pighvar æg og larver, med transporterne af 100.000 til ½ million æg eller larver og en varighed op til 1 døgn. Transportmetoderne er veletablerede med ingen eller meget lav dødelighed. Egentlig dokumentation for transportudgifter og dødeligheder foreligger ikke, men informationer fås hos klækkerier der er afhængige af at købe æg eller larver fra andre klækkerier. Transporten foregår i poser der fyldes delvis med vand – ca. 4- 5 liter og der tilføres ilt så luften over vandet er iltmættet, hvorefter posen forsegles. Posen ligger i en isolerende kasse. Skal der udsættes 474 millioner over 5 måneder svarer det til ca. 22 millioner per uge. Det skal derfor undersøges hvilke tætheder larverne kan transporteres uden at tager skade. Da larverne vil skulle transporteres i skibe, skal der endvidere undersøges om det vil være bedst at fylde beholderen helt med vand for at larverne ikke skulper rundt. Det vil være bedst at kunne anvende små transportkar, som nemt kan løftes/håndteres og som med få ændringer vil være velegnede til transport af fiskelarver og hvorfra udsætningen vil kunne ske direkte og sikkert (både for fiskene og besætningen). Det vil være mest hensigtsmæssigt at anvende kar på ca. 30 - 40 liter, der kan rumme op til 4-5 millioner larver ad gangen.

Transport og udsætning. Det forventes at kunne inddrage fiskerne i arbejdet med transport og udsætning. Der vil være ca. 4-8 transporter (1 transport kar med 3-5

millioner larver) per uge. Omkostningerne vil være afhængige af aftalen med fiskerne, og vil komme til at afhænge af ulemperne i forhold til deres øvrige opgaver.

2.4.3. Scenario III.

Dette scenarium kræver en årlig udsætning af 13 milliarder æg. Med udgangspunkt i en produktion på omkring 2×10^6 æg pr. hunfisk, vil der være et minimumsbehov for 6500 moderfisk. Hertil et antal hanner.

Forskellen mellem scenario II og III er altså forskellen i dødeligheden i Østersøen og i opdræt. I naturen i Østersøen er dødeligheden fra nygydte æg til 2 dage gamle torskelarver estimeret til 27 %/dag, mens den i opdræt er væsentlig lavere og estimeret til 6%/dag.

I forbindelse med selve udsætningen skal der tages hensyn til æggenes flydeevne, hvor æg der er store og med lav densitet har størst mulighed for at flyde i vandlag med tilstrækkelig ilt. Der vil være behov for at undersøge om og hvorledes den salinitet moderfiskene holdes i influerer på ægdensiteten. Endvidere om den salinitet befrugtningen foregår i har indflydelse på ægdensiteten.

Hvis æggene sættes ud i overfladen, vil saltholdigheden være lav og æggene vil synke til de dybere lag (ca. 50-60 m) hvor saltholdigheden vil være mere lig deres densitet. Her vil der være behov for at undersøge, om en udsætning i overfladevandet har betydning for æggenes udvikling og overlevelse (Se sektion 3.3.2).

Alternativt må det undersøges hvorledes æggene vil kunne sættes ud i dybere vand.

3.0. Resultater

Denne sektion omhandler alle delmål i projektet og består af et sammendrag af de enkelte rapporter udarbejdet i løbet af projektet af de forskellige delgrupper eller enkeltpersoner. De enkelte rapporter er vedlagt i Appendiks II-VI.

3.1. Opdatering af resultater fra tidligere torskeprojekt i Nexø (Appendiks II udarbejdet af Helge E. Paulsen, DFU).

Torskeopdrætsprojektet ved Bornholms Lakseklækkeri på Nexø (BLN) blev etableret som et samarbejde mellem Fiskeriministeriet, Fiskeriforeningerne og DFU. Projektet forløb i perioden 1992-1994 med Philip Prince som den projektansvarlige biolog. Formålet med projektet var bestandsophjælpning af Østersøtorske igennem gentaget udsætning af opdrættede torskeyngel.

I rapporten i Appendiks II er der en gennemgang af metoder og resultater fra torskeopdrættet i alle årene 1992, 1993 og 1994 fordelt på tre emner:

- Moderfisk og fremskaffelse af æg
- Klækning
- Startfodring

Informationen er baseret på en rapport udarbejdet af projektlederen samt på samtaler med vedkommende.

3.1.1 Moderfisk og fremskaffelse af æg.

Den mest skånsomme metode til indhentning af moderfisk synes at være gennem langlinefiskeri, og det er tilsyneladende uproblematisk at etablere en moderfiskebestand. Den bedste metode til hold af moderfisk var i kar med lav tæthed, 17 ‰, 6° C varmt vand der var recirkuleret igennem et biofilter og med god vandkvalitetskontrol. Der blev anvendt forholdsvis store moderfisk (gennemsnitsvægt på 2,4 og 3,3 kg i to kar).

Årsagen til den dårlige overlevelse af æg, der blev observeret i projektet, menes at være enten sygdomsoverførsel fra moderfisk eller igennem det indpumpede Østersøvand og der er udarbejdet følgende anbefalinger:

- Desinficering af moderfisk.
- Vaccinering mod *Vibrio*.
- Opsaltet ferskvand.

Der er endvidere indført desinficering af æg (formalin behandling) før de overføres til klækkekarrene for dermed at forhindre sygdomsoverførsel fra moderfiskanlæg til klækkeanlæg.

Da omkostninger for at opsalte ferskvand er en betydelig driftspost (7 kr/kg), er der forslag om at reetablere saltvandsindtag, og samtidig etablere en moderne vandbehandling, der sikrer desinficering af indtagsvandet ved brug af UV og Ozon (se Appendiks VII, side 70 under 4.0).

3.1.2 Klækning.

Klækkekarrene, der bestod af cylindriske 600 l beholdere er velegnede til inkubering af torskeæg. Det kan være at dimensioneringen kan øges for bedre at kunne rumme den større produktion der vil kræves.

3.1.3 Startfodring.

Startfodring vil kun være nødvendig i det tilfælde der vælges scenario I. Startfodring forventes ikke at volde særlige problemer, idet bioteknologien er velkendt og produktionen, biologien og anvendelse af levende foder organismerne er velkendt.

3.2. Opdatering af viden omkring torskeopdræt generelt herunder resultater fra "udviklingsprojekt til opdræt af torsk i landbaseret akvakulturanlæg". (Appendiks III udarbejdet af Josianne G. Støttrup, DFU).

Informationen vedrørende opdræt af torsk i den omtalte rapport var primært relevant for Nordsøtorsk og selvom der er meget tilfælles mellem disse to populationer af torsk, er der nogle væsentlige forskelle der skal tages højde for i opdræt af Østersøtorsk.

3.2.1. Opdrætsbetingelser.

Af hensyn til ægstørrelsen indsamles moderfisk der er mindst 3 år og gerne 4 år eller mere. De holdes i kar på land dels for at sikre en god ernæringstilstand hos moderfiskene og dels for at kunne styre gydetidspunktet, så det kan være sammenfaldende med dyreplankton produktionen i udsætningsområdet.

I Østersøen er den gennemsnitlige temperatur i marts-april omkring 4 -7°C, stigende til omkring 14°C i juni. I opdræt er det praksis at holde temperaturen konstant for moderfiskene, men ændre på dagslængden for at styre gonadeudviklingen. Ud fra informationer om temperaturforhold i gydeområderne i gydeperioden vil en temperatur et sted mellem 5-9 °C være egnet. Det anbefales at holde moderbestanden ved en konstant temperatur, men det vil være muligt, af hensyn til driftsomkostningerne med at varme eller køle vandet, at lade vandtemperaturen stige til højst 14 °C uden for gydesæsonen.

Neutral vægtfylde for æg fra Østersøtorsk nås ved saliniteter fra 10,5 til 16,2 ‰ med et gennemsnit på 14,2. For Østersø torskeæg er 11 ‰ nødvendig for at sikre sædcellernes aktivering og dermed befrugtning. Derfor anbefales det at sikre en konstant saltholdighed for moderfiskebestanden, og at der minimum opsaltes til 12 ‰. For inkubering af Østersøæg anbefales minimum 15 promille og gerne mellem 18 -20 ‰.

Gennemsnitlig forventes produceret omkring 2 millioner æg pr. huntorsk pr. gydesæson i opdræt. Forventet overlevelse er på 50 %. Ægdødelighed på mellem 4 og 44 % blev observeret så 50 % må siges at være et konservativt tal og forventes også hurtigt at blive bedre med øget erfaring i klækkeriet.

Det anbefales at inkubere æggene koldt og mørkt.

3.2.2. Genetiske hensyn i forbindelse med udsætning.

Som udgangspunkt er der tale om ICES område 25. Af genetiske hensyn skal der tages hensyn til følgende forhold:

- Moderfiskene skal stamme fra samme lokalitet som udsætningslokaliteten.
- Moderfiskene skal holdes i mindre og mange kar for at sikre så stor en genetisk variation som mulig
- Der skal helst være minimum 50 moderfisk for at sikre den genetiske variation i udsætningsmaterialet.

3.3. Biologisk vurdering vedrørende udsætning herunder udsætningsstørrelse og fiskestørrelse til udsætning af torsk i Østersøen (Appendiks IV udarbejdet af Christian Möllmann, DFU).

3.3.1. Torskefiskeri på Bornholm

Torskefangsterne er de sidste 5 år faldet fra knap 24.000 tons og en værdi på 254 millioner danske kroner i 1999 til 11.500 tons og en værdi på 125 millioner kroner i 2003. I samme periode udgjorde de danske torskelandinger en stigende andel af de totale landinger af torsk samtidig med at de faldt i mængden. I 1999 udgjorde de danske torskelandinger på 14.000 tons 60% af de totale torskelandinger. I 2003 var de danske landinger faldet til 8.800 tons, som nu udgjorde 77% af de totale torskelandinger på Bornholm.

Værdien af torskelandingerne er dog fortsat høj. Sammenlignes torskefangster med danske fangster af andre arter ses, at trods et fald i andelen af torskefangster fra 62% til 42% i forhold til den totale fiskefangst af danske fiskere på Bornholm, er værdien kun faldet fra 91% til 80% i løbet af de 5 år.

De danske fiskere på Bornholm fanger torsk primært i område 25. I 2003 blev således 94% af torskene fanget i område 25. Sverige og Polen fanger også hver især en del torsk i området (hvert land fanger 33% af de totale torskefangster fra området), mens danske fiskere fangede 22 % af den samlede torskefangst fra område 25 i 2003.

3.3.2. Generel økologi.

Torskebestanden i østlige Østersø regnes for at være adskilt fra bestanden af torsk i den vestlige Østersø med meget lidt interaktion, f.eks. er deres gydeperioder tidsmæssigt forskudte. Den østlige bestand gyder over en periode på 3-5 måneder med et maksimum, der har flyttet sig fra april-juni i 70'erne og 80'erne til juli-august i begyndelsen af 90'erne. Der findes 3 vigtige gydeområder for bestanden, hvoraf det ene og mest vestlige er Bornholmsbassinet. Manglende vandfornyelse har medvirket til iltmangel i de salte vandlag i de østlige gydeområder og siden begyndelsen af 90'erne er det kun Bornholmsbassinet, der har haft egnede betingelser for overlevelse og udvikling af torskeæg.

Høj reproduktiv succes i 1976, 1979 og 1980 øgede størrelsen af denne kommercielt vigtige bestand og bidrog til ekspansionen i fiskeriet i 80'erne, hvor fangsterne steg til mere end det dobbelte (400.000 t). Det høje fiskeritryk kombineret med ringe rekrutteringssucces er årsag til den markante nedgang i bestandsstørrelsen de sidste ti år.

3.3.3. Æg- og larveoverlevelse.

Mange studier har vist, at det ikke er produktionen af æg, men overlevelsen af de tidlige livsstadier, der er afgørende for torskens rekrutteringssucces i den østlige Østersøbestand. Der er flere faktorer, som er afgørende for overlevelsen:

- Torskeæg kræver saltholdigheder over 11 ‰ for at holde sig flydende, og en iltkoncentration på mindst 2 mg/l samt temperaturer over 1,5 °C.
- Æggenes størrelse er relateret til moderfiskens størrelse.
- Æggenes flydeevne stiger med ægstørrelsen (Æggene når neutral opdrift ved 11-15 ‰).
- Sandsynlighed for larveoverlevelsen gennem blommesækstadiet er positivt korreleret med ægstørrelsen.
- Sildefisks prædation på torskeæg er væsentlig i Østersøen og veldokumenteret specielt for gydeområdet i Bornholmsbassinet. Prædationen på torskeæg er størst i begyndelsen af torskens gydesæson med brisling som den mest betydende rovfisk, men skiftet i gydetidspunktet har resulteret i et mindre prædationstryk fra brisling. Til gengæld er de senere gydte æg udsat for prædation fra sild, som i den tidlige sommerperiode vender tilbage til deres fourageringsområder i det åbne vand efter gydningen i kystnære områder.

3.3.4. Torskelarvernes fødetilgængelighed.

Efter blommesækstadiet skal torskelarverne selv søge og fange føde, derfor afhænger overlevelsen af det rumlige og tidsmæssige overlap i forekomsten af dyreplankton og torskelarverne, dvs. tilgængeligheden af fødeorganismer. Den maksimale produktion af *Pseudocalanus* sp. er observeret i foråret (april/maj). Denne vandloppe reproducerer sig i de dybe bassiner i Østersøen, og nauplierne søger mod overfladen for at spise. Derfor er nauplietætheden størst midt i disse områder. Den forsinkede gydning af Østersøtorsken gør det ikke muligt at udnytte denne produktion. I opdræt, hvor det er muligt at fremskynde gydningen i fangenskab, vil det til gengæld være muligt at producere torskelarver i foråret, hvor de kan sættes ud centralt i Bornholmsbassinet for at udnytte *Pseudocalanus* produktionen (Se sektion 2.3.2. Udsætningsscenario II).

Senere i sæsonen er det vandlopperne *Acartia* sp. og *Temora lonigicornis*, der dominerer og danner den vigtigste fødekilde for torskelarverne. Disse vandlopper gyder på lavt vand, hvilket kombineret med lokale havstrømme medfører, at de største tætheder findes på kanterne af de dybe bassiner. Torskelarver vil derfor også kunne sættes ud i sensommeren i området på kanterne af Bornholmsbassinet for at udnytte *Acartia/Temora* produktionen (Se sektion 2.3.2. Udsætningsscenario II).

3.4. Vurdering af de fysiske forhold på Bornholms Lakseklækkeri. (Appendix V, udarbejdet af Peter Lauesen, Billund Aquakultur Service ApS).

Det eksisterende anlæg ved Bornholms Lakseklækkeri i Nexø består af 3 sektioner, hver indeholdende 1-2 systemer designet til henholdsvis klækning, startfodring eller videreopdræt af laksefisk. Sektion 1 er meget kompakt og synes bedst egnet til klækning af æg og til startfodring af fiskeyngel. Generelt er systemerne i sektion 2 og 3 pænt installeret med gode muligheder for tilpasninger til specifikke forsøg med

forskellige arter. Sektion 2 anvendes i øjeblikket til vækstforsøg med tunge, og reproduktionsforsøg med aborre. Sektion 3 anvendes i øjeblikket til opdræt af laks. Indtil videre har biofilter systemerne formodentlig fungeret udmærket, men vil man udnytte anlæggets fulde kapacitet, bør rislefilterne forstørres.

3.4.1. Forslag til ændringer i forhold til det eksisterende for scenario I.

Hvis en udsætning af 26 mio. torskesættefisk årligt skal realiseres vil det medføre meget store tilbygninger til det eksisterende system. Der skal anvendes knap 700 kg moderfisk i forholdet hunner:hanner på 3:2. I alt vil der være behov for 594 m². Dette vil kunne etableres i sektion 3. Der kræves 21 m³ inkubationsvolumen og et areal på 108 m² for æginkubationen. Dette vil kunne etableres i det nuværende anlæg i sektion 1. Produktion af levende foder vil kræve omkring 396 m², og der skal etableres separate rum til produktion af alger, hjuldyr samt klækning og berigelse af Artemia. Dette vil kunne anbringes i den nuværende sektion 2. Selve klækkeriet vil kræve et areal beregnet til 2484 m² og opvækstanlægget yderligere 5355 m². Begge disse enheder vil medføre nyt byggeri og en flerdobling af den eksisterende anlægsstørrelse.

3.4.2. Forslag til ændringer i forhold til det eksisterende for scenario II.

Scenario II tager sigte mod at producere blommesækklarver til udsætning. Det stiller væsentlig mindre krav til areal og kan med visse ændringer udføres i det eksisterende anlæg, idet det kun omfatter enhederne Moderfisk og Inkubation.

Ved dette scenario kræves 1,5 tons moderfisk (827 fisk à 1½ kg = 1240,5 kg) og et samlet volumen på 160 m³ (svarende til 7,8 kg/m³). Det vil kunne placeres i den nuværende sektion 3. Inkubationsdelen vil kræve mindst 30 m³.

3.4.3. Forslag til ændringer i forhold til det eksisterende for scenario III.

Scenario III indebærer en udsætning af 13,1 mia. æg og nødvendiggør derfor den største bestand af moderfisk, i alt godt 10 t. Ti tons fisk holdt ved 10 kg/m³ kræver et udbygget anlæg. Til æginkubation skal der ske en udvidelse af sektion 1 til i alt 356 m².

3.5. Opstilling af økonomiske overslag for opdrættet.

Der er opstillet grove beregninger for anlægsudgifter for de 3 scenarier.

Scenario I er den dyreste til en samlet pris på 32,7 millioner kroner, kræver størst udbygning og har størst driftsomkostninger på 14,3 millioner kroner årligt. En helårsproduktion af torskeyngel vil medføre en bedre udnyttelse af produktionsanlægget, men da torskeyngel kun må udsættes indenfor et snævert tidsrum, vil man være nødsaget til at lave anlæggene unødigt store.

Scenario III er den næstdyreste og kræver etableringsomkostninger på omkring 12 millioner kroner og en årlig drift på 5,5 millioner.

Scenario II vil kræve en etableringsomkostning på 2,5 millioner kroner. Hertil omkring kr. 700.000 til nye kar hvis disse ønskes udskiftet i den nuværende sektion 3, samt omkring ½ million til reetablering af vandindtag og vandbehandling. I alt omkring 3-3,7 millioner kroner. Driftsomkostninger ligger på omkring 1½ millioner kroner årligt.

3.6. Opstilling af grov økonomisk vurdering af udsætningens værdi.

Der er foretaget en beregning af resultatet og værdien af én udsætning af 474 millioner 2 dage gamle torskelarver, svarende til ca. 17 millioner 2-årige rekrutter (Tabel 4). Der er anvendt MSVPA tal, rater og niveauer til beregning af antal, biomasser og fangst. For hver årsklasse blev der estimeret bidraget til gydebiomassen og den andel der vil indgå i fiskeriet. Fangstindtægten blev beregnet på baggrund af information om værdien af landingerne som skulle afspejle værdien af de landede fisk på Bornholm (Tabel 5).

Tabel 4. Prognoseberegning for resultater af en udsætning af, hvad der svarer til 17 millioner 2-årige torskerekrutter i Østersøen. Der er anvendt MSVPA (ICES områder 25-32), tal, rater og niveauer for beregning af antal, biomasser og fangst og priser fra tabel 5 til beregning af fangstindtægten.

År	Alder	Antal	Biomasse (kg)	Gydebiomasse (kg)	Fangst (kg)	Pris/kg	Fangstindtægt DKr.
1	2-dage gamle	474 millioner					
2	1						
3	2	16.635.300	9.545.335	1.279.075	992.722	8,00	7.941.772,82
4	3	12.060.154	8.340.802	2.885.918	2.693.596	8,00	21.548.765,92
5	4	6.381.141	6.273.938	5.245.012	3.402.243	8,00	27.217.940,13
6	5	2.143.815	2.916.875	2.736.028	1.917.313	10,00	19.173.128,97
7	6	507.513	1.119.066	1.074.303	639.807	14,00	8.957.293,82
8	7	157.522	548.868	526.913	315.072	14,00	4.411.002,70

Forudsætningerne for disse beregninger er at fiskeritrykket, fangsteffektiviteten, den naturlige dødelighed og priserne forbliver uændret. Beregningerne dækker ikke omkostningerne for selve udsætningerne og de ekstra fangstomkostninger for fiskeriet.

På den baggrund blev der over en 8-års periode fra én udsætning estimeret en ekstra fangstværdi på godt 89 millioner kr. udover et årligt bidrag til gydebiomassen. Hvis fiskene bliver i område 25 og ikke fordeler sig over hele Østersøen, kan man på baggrund af den nuværende fordeling mellem Østersølandene af torskefangster i området beregne fangstindtægten til danske fiskere. Den andel torsk, der fanges af danske fiskere fra område 25 er omkring 22 %. Det svarer til en fangstindtægt til danske fiskere på 19,6 millioner kroner fordelt på 6 år.

Skulle fiskene fordele sig over hele Østersøen (område 25-32), bliver den andel af de udsatte torsk der fanges i område 25 mindre. I 2003 blev omtrent 67% af torskene i Østersøen fanget i område 25. Tages dette i betragtning, vil fiskeriindtægten for danske fiskere dermed reduceres til 13,2 millioner kroner over den 6-årige indtægtsperiode.

Tabel 5. Fiskesortering, fiskestørrelse og den omtrentlige omsætningspris. (Information fra Claus Jespersen, BLN, baseret på information fra lokale fiskere).

Størrelsesklasse	Fiskestørrelse kg	Ca. omsætningspris kr/kg
V	>2	14
IV	1- 2	10
III	< 1	8

Det vurderes at udsætning af 2-dage gamle torskelarver (Scenario II) vil være økonomisk rentabel. En udsætning vil over 6 år bidrage til en fiskeriindtægt til danske fiskere på 13 – 20 millioner kroner, afhængig af fiskenes fordeling i Østersøen. Efter etableringsfasen forventes en årlig udgift på omkring 1½ millioner kroner at medføre en årlig indtægt på 13 – 20 millioner kroner. Udsætningsomkostningerne er ikke medregnet.

4.0. Konklusioner.

Da der er tale om opdræt til udsætning og ikke til konsum, er opdrættet begrænset til en meget snæver periode, og derfor er behovet for kapacitet væsentlig større. Der skal produceres store mængder æg, larver eller juvenile indenfor en meget snæver periode. Både Scenario I og III kan ikke anbefales som mulige og gennemførlige udsætningsscenarier. Begge vil kræve en betydelig udbygning af de nuværende faciliteter på Bornholm. Endvidere er sandsynligheden for at kunne opnå produktionsmålet i Scenario I ringe og vil kræve store ressourcer. Scenario III kræver en etablering af en stor moderbestand på grund af den høje ægdødelighed i løbet af dette stadie i naturen. Dette vil kræve store tilbygninger, høje etableringsomkostninger, og mange mandskabs- og driftsressourcer.

På den baggrund er Scenario II klart den der vurderes mest effektiv og gennemførlig både med hensyn til de biologiske, opdræsteknologiske og økonomiske perspektiver. Scenario II vil stort set kunne gennemføres i det eksisterende anlæg, dog med en mindre tilbygning for udvidelse af klækkefaciliteterne. Økologisk vil udsætning af 2-3 dage gamle larver være fordelagtig af flere grunde:

- De er på den sikre side af sildefiskenes største græsningstryk.
- De er uafhængige af salt- og iltforholdene i de dybere vandlag.

Endvidere er der ikke behov for etablering af larveopdrætsfaciliteter eller faciliteter til levende foder produktion. Scenario II har derfor det mindste behov for mandskab og faciliteter.

I det følgende er der derfor kun medtaget de konklusioner og anbefalinger (afsnit 5.0) der vedrører Udsætningsscenario II.

4.1. Opdræt af Østersøtorsk

Indhentning og hold af moderfisk har tidligere været forsøgt med meget rimelige resultater. På baggrund af de erfaringer der blev opnået dengang, samt den generelle udvikling der er sket indenfor torskeopdræt mht. udvikling af foder til større fisk, opdræsteknologi osv., menes torskeopdrættet for scenario II at kunne gennemføres.

De tidligere erfaringer med stor ægdødelighed menes at kunne undgås ved indførelse af tre tiltag:

- Screening af moderfisk for smitsomme sygdomme, karantæne for nye moderfisk.
- Vandbehandling (desinficering) i moderfiskanlæg og i inkubationsanlæg.
- Desinficering af æg før overførsel til inkubator og mindst én gang i løbet af inkubationen.

Den forventede æg- og tidlige larvedødelighed i opdræt forventes at være på 6 % /dag.

5.0. **Anbefalinger.**

En forudsætning for anbefaling af et projekt vedrørende opdræt og udsætning af torskelarver til bestandsophjælpning er, at dioxinindholdet i torskekødet fra området ligger under de fastsatte grænseværdier. De foreløbige resultater tyder på at torsk som de fleste fedtfattige fisk ophober fedtopløselige kontaminanter i leveren og ikke i muskelvævet. Det understøttes af at der blev fundet 70 gange mere fedt i levervæv end i musklen hos torsk (Asplund et al., 1990, Arch. Environ. Health, 49, 477-486). En svensk undersøgelse (Interim report 4 – Study of dioxin levels in fatty fish from Sweden 2000-2003) viste et meget lavt indhold i torskekød (0,2 pg/g frisk vægt). Grænseværdien er sat til 4 pg WHO-TEQ g⁻¹ (EC 2375/2001). De svenske tal er baseret på prøver af både han og hunfisk på 3-5 år fanget i Østersøen. DFU er p.t. ved at indsamle torsk og vil i løbet af 2005 analysere torsk kød og lever fra forskellige områder og af forskellige alder (pers. komm., Sigrun Jonasdottir).

Der er endvidere nogle forudsætninger for et fuldskala projekt som bør testes og afprøves inden projektet sættes i værk. Derfor anbefales det, at der ansøges om et tofaseopdelt projekt.

- Fase 1 skal bruges til at opstarte opdræt og udsætning og få afklaret de usikkerheder der fortsat er omkring projektet.
- Fase 2 indkøring til fuldskala.

Fase 1 bør indeholde afprøvning af følgende forudsætninger, samt andre tiltag:

- Dioxinindholdet i torskekød fra området er under den fastsatte grænseværdi
- Moderfisk kan skaffes og bringes til at gyde i fangenskab
- Afklaring af metoder/protokoller til karantæne og sygdomsscreening
- Sygdom kan forhindres, især i ægstadiet
- Ægdødelighedsrater i inkubationen stemmer med de forventede (verificering)
- Fiskernes engagement i projektet sikres og en fremtidig overtagelse af projektet kan afklares
- De genetiske forhold er i orden
- Procedurer for udsætning af de mange millioner torskelarver kan indføres og praktisk gennemføres (udsætningslogistik og –økonomi)
- Detailplanlægning af ombygning af anlægget samt indhentning af tilbud, projektering.
- Planlægning og gennemførelse af en monitorering af udsætning for at verificere det forventede udbytte af en udsætning.
- I forbindelse med planlægning af en monitorering af udsætning afprøves mærkning af nyklækkede fiskelarver og mærkegenkendelsesteknikker.

En positiv udgang af disse punkter kan fungere som milepæl for fortsættelse af projektets fase 2.

APPENDIKS

- Appendiks I: Projektansøgningen. Udviklingsprojekt til opdræt af torskeyngel til udsætning i Østersøen.
- Appendiks II: Gennemgang og evaluering af tidligere torskeopdrætsprojekt i Nexø (1992-1994).
- Appendiks III: Information vedrørende opdræt af Østersøtorske. Opdatering af viden fra det tidligere torskeprojekt.
- Appendiks IV: Biologisk vurdering vedrørende udsætning. Baggrund for torskens populationsøkologi i den østlige Østersø (ICES områderne 25-32).
- Appendiks V: Fiskeri på Bornholm. (ICES områderne 25-32).
- Appendiks VI: Vurdering af faciliteterne på Bornholms Lakseklækkeri med henblik på opdræt af torskeyngel til udsætning.
- Appendiks VII: Økonomisk vurdering for torskeopdræt hos Fonden Bornholms Lakseklækkeri.
- Appendiks VIII: Kontaktliste

Appendiks I: Projektansøgningen. Udviklingsprojekt til opdræt af torskeyngel til udsætning i Østersøen.

Formålet med projektet er, at opdrætte torskeyngel til udsætning i Østersøen. Dette forudsætter at der er et potentiale for bestandsophjælpning gennem udsætning og at der kan produceres et tilstrækkeligt antal fisk at det vil have en bestandsophjælpende effekt.

Derfor ansøges i første omgang om et forprojekt med henblik på at indsamle og opdatere den tilgængelige viden og belyse kriterier, potentialet og flaskehalse for en aktiv bestandsophjælpning af Østersø torsk.

Baggrund

Bornholm er det amt i landet, der har den største andel beskæftigede i primært fiskeri. Hertil kommer den afledte beskæftigelse i serviceerhvervene.

Fiskerierhvervets rammebetingelser vil altid være usikre, fordi ressourcegrundlaget påvirkes af både natur- og menneskeskabte faktorer. Det bornholmske fiskerierhverv er dybt afhængigt af en enkelt art, nemlig østersøtorsken, der tegner sig for 80 –90 % af landingsværdien.

På denne baggrund er der etableret en gruppe bestående af Bornholms & Christiansø Fiskeriforening, A. Espersen A/S og Fødevarergruppen under Bornholms Regionskommune, der i samarbejde vil undersøge mulighederne for at opdrætte og udsætte østersøtorske omkring Bornholm.

Formålet med det bornholmske projekt er at klække og opdrætte torskeynglen til en vis størrelse, hvorefter ynglen udsættes i Østersøen. Forsøgsvis kan klækning og opdræt ske på Bornholms Lakseklækkeri i Nexø.

Så vidt muligt vil resultaterne og den opnåede viden fra ”Udviklingsprojekt til opdræt af torsk i landbaseret akvakulturanlæg” blive inddraget i dette arbejde. Imidlertid kan resultater herfra ikke direkte anvendes på Østersøtorske. Klækning af Østersøtorske er vanskeligere end klækningen af Atlanterhavstorske, da ægget er mere sårbart. Der er så vidt vides kun begrænsede erfaringer blandt private opdrættere i Danmark. Undersøgelser på Bornholm i 1992-93 viste, at teknologien anvendt på dette tidspunkt ved produktion af torsk i Jylland, ikke var velegnet til bornholmske forhold. Baggrunden for dette vil kunne findes i nedenfor nævnte undersøgelsesrapporter og skrifter:

Buchmann, K. 1994. Temperature and salinity tolerance of Baltic cod (*Gadus morhua* L.) eggs and larvae. Bull. EAFP. 14: 92-94.

Buchmann, K., Larsen, J.L., Dalsgaard, I. 1993. Diseases and injuries associated with mortality of hatchery reared Baltic cod (*Gadus morhua* L.) larvae. Acta Vet. Scand. 34: 385-390.

Nissling, A., Westin, L. (1991). Egg mortality and hatching rate of Baltic cod (*Gadus morhua*) in different salinities. Marine Biology 111: 29-32.

En populær fremstilling findes: K. Buchmann (1994). Østersøtorskens biologi. Jordbrugsforlaget. 42 pp.

Et egentligt forsøgsprojekt med klækning og opdræt af Østersøtorske bør vare 2-5 år, og inddrage de tidligere gjorte danske erfaringer, sammen med de nyeste erfaringer, både nationalt og internationalt.

Bornholms- og Christiansøs Fiskeriforeningens har tidligere søgt Direktoratet for FødevarerErhverv om tilskud til et Forprojekt vedr. ”Opdræt af torskeyngel til udsætning i Østersøen”. Ansøgning var dateret 8. april 2003. Den 19. juni meddelte Direktoratet afslag på det foreliggende grundlag med henvisning til et notat udarbejdet af Danmarks Fiskeriundersøgelser af 4. juni (Ref: 3704-3-03-6, J.Nr. 2003-5-0017, vedlagt som bilag). Nuværende ansøgning er derfor udarbejdet på baggrund af dette notat, hvor der er tilføjet projektet to målsætninger, som tager udgangspunkt i de opstillede udsætningsscenarier. Endvidere projektrapportering og formidling.

Forprojekt: Opdræt af torskeyngel til udsætning i Østersøen

Formålet med forprojektet er følgende:

1. Opdatere resultater fra tidligere torskeprojekt i Nexø
2. Opdatere viden omkring torskeopdræt generelt herunder resultater fra ”Udviklingsprojekt til opdræt af torske i landbaseret akvakulturanlæg”.
3. Biologisk vurdering vedrørende udsætning herunder udsætningsstørrelse og fiskestørrelse til udsætning af torske i Østersøen på baggrund af DFU notat (vedlagt).
4. Vurdering af de fysiske forhold på Bornholms Laksekækkeri.
5. Opstilling af økonomiske overslag for opdrættet.
6. Opstilling af grov økonomisk vurdering af udsætningens værdi på baggrund af DFU notat (vedlagt).
7. Projektafrapportering, formidling af resultater i lokalt blad samt i populærvidenskabeligt format.

Forprojektet forventes at vare ca. 3 måneder. Forprojektet vil blive gennemført i samarbejde mellem to afdelinger ved Danmarks Fiskeriundersøgelser og Bornholms Lakseklækkeri i Nexø.

Tidsplan.

Projektet strækker sig over 3 måneder = 12 uger.

Ansvar		Uge 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Møde projekt start	DFU	X											
Møde ved afslutning	DFU											X	
1	BL	-----											
2	DFU-HØK	-----											
3	DFU-HFI	-----											
4	BL				-----								
5	BL						-----						
6	DFU-HFI							-----					
Rapport	7 DFU-HØK						-----				-----		

Budget:

Timefordeling

Projekt mål	BL (Nexø)	DFU(HØK)	DFU(HFI)
1	50		
2	30	40	
3		35	50
4	60	20	
5	70	20	
6		20	40
7	20	50	10
Møder 2 stk.	20	20	20

Total timer	250	205	120
-------------	-----	-----	-----

Felter med grå indikerer ansvar for opgaven.

	BL (Nexø)	DFU(HØK)	DFU(HFI)
Lønoms-kostning	96500	79130	46320
Rejser	20000	5000	5000
Overhead		16826	10264
Total	116500	100956	61584

Projekt total 279.040

Totalt budget for projektet: **kr. 279.040**

Projektansvar og organisation

- Projektets hovedansøger er Danmarks Fiskeriundersøgelser med seniorforsker Josianne Støttrup som projektleder.
- Den overordnede projektadministration varetages af DFU / Afd. For Havøkologi og Akvakultur.
- Projektet gennemføres i samarbejde mellem Bornholms Lakseklækkeri og DFU's Afdeling for Havfiskeri og DFU's Afdeling for Havøkologi og Akvakultur.
- Projektet koordineres af en styringsgruppe der mødes sammen med de øvrige projektdeltagere 2 gange i løbet af projektperioden, i starten og i slutning af projektet. DFU v. Josianne Støttrup har formandskab for Styringsgruppen. Styringsgruppen består af repræsentanter for DFU's to afdelinger, Bornholms Lakseklækkeri v. Julia Lynne Overton, Bornholms- og Christiansøs Fiskeriforening v. Birger Rasmussen/Hans Madsen og Den Bornholmske Fiskeindustri v. A. Espersen.

Produkter fra projektet:

1. En projektrapport der samler 6 enkeltrapporter, der hver dækker et projektmål.
2. En artikel til Fisk & Hav der omhandler de biologiske og økologiske aspekter. (Udgives efter projektafslutning)
3. Et kort resumé af resultaterne indsendes til Bornholms Tidende eller andet lokal relevant tidsskrift.

Josianne Støttrup
Seniorforsker

APPENDIKS II: Gennemgang og evaluering af tidligere torskeopdrætsprojekt i Nexø (1992-1994).

Helge Paulsen, Danmarks Fiskeriundersøgelser, Afd. Havøkologi og Akvakultur, Nordsøcentret, DK-9850 Hirtshals.

Torskeopdrætsprojektet ved BLN blev etableret som et samarbejde mellem Fiskeriministeriet, Fiskeriforeningerne og DFU og kørt fra maj 1992 til 1994 (Prince, 1997).

1.0. Opdræt 1992:

1.1. Fremskaffelse af æg

Projektet havde planlagt at skaffe æg gennem feltindsamlinger med strygning af moderfisk. Det lykkedes kun at indsamle begrænsede mængder æg. Der var dårlig befrugtning og høj dødelighed.

Dette skyldes for høj vandtemperatur og formentlig at befrugtning har ligget uden for optimalt tidsvindue i forhold til ovulationscyklus.

Torsk gyder i batches hver 2-3 dag over 1-2 måneder med et befrugtningstvindue på ca. 4 timer. Dette gør det vanskeligt at indsamle store mængder æg ved befrugtning af nyfangede moderfisk. Kun en lille del af moderfiskene vil være indenfor befrugtningstiden og kun en lille del (5 %) af den enkelte moderfisks æg vil være udviklede. Dette betyder at mindre end 1 % af en moderfisks ægproduktion vil kunne anvendes til klækning. Strygning af moderfisk i felten kan derfor kun retfærdiggøres i relation til udsætningsformål hvis man kan forudse at den naturlige gydning ikke vil kunne føre til levedygtig yngel.

I den aktuelle situation har strygning i felten eller ilandbringning af gydefisk været den eneste mulighed for opstart af projektet.

1.2. Klækning

Inkubering og klækning af æggene blev gennemført i klækkeriet på BLN.

Temperaturen kunne holdes på et acceptabelt niveau (4.5- 10.5grader). Der var en temperaturvariation på op til 4grader i inkubationsperioden. Dette kan være en årsag til den meget høje mortalitet og forekomst af misdannelser. Da der blev observeret irregulære celledelinger og en lav befrugtningstvindue vurderes det dog mere sandsynligt at årsagen er iltmangel, høj temperatur eller dårligt befrugtningstvindue i forhold til ovulation.

Der blev observeret misdannelser og epithelskader hos nyklækket yngel. Disse forhold antager projektet skyldes turbulens i inkuberingsperioden eller iltmangel. Det er dog også muligt at de kan tilskrives problemer i forbindelse med befrugtningen. Rapporten vurderer at æginkubationskarrene ikke var egnede på grund af for høj turbulens. Kar af tilsvarende type anvendes med godt resultat i Norge. Den eneste årsag til forskel må derfor være et højt turbulensbehov for at undgå nedsynkning af æggene i det brakke Østersøvand. Dette problem kan undgås ved en opsaltning af vandet. De eksisterende inkubationskar i sektion 4 vurderes som egnede hvis der holdes en saltkoncentration der holder æggene flydende.

1.3. Startfodring

Det var planlagt at gennemføre startfodring ved hjælp af indpumpet zooplankton. Systemet fungerede tilfredsstillende selv om problemer med trådalger reducerede kapaciteten. På grund af larvedødelighed blev det ikke aktuelt at gennemføre startfodringen.

1.4. Konklusion på 1992 opdræt:

Indsamling af æg ved strygning af feltindsamlede moderfisk må betragtes som uhensigtsmæssigt da metoden vil give lavt udbytte og dårlig larvekvalitet. Det sene gydetidspunkt giver betydelige problemer med effekter af høj vandtemperatur, dels på larvernes udvikling og dels på sygdomme.

2.0. Opdræt 1993:

2.1. Fremskaffelse af æg

I modsætning til 1992 blev der i 1993 etableret en moderfiskbestand.

Moderfisk blev indsamlet i februar måned ved anvendelse af garn ud for Snogebæk. Fiskene blev holdt i et temperaturstyret rum med recirkulering. Saliniteten blev holdt på ca. 20 promille. Temperaturen blev holdt på ca. 8 °C. Ammoniak, ilt og pH blev løbende kontrolleret.

Der blev etableret tre moderfiskekar à 15 m³ (3x3x1,5), hver med ca. 15 hunner og halvt så mange hanner.

Gydning foregik over 2-3 måneder med start ca. 15. april. Der blev produceret ca. 1 liter æg pr. kg hun. Æggene blev opsamlet gennem filtrering.

I alt blev der på denne måde opsamlet ca. 90 liter æg fra 45 hunner.

Befrugtningsprocenter varierede fra 0 til over 90 med et gennemsnit på ca. 40.

Generelt synes metoden at være velfungerende og ligner de metoder der normalt anvendes ved norske opdrætsanlæg. De fysiske/kemiske parametre synes at have været indenfor acceptable værdier. Befrugtningsprocenten har været lavere og mere varierende end hvad der normalt observeres i norske anlæg, men litteraturdata for baltisk torsk viser hyppigt relativt dårlig befrugtningsprocent. En mulig årsag kan være at moderfiskene kun vejede 2-3kg.

2.2. Klækning

Inkubering af æg blev foretaget i det såkaldte startfodringsanlæg i 600 l beholdere. Disse beholdere er langt mere velegnede til inkubering end karrene i "klækkeriet". Det blev vurderet at hver beholder ville kunne rumme 120.000 æg. I perioden 18. april til 30. juni blev i alt inkuberet 4mio. æg, der ved inkuberingens start var vurderet at være i normal udvikling. klækkeraten var meget variabel fra næsten ingen dødelighed til næsten 100% dødelighed. I batches med høj dødelighed blev der ofte observeret (sekundær ?) svampeinfektion. Forsøg med bekæmpelse gennem opsaltning syntes ikke at have effekt.

2.3. Startfodring

Startfodring blev gennemført efter "alle kunstens regler". Der blev startet med alger og berigede hjuldyr som efter to uger gradvist blev erstattet af Artemia. Man burde måske have startet Artemia fodringen lidt tidligere. I hjuldyrperioden blev tilsat nyklækkede *Acartia*. Alle forsøg blev afsluttet efter højst to uger hvor alle larver var

døde. I sidste forsøgsserie (30. juni – 10. august) lykkedes det at producere i alt 192 stk. 30-40mm larver.

Årsagen til dødeligheden er ukendt. De kunne generelt observeres fødeindtag hos larverne. Der blev observeret et karakteristisk adfærdsmønster hos larverne med skrueformede bevægelser. Dette kunne tyde på en viral infektion (VNN). Det må konkluderes at der blev gjort særdeles meget for at sikre overlevelse af larverne. Det karakteristiske forløb dem total dødelighed tyder på at det snarere er sygdom end fodringsproblemer der er årsagen. Anvendelsen af recirkulering øger sandsynligheden for at det har været sygdom.

3.0. Opdræt 1994:

3.1. Fremskaffelse af æg

Moderfisk blev indsamlet i februar måned ved anvendelse af langliner sat på 10-20m dybde ud for Snogebæk.

Fiskene blev holdt i et temperaturstyret rum med recirkulering, kapaciteten af biofiltret var øget i forhold til 1993. Saliniteten var ved indhentning 7-8 promille og blev øget til ca. 17 promille over to måneder. Temperaturen blev holdt på ca. 6 °C. Ammoniak, ilt og pH blev løbende kontrolleret.

Der blev etableret to moderfiskekar med henholdsvis 14 hunner a 2,4kg og 8 hunner a ca. 3,3kg samt ca. lige så mange hanner.

Gydning foregik over ca. 3 måneder med start ca. 1. maj. Der blev produceret ca. 2 liter æg pr. kg. hun. Æggene blev opsamlet gennem filtrering.

I alt blev der på denne måde opsamlet ca. 120 liter æg fra 22 hunner.

Befrugtningsprocenter varierede fra 0 til over 90 med et gennemsnit på ca. 75, altså væsentligt bedre end 1993. De bedre resultater i 1994 tilskrives en mere skånsom håndtering af moderfiskene samt bedre temperatur og vandkvalitet i opdrætssystemet.

3.2. Klækning

Inkubering blev foretaget i nykonstruerede mindre beholdere forsynet med planktonnet i bunden til opsamling af døde æg. Bortset fra denne mulighed vurderes de nye klækkebeholdere ikke som mere velegnede end dem der blev anvendt i 1993. Vandsystemet i klækkeriet var blevet yderligere forbedret med kulfiltre, sterilfiltrering m.v. Der blev anvendt indpumpet 7-8 promille Østersøvand som blev opsaltet til ca. 17 promille. Efter hver forsøgrunde blev klækkeriet tømt og desinficeret. På baggrund af anstrengelserne med at opnå optimale forhold i klækkeriet kan det undre at man valgte opsaltning af indhentet Østersøvand og ikke ferskvand.

Der blev foretaget i alt 9 klækkeforsøg. Klækkeprocenten varierede fra 3% til 84% med et gennemsnit på 34 %.

3.3. Startfodring

Der blev gennemført to startfodringsforsøg med anvendelse af indpumpet zooplankton (60-150 µm). I begge forsøg var alle larver døde efter ca. 12 dage selv om der havde kunnet observeres føde i maven hos de fleste larver ved dag 6. Overlevelsen af de fodrede larver var ikke væsentligt bedre end af sultede larver. Årsagen til den høje dødelighed i ægfasen og efter klækning er ukendt. I et forsøg på at afklare om årsagen kunne være DDT eller PCB forbindelser blev der foretaget analyser af indhold af disse stoffer i æggene. Resultaterne viste så lave værdier at årsagen formentlig ikke ligger i disse stoffer.

4.0. Opsummering og anbefalinger.

4.1. Moderfisk

Indhentning af moderfisk gennem langlinefiskeri synes at være den mest skånsomme metode. Etableringen af en moderfiskebestand syntes at forløbe rimeligt godt. Metode til hold af moderfisk og indsamling af æg særligt i 1994 synes velegnet. Da årsagerne til den dårlige overlevelse af æg og larver ikke har kunnet findes, må det betragtes som en mulighed at det skyldes sygdomme fra moderfiskene eller det indpumpede Østersøvand. Man kunne derfor overveje en desinficering af moderfiskene ved indhentning samt en vaccinerings mod *Vibrio*. Desuden kunne man undgå anvendelsen af indpumpet Østersøvand og i stedet anvende opsaltet ferskvand.

4.2. Klækning

Klækkekarrene i sektion 4 er velegnede til inkubering af mindre mængder æg, men kapaciteten er for lille til inkubering af de ægmængder der vil skulle anvendes til udsætningsformål. Sektion 4 karrene bør derfor anvendes som reference ved udvikling af klækning f.eks. i sektion 2 karrene. Desuden til undersøgelser over årsager til ægdødelighed.

? Hvordan er larvernes tilstand ved klækningen – er det det videre forløb der giver dødeligheden eller er det forudbestemt i form af dårlig tilstand ved klækning.

? Inkubering ved lav temperatur synes at give bedste resultater, men temperaturen på udsætningslokaliteten vil være langt højere. Effekter af inkubering ved højere temperatur bør derfor undersøges.

4.3 Startfodring

Rapporten giver ikke mulighed for at vurdere hvilken startfodringsstrategi der vil være den mest velegnede. Dårlig startfodringen var sandsynligvis ikke årsag til den meget høje dødelighed efter klækning. Det vil være nødvendigt at afklare årsagerne til den høje ægdødelighed og dødelighed efter klækning. I den sammenhæng kan startfodring med hjuldyr/*Artemia* eller indpumpet zooplankton anvendes.

? Salinitetskrav for nyklækkede torskelarver.

? Vertikal fordeling for torskelarver ? Neuenfeldt og Beyer (2003) anfører at predatorerne sild og brisling hovedsageligt forekommer på dybere vand (døgnvariation). Dette vil kunne frede torskelarver i overfladen hvis de kan tolerere temperatur og salinitetsforholdene.

Litteratur.

Neuenfeldt, S., Beyer, J.E. 2003. Oxygen and salinity characteristics of predator-prey distributional overlaps shown by predatory Baltic cod during spawning. J. Fish Biol., 62, 168-183.

Prince, P. 1997. Large scale production of Baltic Sea cod Bornholm 1992-1994. DFU-rapport nr. 47-97.

APPENDIKS III: Information vedrørende opdræt af Østersøtorsk. Opdatering af viden fra det tidligere torskeprojekt.

Josianne G. Støttrup, Danmarks Fiskeriundersøgelser, Afd. Havøkologi og Akvakultur, Kavalergården 6, DK-2920 Charlottenlund

Det følgende er supplerende information til rapporten ”Torskeopdræt – forskningsresultater og kundskab om torskeopdræt” (Støttrup, 2002), der relaterer sig især til Østersøtorsk. Der fremhæves betingelser, der vil være vigtige for opdræt af Østersøtorsk, og eventuelle forskelle mellem Nordsøtorsk og Østersøtorsk.

1.0. Produktion af nyklækkede torskelarver.

1.1. Kønsmodning og gydning.

Østersøtorsk bliver kønsmodne allerede ved 2-3 års alderen (Fig. 1). De gyder ligesom Nordsøtorsk i portioner (batches) à 50.000 – 400.000 æg, og fekunditeten (den samlede mængde æg) stiger med alder og vægt (Fig. 2).

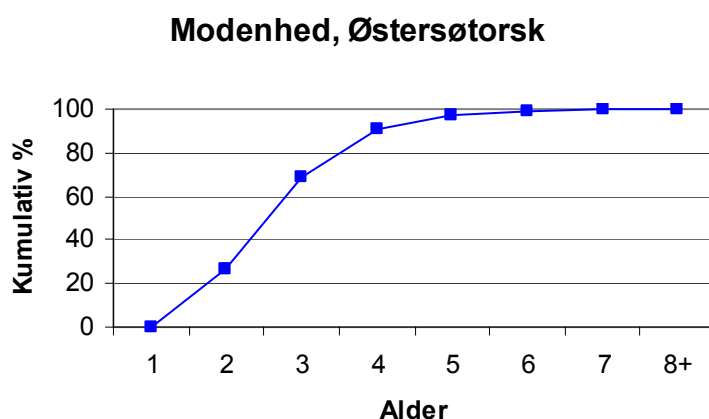


Fig. 1. Kønsmodning af torsk i Østersøen. Data fra Vallin & Nissling, 2000.

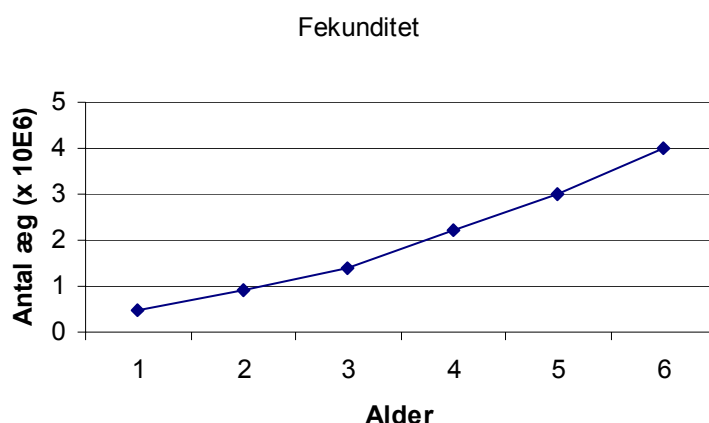


Fig. 2. Potentiel fekunditet hos torsk i Østersøen. Data er gennemsnit for to fekunditetsmodeller. Fra Vallin & Nissling, 2000.

Det gælder også for Østersøtorsk at fekunditeten for første gangs gydere er både lavere end for mere ’erfarne’ fisk, og at ægkvaliteten er ringere og ægstørrelsen mindre. Fekunditeten kan beregnes enten som $F = 556,07W + 186279$ eller $F =$

740,59 W^{1,0164} (Vallin & Nissling, 2000). Det kan derfor anbefales, at man indsamler moderfisk der er mindst 3 år og gerne 4 år eller mere. Gennemsnitslængde og -vægt for de forskellige aldersgrupper er vist i Tabel 1. Det betyder at man bør tilstræbe at fange fisk der er >1,5 kg i størrelsen, eller >50 cm i længden til moderfisk. Hannerne bliver kønsmodne ved mindre størrelse og alder og derfor (Cardinale & Modin, 1999) kan hannerne godt være lidt mindre. Som udgangspunkt er der tale om ICES område 25. Af genetiske hensyn skal moderfiskene STAMME FRA SAMME LOKALITET SOM UDSÆTNINGSLOKALITETEN (Hansen, 1996).

Tabel 1. Gennemsnitslængde (cm) og -vægt (g) ved alder for Østersøtorsk. Data fra Vallin & Nissling (2000).

Age	L (cm)	W (g)
2	28	546
3	45	1186
4	56	1961
5	65	2958
6	73	4264
7	79	5608

1.2. Karantæne

Moderfisk må anbringes i karantæne i separate anlæg (evt. samme sted som i tidligere forsøg på Bornholm, hvor kar var anbragt på en anden lokalitet i havnen i Nexø). De behandles med formalin (1:4000 formalinvand i 30 minutter) umiddelbart efter ankomst i land. De tilvænses tørfoder og der tages prøver til test for en række sygdomme, især sygdomme der kan smitte fra forældre til afkom (vertikalt) såsom IPN og fisketuberkulose. Hvilke sygdomme der testes for, hyppighed, varighed af karantænen skal drøftes og aftales i den første periode af et eventuelt projekt om produktion og udsætning af Østersøtorsk.

1.3. Hold af stamfisk.

Fiskene holdes i kar på land. Dette er af betydning dels for at sikre en god ernæringstilstand hos moderfiskene, dels for at kunne styre gydetidspunktet så det kan være sammenfaldende med dyreplankton produktionen i udsætningsområdet, dels for at sikre den genetiske variation. Yderligere fordele med kar på land inkluderer en mulighed for at styre temperatur og saltholdighed, samt lette opsamling af æg.

Hvad angår karstørrelse, flow, og fisketæthed vil betingelserne som beskrevet for Nordsøtorsk også gælde Østersøtorsk. I Østersøen er den gennemsnitlige temperatur i marts-april omkring 4 -7°C, stigende til omkring 14°C i juni (Bleil & Oeberst, 1998). I opdræt er det praksis at holde temperaturen konstant for moderfiskene men ændre på dagslængden for at styre gonadeudviklingen. Ud fra informationen om temperaturforhold i gydeområderne i gydeperioden vil en temperatur et sted mellem 5-9 °C være egnet. Æggenes flydeevne er bestemt af moderfisken, men der findes ikke information om den salinitet hunnerne holdes i har indflydelse på æggenes flydeevne. På baggrund af de tidligere erfaringer med moderfisk holdt i bassiner på Bornholm på opsaltede indpumpningsvand (se Appendix I) er det tilrådeligt at anvende opsaltet ferskvand. I de tidligere forsøg blev vandet opsaltet til 17 eller 20 promille, men det

kan være at det vil være tilstrækkelig med opsaltning til 12-15 promille. Der anbefales at sikre en konstant saltholdighed og at der minimum opsaltes til 12 promille. De befrugtede æg opsamles på en tilsvarende metode anvendt for Nordsøtorsk.

For at undgå indavl og tab af genetisk variation anbefales minimum 25 hanner og 25 hunner som moderfisk (Hansen 1996). Hvis det er svært at skaffe hanner, må antallet af hunner forøges, således at der fortsat er en populationsstørrelse på minimum 50. Hvor mange flere hunner er angivet i en tabel på side 47 i Hansen (1996). Endvidere er det vigtigt at sikre at man får æg fra hver hun og sæd fra hver han. Fordi det tilsyneladende er bedre for torsk at lade dem gyde naturligt i karrene frem for kunstig befrugtning risikerer man at det kun er sæd fra en dominerende han, der befrugter æg fra hunnerne og dermed begrænses den genetisk variation. Af hensyn til ægkvaliteten er det klart en fordel at lade torskene gyde naturligt. Af hensyn til den genetiske variation bør man have en større gydebestand end minimum behovet og flere mindre kar til gydefisken frem for få store. Man kan evt. teste for hvor mange af de enkelte fisk der bidrager til ægproduktionen og derefter regulere på det antal kar der er behov for, for at sikre et tilstrækkeligt antal forældregrupper.

.....
Ved nyanskaffelse af stamfisk til udsætning ved Bornholm:

- Moderfisk skal fanges i ICES område 25.
- Fiskene må helst være >50 cm og > 1,5 kg.
- Fiskene anbringes i karantæne og mærkes individuelt
- Minimum 25 hanner og 25 hunner

Skal undersøges i detaljer, aftales i en evt. startfase af torskeproduktion og -udsætning i Østersøen:

- Valg af mærkemethode til moderfisk
 - Karantæne periode
 - Hvilke sygdomme, der testes for i karantæne, prøve hyppighed, metode osv.
-

.....

Hold af stamfisk til udsætning ved Bornholm:

- Tæthed på omkring 7-12 kg/m³.
 - Gerne 3 m kar og > 80 cm i dybden.
 - Vandudskift tilstrækkelig til at sikre > 80 % iltindhold i vandet.
 - Separate kareheder
 - Ambient saltvandsindtag eller 7-10 promille.
 - Temperatur holdes et sted mellem 5 og 9°C
 - Lysperiode til styring af gydningen
 - Lysintensitet omkring 35 µE
-

1.4. Ægproduktion og overlevelse

De tidligere erfaringer fra opdræt på Bornholm viste en 100% forbedring i løbet af et år med hold af moderfisk fra 1 liter æg per kg huntorsk det første år til 2 liter æg per kg huntorsk det andet år.

I liter æg med en ægdiameter på omkring 1,60 mm giver omkring 350 000 æg per liter (Holm et al., 1991).

Der forventes derfor produceret mellem 4 og 8 liter æg per huntorsk (ca 2-4 kg fisk) per sæson hvilket svarer til omkring 1,4 til 2,8 million æg per huntorsk per gydesæson.

Gennemsnitlig forventes produceret omkring 2 millioner æg per huntorsk per gydesæson i opdræt. Forventet overlevelse er på 50 %. Ægdødelighed på mellem 4 og 44 % blev observeret så 50 % må sige at være et konservativt tal og forventes også hurtig at blive bedre med øget erfaring i klækkeriet.

1.5. Inkubation af æg.

Æg fra Østersøtorske er en lidt større end æg fra Nordsøtorske. Vallin & Nissling (2000) målte ægstørrelse fra hunner, der målte fra 46,5 cm til 91,0 cm i total længde og fandt ægstørrelsen til at variere fra 1,49 til 1,80 mm i diameter med et gennemsnit på 1,62 mm. Ægstørrelsen varierer med størrelsen af moderfisk og gennem gydesæsonen. De større æg fra Østersøen har oftest en lavere densitet og flyder dermed ved lavere saltholdighed.

Neutral vægtfylde for æg fra Østersøtorske nås ved saliniteter fra 10,5 til 16,2 promille med et gennemsnit på 14,2. For Østersø torskeæg er 11 promille nødvendig for at sikre sædcellernes aktivering og dermed befrugtning (Nissling, 1995). Det anbefales at inkubere Østersøæg ved minimum 15 promille og gerne mellem 18 -20 promille.

Æggene udvikler sig normalt i temperaturområdet 0 til 10 °C (Bleil & Oeberst, 2002). Inkubationstiden ved 7 °C er rapporteret til at vare mellem 13-15 dage (Nissling et al., 1994). Rohlf (1999) angiver mere nøjagtige varigheder; 17 dage ved 5 °C, 13 ved 7 °C, og 10 ved 9 °C. Sammenlægger man disse informationer fås antal dag-grader på: 85, 90, 91 og 105. Altså et gennemsnit på 93 dag-grader.

Nordsøtorsk inkuberes oftest i mørke og det er sandsynligt at det også kan tilrådes eftersom æg i naturen 'inkuberes' i de dybere mørke vandlag ved omkring 50-70 m dybde.

Der er fundet en højere hyppighed af irregulære celledeling i de tidlige ægstadier ved inkubering af æg fra Østersøen i forhold til æg fra Nordsøen (Kjørsvik, 1994). Dette er dog tilsyneladende uden betydning for den videre udvikling og overlevelse (Vallin & Nissling, 1998).

Når larverne klækker, er det vigtigt at sørge for at fjerne ægskallerne i karrene. På side 13 af torskerapporten (Støttrup, 2002) er anvist arbejdsgangen for fjernelse af døde æg.

Inkubation af Østersø torskeæg:

- Temperatur 5-7 °C.
- Saltholdighed mindst 15 promille, gerne 18 eller 20 promille.
- Mørke
- 3500-7500 æg/l
- Vandgennemstrømning; tilstrækkelig til at sikre en god opblanding uden at være for kraftig. Østersøæg er tilsyneladende mindre robuste end Nordsøæg.
- Vandet behandles med UV, for at sikre så bakteriefri vand som muligt.

Behandling med formalin:

- 200 ppm i 10 min. lige før de overføres til klækkekarrene. Kun de æg der flyder i 18 eller 20 promille flyttes til klækkekarrene
- 200 ppm i 10 min. dagen før forventet klækning.

2.0. Produktion af torskeyngel.

Der findes ikke meget information om opdræt af Østersøtorsk, men det har været prøvet nogle gange før, både i Tyskland, Sverige og på Bornholm. Når æggene er lidt større end Nordsøtorsk, forventes larverne også at være en smule større og dermed i stand til at indtage nyklækkede *Artemia* af en stamme med de mindste larver. Opdrætsmetoden beskrevet for Nordsøtorsk kan anvendes til Østersøtorsk. Her vil der være tale om den intensive opdrætsmetode.

Opdrætsbetingelser er det samme som for Nordsøtorsk (se rapporten, side 28, Støttrup, 2002). Dog kan saliniteten være ned til ca 15 promille. Det vil være nødvendigt med levende foder de første 40-60 dage, hvorefter der vil være mulighed for tilvænning til tørfoder. På side 43 (Støttrup, 2002) er der angivet mulige fodertyper afhængig af fiskestørrelse. I opdræt prøver man at tilvænne til tørfoder så tidligt som muligt fordi *Artemia* kan være vanskelige at skaffe og er kostbare at anvende. Alligevel bør det overvejes at fortsætte med levende foder indtil udsætning da det er levende foder fiskene vil være afhængig af efter udsætningen. Undersøgelser over længde med alder viser at Østersøtorsk opnår 4 cm i løbet af 90 dage (Oeberst &

Böttcher, 1998). Fiskene bør ikke flyttes før de er 5 cm, da de er følsomme for håndtering når de er mindre. Der er altså tale om omkring 90 dages opdrætsperiode afhængig af temperatur og fodertilgængelighed.

Oversigt over diverse parametre for Østersøtorsk baseret på den tilgængelige litteratur og på erfaring med Nordsøtorsk.

	Stamfisk	Æg	BSlarver	Udsætning II	larver	tilvænnning til tørfoder	Udsætning III
Dage fra befrugtning		13-18					
Dage fra klækning			3-4	2 dage	3 - 40-60	40-60 - 90	ca 90 dage
Størrelse (mm)		1,62	4-5		5		> 50
Temperatur grad. C	5-9	5-7	5-7		10-12?	10-12 og evt. tilpasses	
Salinitet psu	10-15	15-20	15-20		15	15	
Flow l/min		1	1				
Overlevelse, %		50	90		10	80	

3.0. Sygdom.

De fleste store Østersøtorsk fra Bornholm dyb er inficeret med parasiten *Echinorhynchus gadi* (Buchmann, 1995). Parasitten findes i tarmen og menes at hænge sammen med indtagelse af amphipoder som er mellemvært for parasitten. Vismanis og Kondratovics (1996) har lavet en oversigt over parasitter fundet på Østersøtorsk fra den østlige Østersø i løbet af 15 år. *Vibrio* og *Aeromonas* bakterier er påvist og fundet patogener.

En ukendt og uidentificeret intern parasit er blevet fundet i æg fra Østersøtorsk (Bloch et al., 1997) men disse protist infektioner har tilsyneladende ikke indflydelse på overlevelse af æg og larver (Pickova et al., 2000).

4.0. Andre forhold.

Der er foreslået andre teorier om årsag til skift i gydetidspunkt og den relative lave klækkeprocent (Pickova et al., 2000). Disse teorier peger på stigende forurening og især fedtopløselige stoffer som kan påvirke processerne internt i fisken og resultere i forstyrrelse af den normale udvikling i gonaderne.

Forekomster af larver med deforme skeletter er observeret i området og menes at skyldes forurening (Møllergaard & Lang, 1999).

I en opdrætssituation med moderfisk der får en kontrolleret diæt med lav indhold af sundhedsfarlige stoffer vil det være muligt at undgå disse problemer, men det er uvist hvor længe moderfiskene skal holdes før man kan forvente normale æg og larver.

5.0. Litteratur.

Bleil, M. and Oeberst, R. 1998. Spawning of cod in captivity. Part 1: Course of spawning

Activities. Informationen für die Fischwirtschaft. Hamburg, 45, 4, 164-170.

- Bleil, M. and Oeberst, R. 2002. Spawning areas of the cod stock in the western Baltic Sea and minimum length at maturity. *Archive of Fishery and Marine Research*, 49, 3, 243-258.
- Bloch, B., Pedersen, BH. & Jensen, PV. 1997. An enigmatic and possibly parasitic organism in the tissues of embryonated eggs of Baltic cod *Gadus morhua*. *Diseases of Aquatic Organisms*, 30, 2, pp. 121-135.
- Buchmann, K. 1995. Ecological implications of *Echinorhynchus gadi* parasitism of Baltic cod (*Gadus morhua*). *Journal of Fish Biology*, 46, 3, 539-540.
- Cardinale, M. & Modin, J. 1999. Changes in size-at-maturity of Baltic cod (*Gadus morhua*) during a period of large variations in stock size and environmental conditions. *Fisheries Research*, 41, 285-295.
- Hansen, M.M. 1996. Grundlaget for fiskeudsætninger i Danmark. DFU-rapport 28-96.
- Kjørsvik, E. 1994. Egg quality in wild and broodstock cod *Gadus morhua*. *J. World Aquacult. Soc.* 25, 22-29.
- Oeberst, R. & Boettger, U. 1998. Development of juvenile Baltic cod described with meristic, morphometric and sagitta otolith parameters. International Council for the Exploration of the Sea Copenhagen (Denmark) Theme Sess. on Population Biology, 29 pp.
- Møllergaard, S. & Lang, T. 1999. Diseases and parasites of Baltic cod (*Gadus morhua*) from the Mecklenburg Bight to the Estonian coast. *ICES Journal of Marine Science*, 56, 2, 164-168.
- Nissling, A. 1995. Salinity and oxygen requirements for successful spawning of Baltic cod, *Gadus morhua*. Stockholm Univ., (Sweden), Dep. Syst. Ecology, 24 pp.
- Nissling, A. & Vallin, L. 1996. The ability of Baltic cod eggs to maintain neutral buoyancy and the opportunity for survival in fluctuating conditions in the Baltic Sea. *Journal of Fish Biology*, 48, 2, 217-227.
- Nissling, A., Kryvi, H., & Vallin, L. 1994. Variation in egg buoyancy of Baltic cod *Gadus morhua* and its implications for egg survival in prevailing conditions in the Baltic Sea. *Marine ecology progress series*, 110, 67-74.
- Pickova, J., Larsson, P-O. & Kiessling, A. 2000. Possible explanations to Baltic cod reproduction problems – A short review. *Reproductive Physiology of Fish*. pp. 92-94.
- Rohlf, N. 1999. Behavioural changes of Baltic cod larvae (*Gadus morhua callarias*) during the yolk-sac-stage. Institut fuer Meereskunde, Kiel (FRG). 312, 52 pp.

- Støttrup, J.G. 2002. Torskeopdræt – forskningsresultater og kundskab om torskeopdræt. DFU-report nr. 107-02.
- Vallin, L., & Nissling, A. 2000. Maternal effects on egg size and egg buoyancy of Baltic cod, *Gadus morhua*. Implications for stock structure effects on recruitment. *Fish. Res.*, 49: 21-37.
- Vismanis, K & Kondratovics, E. 1997. The parasites and diseases of the Baltic cod. Proceedings of the 13th Baltic Marine Biologists Symposium, Jurmala, Latvia, August 31 - September 4, 1993, pp. 211-214.

APPENDIKS IV: Biologisk vurdering vedrørende udsætning - Baggrund for torskens populationsøkologi i den østlige Østersø (ICES områderne 25-32).

Christian Möllmann, Danmarks Fiskeriundersøgelser, Afd. Havfiskeri, Charlottenlund slot, DK-2920 Charlottenlund.

Østersøen er et brakvandsområde, og torskene, som er en saltvandsfisk, lever her i randen af sin udbredelse. Særligt er forholdene i den østlige Østersø dvs. øst for Bornholm specielle med en permanent lagdeling af vandsøjlen med et øvre relativt ferskt vandlag (7 ‰) og et nedre saltvandslag (10-20 ‰) i de dybere områder. Torskebestanden i østlige Østersø regnes for at være adskilt fra bestanden af torsk i den vestlige Østersø med meget lidt interaktion, f.eks. er deres gydeperioder tidsmæssigt forskudte (Bagge *et al.*, 1994). Den østlige bestand gyder over en periode på 3-5 måneder med et maksimum, der har flyttet sig fra april-juni i 70'erne og 80'erne til juli-august i begyndelsen af 90'erne (Wieland *et al.*, 2000). Årsagerne til dette fænomen er ikke fuldt klarlagt, men ændrede vandtemperaturer i modningsperioden og ændringer i bestandsstrukturen pga. højt fiskeritryk (Wieland *et al.*, 2000), samt selektiv overlevelse af sent gydte individer (Hinrichsen *et al.*, 2002a) er sandsynligvis medvirkende faktorer.

Torskene gyder i de dybe bassiner i den østlige Østersø, hvor saltholdigheden er tilstrækkelig høj i de dybere vandlag (Bagge *et al.*, 1994). Ved saltholdigheder omkring 11-15 ‰ når æggene neutral opdrift og holder sig således flydende i vandsøjlen under udviklingen (Wieland & Jarre-Teichman, 1997). Der findes 3 vigtige gydeområder for bestanden: Bornholmsbassinet, Gdanskdybet og Gotlandsdybet. Manglende vandfornyelse har imidlertid medvirket til iltmangel i de salte vandlag i de østlige gydeområder og siden begyndelsen af 90'erne er det kun Bornholmsbassinet (Köster *et al.*, 2003), der har haft egnede betingelser for overlevelse og udvikling af torskeæg (MacKenzie *et al.*, 2000). Nyklækkede blommesækklarver bevæger sig op gennem vandsøjlen til overfladen, hvor koncentrationen af fødeorganismer generelt er højst (Grønkjær & Wieland, 1997). Under indflydelse af vindforårsagede vandbevægelser føres larverne til kystzonen (Hinrichsen *et al.*, 2003), hvor de vokser og forvandler sig til juvenile, en proces hvorved de går fra en pelagisk til demersal levevis. Kønsmodning finder sted, når fisken er omkring 25-35 cm (3-4 årige) for hannernes vedkommende og 30-40 cm (4-5 årige) for hunnernes vedkommende.

Høj reproduktiv succes i 1976, 1979 og 1980 øgede størrelsen af denne kommercielt vigtige bestand og bidrog til ekspansionen i fiskeriet i 80'erne (Bagge *et al.*, 1994), hvor fangsterne steg til mere end det dobbelte (400.000 t). Populationsstørrelsen faldt imidlertid drastisk i perioden 1985 til 1992, og fangsterne er tilsvarende faldet igennem de sidste ti år. Selvom fiskeriflåden og -indsatsen er reduceret, er fiskeritrykket steget samtidig med, at bestandsstørrelsen er faldet. Det høje fiskeritryk kombineret med ringe rekrutteringssucces er årsag til den markante nedgang i bestandsstørrelsen.

Mange studier har vist, at det ikke er produktionen af æg men overlevelsen af de tidlige livsstadier, der er afgørende for torskens rekrutteringssucces i den østlige Østersøbestand. Der er flere faktorer, som er afgørende for overlevelsen (Köster *et al.*, 2003):

- a) Torskeæg kræver saltholdigheder over 11 ‰ for at holde sig flydende, og en iltkoncentration på mindst 2 ml/l samt temperaturer over 1.5 C i det omgivende vand for at overleve og udvikles. En saltholdighed på minimum 11 ‰ også nødvendig for at sædceller kan bevæge sig og befrugte æggene (Nissling *et al.*, 1998; Vallin & Nissling, 2000). Disse grænseværdier er siden blevet anvendt til at definere gydevolumen, dvs. den volumen vand, der egnet til befrugtning og udvikling af torskeæg (Plikshs *et al.*, 1993). Processer, der påvirker størrelsen af gydevolumen, omfatter i henhold til Hinrichsen *et al.* (2002b):
- i) hyppighed og intensitet af indstrømninger af saltholdigt, iltrigt vand fra Nordsøen via den vestlige Østersø,
 - ii) temperaturforhold i den vestlige Østersø i vinterperioden, hvilket har betydning for vandets iltholdighed før en indstrømning,
 - iii) nedbørsmængder og ferskvandsafstrømning,
 - iv) iltforbrug til biologiske processer herunder nedbrydning af organisk materiale.
- b) Æggenes størrelse er relateret til moderfiskens størrelse, og æggenes størrelse har igen indflydelse på sandsynligheden for overlevelse af æg og larver. Følgende sammenhænge er dokumenteret eksperimentelt (Nisling *et al.*, 1998; Vallin & Nissling, 2000):
- i) ægstørrelse er positivt korreleret med modertorskens størrelse,
 - ii) æggenes flydeevne stiger med ægstørrelsen,
 - iii) sandsynligheden for overlevelse gennem blommesæksstadiet er positivt korreleret med ægstørrelsen,
 - iv) larvestørrelse og -vækst er positivt korreleret med ægstørrelsen.
- Disse sammenhænge medfører en højere æg- og larveoverlevelse for afkom fra større moderfisk, især fordi større æg har mindre vægtfylde og en bedre mulighed for at undgå de iltfattige nederste lag i vandsøjlen. Derfor har det høje fiskeritryk, som reducerer mængden af større, ældre hunfisk fra gydebestanden betragteligt en særlig negativ indvirkning på Østersøtorskens reproduktive potentiale ((Wieland *et al.*, 2000; Vallin & Nissling, 2000).
- (c) Sildefisks prædation på torskeæg er væsentlig i Østersøen og veldokumenteret specielt for gydeområdet i Bornholmsbassinet. Prædationen på torskeæg er størst i begyndelsen af torskens gydesæson med brisling som den mest betydende rovfisk (Köster & Möllmann, 2000). Skiftet i gydetidspunktet har resulteret i et mindre prædationstryk fra brisling pga. mindre tidsmæssigt overlap i forekomsten af de to arter i gydeområdet (Köster & Möllmann, 2000). Senere gydte æg vil være udsat for prædation fra sild, som i den tidlige sommerperiode vender tilbage til deres fouragerings områder i de åbne vand efter gydningen i kystnære områder. Størrelsen af sildebebestanden i Østersøen er imidlertid væsentligt lavere end brislingebestanden, og prædationstrykket vil således være betydeligt lavere (Köster and Möllmann 2000).

Efter blommesækstadiet skal torskelarverne selv søge og fange føde, derfor afhænger overlevelsen i af det rumlige og tidsmæssige overlap i forekomsten dyreplankton og torskelarverne, dvs. tilgængeligheden af fødeorganismer. Betydningen af fødetilgængeligheden har været undersøgt ved hjælp af en kombineret hydrografisk, trofodynamisk, individbaseret (IBM) model udviklet for den østlige Østersøen (Hinrichsen *et al.*, 2002a). Modelresultaterne dokumenterer, at der er behov for et tidsmæssigt og rumligt sammenfald mellem byttedyrforekomst og larvetætheder samt

gunstige oceanografiske forhold for at sikre høj overlevelse. Den maksimale produktion af *Pseudocalanus* sp. er observeret i foråret (april/maj) (GLOBEC-Tyskland, unpub. data). Denne vandloppe reproducerer sig i de dybe bassiner i Østersøen, og nauplierne søger mod overfladen for at spise. Derfor er nauplietætheden størst midt i disse områder (Hansen et al., indsendt). Senere i sæsonen, når *Pseudocalanus* ophører med at reproducere sig, falder nauplietætheden. Før skiftet i torskenes gydetidspunkt fra forår til sensommer var der derfor sammenfald både tidsmæssigt og rumligt i forekomsten af torskelarver og *Pseudocalanus*-nauplier. Den kraftige nedgang i vandloppebestanden af *Pseudocalanus* igennem de sidste to årtier pga. lave saltholdigheder (Möllmann *et al.*, 2000) har for torskelarverne endvidere betydet en ændring fra et ikke fødebegrænset miljø til en tilstand af fødebegrænsning. Når *Pseudocalanus* er talrig, er der observeret høj larveoverlevelse i naturen i det tidlige forår og sommer. Derfor har den ringe forekomst af *Pseudocalanus* bidraget til dårlig rekruttering af torsk i den østlige Østersø siden slutningen af 80'erne.

Senere i sæsonen er det vandlopperne *Acartia* sp. og *Temora lonigicornis*, der dominerer, og danner den vigtigste fødekilde for torskelarverne. Disse vandlopper gyder på lavt vand, hvilket kombineret med lokale havstrømme medfører, at de største tætheder findes på kanterne af de dybe bassiner (Hansen et al., indsendt). Simuleringer med den kombinerede hydrodynamisk, individbaserede model viser, at sandsynligheden for larveoverlevelse er lavere ved det sene gydetidspunktet (juli/august) på grund af manglende rumligt sammenfald i forekomsten af torskelarverne og deres føde (Hinrichsen *et al.*, 2002a).

Opsummering og anbefalinger.

Fordi det tilsyneladende ikke er produktionen af æg men overlevelsen af de tidlige livsstadier, der er afgørende for torskens rekrutterings succes i den østlige Østersøbestand anbefales der at udsætte få dage gamle torskelarver.

Tages der højde for, at *Pseudocalanus* energetisk er det bedste fødegrundlag for torskelarver (GLOBEC, ikke udgivet data), vil det bedst egnede tidspunkt for udsætning af torskelarver være i april/maj i Bornholmsbassinet. Den faldende produktion af *Pseudocalanus* pga. de ugunstige hydrografiske forhold kan have betydning for larveoverlevelsen, hvorved udsætning på dette tidspunkt kan være risikobetonet selvom nylige indstrømninger i 2003 kan have en positiv indvirkning. Derfor anbefales det, at udsætte torskelarver i to perioder

- (i) i foråret centralt i Bornholmsbassinet for at udnytte *Pseudocalanus* produktionen og
- (ii) i sensommeren i området på kanterne af Bornholmsbassinet for at udnytte *Acartia/Temora* produktionen.

Litteratur.

Bagge, O., Thurow, F., Steffensen, E., and Bay, J. 1994. The Baltic cod. *Dana*, 10: 1-28.

Grønkjær, P. and Wieland, K. 2000. Ontogenetic and environmental effects on vertical distribution of cod larvae in the Bornholm Basin, Baltic Sea. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 154: 91-105.

- Hansson, S., and Rudstam, L.G. 1990. Eutrophication and Baltic fish communities. *Ambio*, 19: 123-125.
- Hansen, F., Möllmann, C., Schütz, U. and Neumann, T. submitted. Differences in spatial distribution determine egg and secondary production of calanoid copepods in the Central Baltic Sea. *Mar. Biol.*
- Hinrichsen, H.H., Möllmann, C., Voss, R., Köster, F.W. and Kornilovs, G. 2002a. Bio-physical modelling of larval Baltic cod (*Gadus morhua*) survival and growth. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 59: 1958-1873.
- Hinrichsen, H.H., St. John, M.A., Lehmann, A., MacKenzie, B.R., and Köster, F.W. 2002b. Resolving the impact of short-term variations in physical processes impacting on the spawning environment of eastern Baltic cod: application of a 3-D hydrodynamic model. *J. Mar. Sys.*, 32: 281-294.
- Hinrichsen, H.-H., Lehmann, A., Möllmann, C. and Schmidt, J.O. 2003. Dependency of larval and juvenile fish survival on retention/dispersion in food limited environments: the Baltic Sea as a case study. *Fish. Oceanogr.*, 12: 425-433.
- Köster, F.W., and Möllmann, C. 2000. Trophodynamic control by clupeid predators on recruitment success in Baltic cod ? *ICES J. Mar. Sci.*, 57: 310-323.
- Köster, F.W., Hinrichsen, H.-H., Schnack, D., St. John, M.A., MacKenzie, B.R., Tomkiewicz, J., Möllmann, C., Kraus, G., Plikshs, M., Makarchouk, A. and Eero, A. 2003. Recruitment of Baltic cod and sprat stocks: identification of critical life stages and incorporation of environmental variability into stock-recruitment relationships. *Sci. Mar.*, 67 (suppl. 1): 129-154.
- MacKenzie, B. R., Hinrichsen, H.-H., Plikshs, M., Wieland, K., and Zezera, A. S. 2000: Quantifying environmental heterogeneity: estimating the size of habitat for successful cod egg development in the Baltic Sea. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 193: 143-156.
- Möllmann, C., Kornilovs, G. and Sidrevics, L. 2000. Long-term dynamics of main mesozooplankton species in the Central Baltic Sea. *J. Plank. Res.*, 22: 2015–2038.
- Nissling, A., Larsson, R., Vallin, L., and Frohnlund, K. 1998. Assessment of egg and larval viability in cod, *Gadus morhua* - methods and results from an experimental study. *Fish. Res.*, 38 (2): 169-186.
- Plikshs, M., Kalejs, M., and Grauman, G. 1993. The influence of environmental conditions and spawning stock size on the year-class strength of the eastern Baltic cod. *ICES CM 1993/J:22*.

- Vallin, L., and Nissling, A. 2000. Maternal effects on egg size and egg buoyancy of Baltic cod, *Gadus morhua*. Implications for stock structure effects on recruitment. *Fish. Res.*, 49: 21-37.
- Wieland, K., Jarre-Teichman, A. 1997. Prediction of vertical distribution and ambient development temperature of Baltic cod, *Gadus morhua* L., eggs. *Fisheries Oceanography*, 6: 172-187.
- Wieland, K., Jarre-Teichmann, A., and Horbowa. K. 2000. Changes in the timing of spawning of Baltic cod: possible causes and implications for recruitment. *ICES J. Mar. Sci.*, 57 (2): 452-464.

APPENDIKS V: Fiskeri på Bornholm. (ICES områderne 25-32).

Christian Möllmann, Danmarks Fiskeriundersøgelser, Afd. Havfiskeri, Charlottenlund slot, DK-2920 Charlottenlund.

Total landinger af torskefangster på Bornholm er siden 1999 faldet fra knap 24.000 tons af en værdi på 254 millioner kr. til 11.500 tons i 2003. Værdien af torskefangsten var også halveret og var i 2003 på 125 millioner kr. (Fig. 1 og 2). I samme periode udgjorde de danske torskelandinger en stigende andel af de totale landinger af torsk samtidig med at de faldt i mængden. I 1999 udgjorde de danske torskelandinger 60% af de totale og var på 14.000 tons. I 2003 var de danske landinger faldet til 8.800 tons, men nu landedes 77% af de totale torskefangster på Bornholm. Værdiudviklingen har haft samme forløb som fangsten (Fig. 2). I 1999 blev der landet for 159 millioner kr., og dette udgjorde 63% af den samlede værdi af torskelandingerne på Bornholm. I 2003 var indtægten faldet til 97 millioner kr., men udgjorde 78% af den samlede værdi af torskelandingerne.

Torskelandinger på Bornholm.

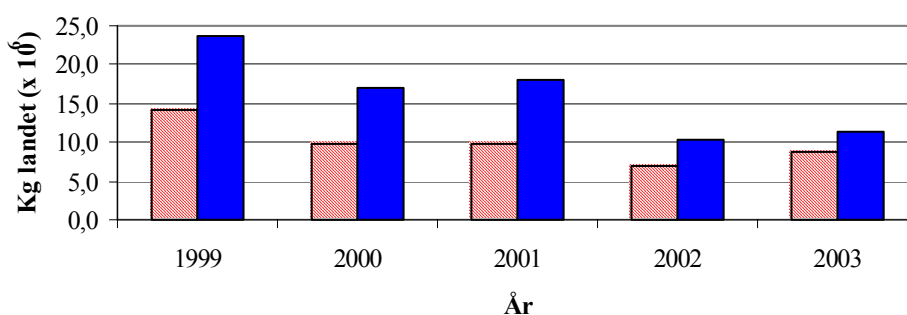


Fig. 1. Kg torsk landet på Bornholm i årene 1999 til 2003; mørke søjler er totale landinger, røde søjler er danske landinger på Bornholm.

Værdi af torskelandinger på Bornholm

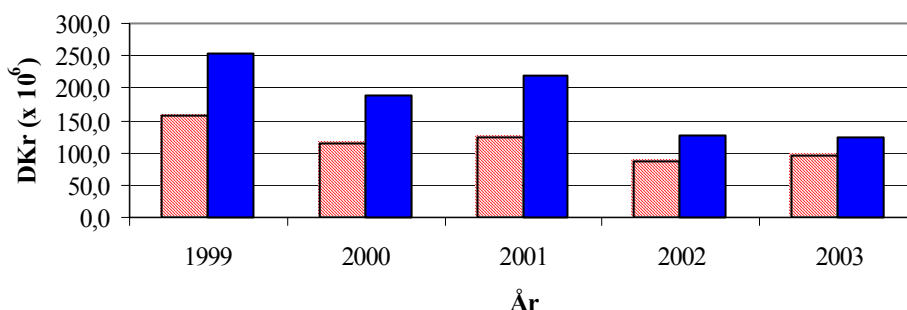


Fig. 2. Værdi af fiskerilandinger af torsk på Bornholm. Mørke søjler er totale landinger, røde søjler er værdi af danske landinger på Bornholm.

Danske landinger ved Bornholm

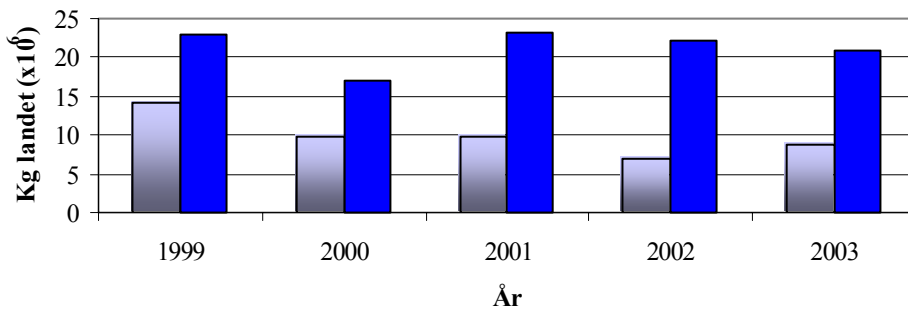


Fig. 3. Kilo torsk (grå søjle) og total fisk (blå søjle) landet på Bornholm i årene 1999-2003.

Værdi af danske landinger på Bornholm

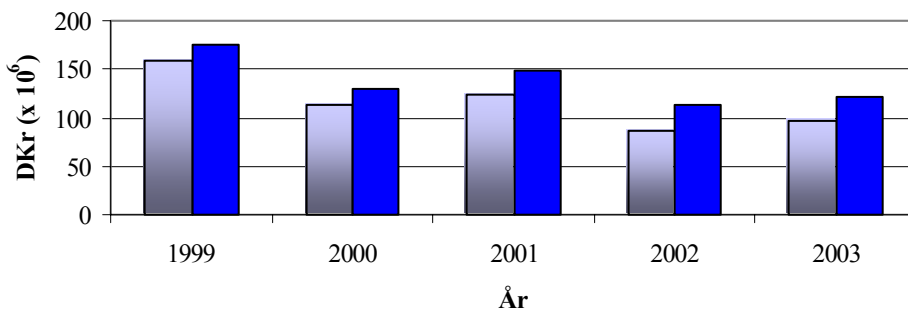
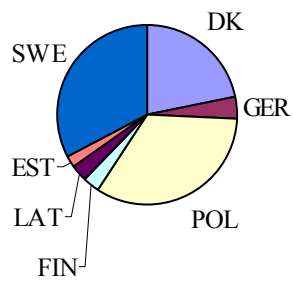


Fig. 4. Værdi af landinger af torsk (grå søjler) og total landinger (blå søjle) på Bornholm i årene 1999 til 2003.

Mens torskefangsterne er faldet i perioden 1999 til 2003 er fangst af alle arter nogenlunde konstant i samme periode (Fig. 3). Andelen af torsk landet er dermed faldet fra 62% til 42% af danske landinger på Bornholm. På den anden side er værdien af torskelandingerne ikke faldet så markant (Fig. 4). Værdien i 1999 på 159 millioner svarede til 91% af værdien fra alle arter landet af danske fiskere på Bornholm. I 2003 var værdien på 97 millioner og udgjorde 80% af den samlede værdi for alle arter landet det år. *Det betyder at værdien af torskelandinger fortsat er høj.*

Fig. 5 viser data for landinger fra område 25 (Fig. 5a) og fra område 25-32 (Fig. 5b). De danske torskelandinger kommer fortrinsvis (94%) fra område 25. Fra område 25 fanger danske fiskere 22% af torskerne. Polen og Sverige fanger flest torsk i område 25, hver 33% af den totale torskefangst fra området. Polen henter dog kun 71% af sine torskefangster i område 25, og Sverige 89%.

Område 25



ICES område 25-32

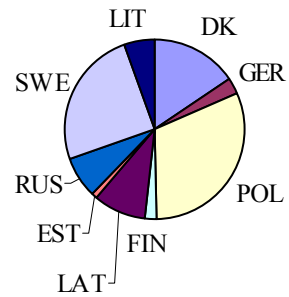


Fig. 5. Torskefangster i Østersøen. Fig. 5a (tv) viser torskefangster af de forskellige lande i område 25. Her der det primært Sverige, Polen og Danmark der fanger torsk i området. Fig. 5b (th) viser torskefangster i de forskellige lande i områderne 25-32.

APPENDIKS VI: Vurdering af faciliteterne på Bornholms Lakseklækkeri med henblik på opdræt af torskeyngel til udsætning.

Peter Lauesen, Billund Aquakultur Service ApS, Kløvermarken 27, Dk-7190 Billund

1.0. Introduktion.

Set i lyset af de dalende fangster af torsk i Østersøen, ønsker man at undersøge påvirkningen af torskebestanden, ved via udsætninger at øge den årlige rekruttering af torskeyngel med 10 %. Dette kan gøres på følgende måder:

- Udsætning af torskesættefisk (scenario I)
- Udsætning af nyklækkede torskelarver (scenario II)
- Udsætning af befrugtede torskeæg (scenario III)

Produktion af udsætningsmateriale ønskes placeret på det eksisterende opdrætsanlæg: Bornholms Lakseklækkeri.

Herværende rapport er derfor et forsøg på at sætte størrelser på de ændringer/udvidelser man i givet fald måtte tilføre til det eksisterende lakseklækkeri på Bornholm i forbindelse med de 3 opdrætsscenarier

2.0. Beskrivelse af det eksisterende anlæg.

Fig. 1 (se afsnit 6, side 58) er en skematisk tegning over det eksisterende anlægs bygninger ved Bornholms Lakseklækkeri i Nexø. Sektion 1 består af 2 separate systemer, 1A og 1B, som anvendes til henholdsvis klækning og startfodring af laks.

System 1A indeholder:

- 8 stk korte klækkerender med et samlet volumen på 504 l
- 8 stk lange klækkerender med et samlet volumen på 834 l
- 1 stk reservoir på 2,7 m³
- 1 stk biofilter på 3 m³
- 1 stk rislefilter på 300 l
- UV-behandling

System 1 B indeholder:

- 24 stk. 1 m kar a ca. 0,66 m³, i alt 16,8 m³
- 1 stk. reservoir på 2,7 m³
- 2 stk. biofilter a 4,6 m³, i alt 9,2 m³
- 1 stk. rislefilter på 0,33 m³
- 1 stk. tromlefilter
- UV-behandling

Sektion 2 indeholder 2 separate men identiske systemer. Hvert system består af:

- 6 stk. cirkulære Ø 3 m kar a 5 m³, i alt ca. 30 m³
- 5 stk. kvadratiske 2 x 2 m kar a 2,4 m³, i alt ca. 12 m³
- Reservoir på ca. 26 m³
- 2 stk. dykket biofilter a 10,3 m³, i alt ca. 20,6 m³
- 1 stk. rislefilter på ca. 1 m³
- Tromle filter
- UV-behandling

Sektion 3 indeholder ligeledes 2 separate men identiske systemer. Disse anvendes til opdræt af laks. Hvert system består af:

- 3 stk. cirkulære Ø 6 m kar a 38 m³, i alt ca. 114 m³
- 2 stk. cirkulære Ø 3 m kar a 4,2 m³, i alt ca. 8,4 m³
- 1 stk. reservoir a 24 m³
- 4 stk. dykket biofilter a 13,5 m³, i alt ca. 54 m³
- 1 stk. rislefilter a 2,3 m³
- 1 stk. tromlefilter
- UV-behandling

Systemerne i sektion 2 og 3 er forsynet med en pumpekapacitet af en størrelse, der kan sende vandet gennem kar og tilhørende biofiltersystem ca. 2 gange i timen. Vand hastighed i biofilterne ligger under 1 cm/s ved maksimal drift, dvs. hvis alle pumper kører og alle biofiltre i et system er i brug. Der er mulighed for at slukke pumper og koble biofiltre fra, hvorved systemernes energiforbrug kan nedsættes i takt med, at kapaciteten reduceres. Biofiltrene er forsynet med et velkendt plast materiale med en specifik overflade på ca. 200 m²/ m³.

Der er installeret køling i reservoirer i alle sektioner.

Der er installeret alarmsystem

Der forefindes nødstrømsanlæg til anlægget, hvilket giver en nødvendig sikkerhed i forbindelse med strømudfald.

2.1. Status for det eksisterende anlæg

Systemerne i sektion 1 er meget kompakte og synes bedst egnet til klækning af æg og startfodring af yngel af laks og ørred.

Generelt er systemerne i sektion 2 og 3 pænt installeret med godt albuerum for tilpasninger til specifikke forsøg med forskellige arter. Sektion 2 anvendes i øjeblikket til opdræt af henholdsvis tunge, og reproduktion af aborre. Sektion 3 anvendes i øjeblikket til opdræt af laks.

For alle systemerne må det fremhæves at biofiltrene er store i forhold til det samlede kar volumen når der ikke er mulighed for tilsætning af ren ilt. Normalt sættes forholdet kar : biofilter til ca. 4 : 1. Derudover tilsættes ren ilt for at øge biomassen i karrene. Tætheder op til 70 kg fisk/ m³ er ikke unormalt. Hos Bornholms Lakseklækkeri er forholdet mellem biofilter og tankvolumen på 3 : 1 og der tilsættes

ikke ren ilt. Belastningen på biofiltrene er derfor meget lav i forhold til hvad der er muligt. Det gør naturligvis ingen skade, at have et stort biofilter, men det er ikke optimalt i forhold til de fisk, der vil kunne produceres og dermed anlæggets økonomi.

Rislefiltrene er derimod meget små i forhold til biofiltrene. Rislefiltrene fjerner CO₂ fra systemvandet efter at det har passeret det/de dykkede biofiltre. Forholdet mellem dykket filter/rislefilter ligger normalt omkring 2 : 1. I herværende anlæg ligger det på 20- 25 : 1, hvilket må siges at være for lavt hvis CO₂ skal fjernes nogenlunde effektivt fra systemvandet inden det ledes til karrene. Indtil videre har biofilter systemerne formodentlig fungeret udmærket, men vil man udnytte anlæggets fulde kapacitet, bør rislefiltrene forstørres.

3.0. Kort beskrivelse af komponenter og opdrætsfaser i intensivt torskeopdræt.

Et fuldt opdræt af torsk fra moderfisk til sættefisk på 5 – 10 g vil nødvendiggøre følgende underenheder:

1. Moderfisk
2. Inkubation (opbevaring af æg til klækning)
3. Levende foder
 - a. Alger
 - i. Stamkulturer
 - ii. Kontinuerte kulturer
 - iii. Batch kulturer
 - b. Hjuldyr
 - c. Artemia
4. Klækkeri og tilvænning til tørfoder (2 mdr.)
5. Anlæg for videre opvækst fra 2 mdr. til 3 mdr. (5 - 10 g)

3.1. Moderfisk

Moderfiskene skal holdes under forhold, der svarer nogenlunde til de, deres slægtninge lever under i naturen. Der er ønske om ved manipulation med disse faktorer at kunne planlægge tidspunktet for udsætning af torskeyngel. Dvs. temperatur og lysforhold skal kunne kontrolleres kunstigt. Der regnes med en generel ægproduktion på 2 mio æg/ kg hunfisk. Fiskene bør have en størrelse over 2 kg. Forhold mellem hanner og hunner er 2 : 3.

Moderfisk bør indfanges løbende. Indfanget moderfisk skal placeres i separate tanke udenfor anlæggets område. Her må de holdes i kar med vandgennemstrømning, vænnes til tørfoder og kontrolleres for eventuelle sygdomme. Det er meget vigtigt, at alle moderfisk kan spise tørfoder når de efter karantæneperioden overføres til moderfiskkarrene i selve anlægget. Moderfisk vil typisk kunne anvendes 3 – 4 år som producenter af æg, derefter bør de udskiftes med ny individer. Moderfiskene bør mærkes individuelt, så det er muligt at genkende dem ved eventuel håndtering.

Moderfiskene holdes i et recirkuleret system med temperaturkontrol og styring af daglængde. Anvendelse af recirkulation og dermed lavt vandforbrug muliggør kontrol af salinitet og temperatur, herunder mulighed for at arbejde med opsaltning af ferskvand, eller hvis havvand ønskes brugt, at udføre en grundig forbehandling.

Moderfiskene bør holdes ved mindst 20 promille saltholdighed i gydeperioden, for at sikrer at de befrugtede æg flyder og nemt kan høstes fra overfladevandet.

Moderfiskene gyder spontant i karrene. Der etableres der ægopsamling på afløbet fra hvert kar. En ægopsamler er et finmasket netkurv (f.eks. 5 – 600 µm) hvor igennem alt afløbsvand filtreres før det ledes tilbage til anlægget.

3.2. Inkubation

Efter opsamling af æg overføres disse til opbevaringstanke (inkubatorer). Under inkubationen holdes æggene i rent vand under konstant bevægelse. Vandbevægelsen fremskaffes dels ved vandskifte, dels ved beluftning i inkubatoren. Der inkuberes ved ca. 9000 æg/l. Det er her meget vigtigt at vandet er helt rent og temperaturen kan holdes konstant. Inkubationens varighed afhænger af temperaturen. Det er i herværende beregninger antaget at varighed fra gydning til klækning og udsætning er 12 - 15 dage, afhængig af hvornår larverne ønskes udsat eller kan udsættes. Da torskens gydning finder sted over en længere periode (1 fisk kan gyde mange gange med nogle dages mellemrum) vil høst og inkubation af æg være en daglig foreteelse. Det er vigtigt at kunne desinficere æggene 1 – 2 gange i løbet af inkubationsperioden. Dette gøres ved at opkoncentrere æggene, tilsætte desinfektionsmiddel og skylle grundigt efter endt desinfektion. Under inkubationen vil svage og døde æg synke til bunds, hvorved det er muligt at fjerne disse gennem en bundventil i inkubationskarret. Det er derfor meget vigtigt, at inkubationskarrene er koniske i bunden. Det skal her foreslås, at der anvendes cylindrokoniske kar med ind og udløb i siden. Fjernelse af døde æg bør finde sted mindst én gang dagligt.

Æggene bliver ikke gydt i samme mængder dagligt, derfor er det nødvendigt at start et antal kar med maksimal ægkoncentration i hvert kar. Æggene steriliseres inden de flyttes over til inkubationskarrene. Da dårlige æg synker normalt til bunds i løbet af de første 2 – 5 dage, og der vil løbende skabes plads til flere æg. Ved det andet desinfektion efter 4-6 dage, kan æg fra flere inkubatorer blandes sammen. Det vil dog af hensyn til klækningstidspunkt være en fordel, så vidt muligt ikke at blande æg fra mere end 2 - 3 dages gydninger sammen. Der regnes med et samlet tab af æg under inkubationen på 50%. Typisk falder de fleste æg fra i løbet af de første 3 – 5 dages inkubering.

Inkubatorerne monteres således, at de dels kan bruge vand direkte fra moderfiske systemet, dels fra et separat system med eget vandbehandlingssystem. Dette 2 delte system er vigtigt idet det store frafald af æg i de første inkuberingsdage vil belaste vandet kraftigt over en kortvarig periode. Denne belastning vil forårsage en dårlig vandkvalitet i et mindre inkubationssystem. Derfor kan inkuberingen de første 3 – 5 dage med fordel finde sted i det samme vand som moderfiskene lever i. Efter det første frafald af æg, skal de resterende æg desinficeres og flyttes over til kar der er koblet til et separat biofilter system.

Vandskiftet i inkubatorerne er sat til 2%/min eller ca. 1 gang i timen. Vandet bør UV behandles inden det ledes ind i inkubatorerne, Ozon vil også være en mulighed. Endelig bør inkubatorsystemerne forsynes med køling og varmepatron, for nøjagtig kontrol af temperatur. Æggene inkuberes ved mindst 20 promille salinitet

3.3. Levende foder

Indenfor marint larve opdræt er man endnu for de fleste arters vedkommende henvist til at skabe en fødekæde. Fødekæden er i dette tilfælde: Alger – Hjuldyr - Fiskelarve. Dette gælder indtil videre også for opdræt af torsk. Hjuldyr, som i sig selv ikke indeholder tilstrækkelig næring for marine fiskelarver, må forfodres med en særlig diæt før de gives til torskelarverne. Det er vigtigt for at opnå en optimal fodersammensætning, idet man fodrer fiskelarverne gennem hjuldyrene. Der findes andet marint zooplankton, der er bedre egnet som foder i marint opdræt, men indtil videre har hjuldyr været de eneste, der har kunnet dyrkes ved høje tætheder med en tilvækst der er høj nok til at forsyne et kommercielt opdræt af marine fiskelarver.

3.3.1. Alger

Alger bruges i torsk opdrættet indenfor 3 områder.

- A. Grønt vand, hvor alger af en til flere forskellige typer tilsættes direkte til larvekarret. Her har de:
 - a. I et vist omfang en gavnlig indflydelse på vandkvaliteten.
 - b. En dæmpende virkning på stress niveauet hos larverne i opdrætskarret.
 - c. Konsumeres af det zoo-plankton fiskelarverne fodres med (her hjuldyr) og er derved med til at holde næringsværdien på et rimeligt niveau i foderorganismene.
- B. Berigelse af hjuldyr. Her anvendes alger ofte sammen med kommercielle berigelses produkter til fodring af hjuldyr inden disse fodres til fiskelarverne. Denne ”berigelse” med alger anvendes efterhånden kun til visse marine fiskearter. Desuden kan der beriges med koncentrerede alger, som kan købes kommercielt.
- C. Tilskudsfoder i produktionen af hjuldyr. Her anvendes en mindre mængde alger som tilskudsfoder i den daglige produktion af hjuldyr. Med de kommercielle foderprodukter der efterhånden er udviklet til produktion af hjuldyr, kan denne anvendelse af alger efterhånden reduceres til et minimum.

Dyrkningen af alger finder sted på forskellige trin.

- i Stamkulturer. Her holdes de enkelte algestammer blot i live i små glas, men isoleret fra andre organismer.
- ii Kontinuerte kulturer. Produktion i glasflasker, plastposer eller mere eller mindre automatiserede systemer, men fortsat i monokultur under semisterile forhold hvor ingen udefra kommende alger kan påvirke kulturen. Der høstes dagligt 30 – 40 % af disse kulturer, hvorefter de aftappede volumen erstattes med rent filtreret vand og næringsstoffer.
- iii. Batch kulturer. Alger høstes fra de kontinuerte kulturer overføres til store plasticposer eller dyrknings kar med filtreret saltvand tilsat næringsstoffer. Her fortsætter de væksten i ca. 6 dage, men ikke under sterile forhold. Algerne høstes når de har opnået høj tæthed og ny kulturer sættes op. Man er derfor nødt til at have et samlet produktionsvolumen i dette stadie svarende til ca. 6 gange det daglige forbrug.

Produktion af alger er temmelig arbejdskrævende. Derfor kan der i dag købes algekoncentrater, som kan supplere algeproduktionen og dermed reducere arbejdsbyrden. Det er endvidere muligt, at mængden af alger brugt til grønt vand i fremtiden kan reduceres væsentligt. Dette kan formodentlig opnås ved som for opdræt af andre marine fiskearter at styre lys og vandskifte i larvekarrene.

3.3.2. Hjuldyr

Hjuldyr er det første foder torskelarverne tilbydes. Torskelarverne fodres med dette foder de første 10 dage, herefter skiftes der gradvist til nauplier af saltsøkrebsen *Artemia* sp. Hjuldyr produceres under kontrollerede forhold ved høje tætheder. Der er i herværende beregning regnet med en gennemsnitlig produktionstæthed på ca. 1000 individer/ml. Det er muligt at producere hjuldyr ved højere tætheder, såsom 3 – 5000 individer/ml men i så fald bliver produktionen mere ustabil og uforudseelig.

3.3.3. Artemia

Æg fra saltsøkrebsen *Artemia* sp. kan købes på tørret form. Disse æg kan efter desinfektion anbringes i varmt saltvand, hvorefter de vil klække efter 1 – 1½ døgn. De nyklækkede nauplier kan for visse typeres vedkommende en kortere periode anvendes umiddelbart efter klækningen. Normalt ”beriges” nauplierne med kommercielle produkter indeholdende polyumættede fedtsyrer og protein før de fodres til fiskelarverne. *Artemia* klækkes i cylindroniske tanke forsynet med kraftig beluftning. Efter klækning overføres nauplierne til berigelses tanke med frisk vand, hvorefter det er muligt at anvende dem som foder 8 – 12 timer senere efter grundig skylning.

3.4. Klækkeri

Efter klækning overføres larverne til klækkeriet. Klækkeriet består af tanke med vand af god kvalitet tilført svag beluftning og lavt vandskifte. I klækkeriet vil larverne fortsætte udviklingen og danne bl.a. mund, tarmsystem og øjne i de følgende 5 – 6 dage, herefter vil de påbegynde jagten på føde, som i dette tilfælde vil være hjuldyr. Efter 25 – 30 dages fodring med hjuldyr og *Artemia* suppleres med tørfoder.

3.5. Videre opvækst til udsætningsstørrelse

Torskelarverne tilvænnes til tørfoder. Dette påbegyndes i klækkeriet på dag 25 – 30. Der vil forekomme et forholdsvis stort spild af tørfoder, og derfor vil der i tilvænningsperioden blive stillet høje krav til nøjagtighed i tildeling af foder, biofilterets tilstand, samt til den daglige hygiejne i larvekarret. Tilvænningen sker gradvist, og der vil hurtigt ses en stor forskel på fisk der er begyndt at spise tørfoder og fisk, der fortsat kun spiser levende foder. Efter omkring 50 dage vil larverne gennemløbe en forvandling fra larve til et individ af samme udseende som det voksne individ. På dette tidspunkt vil de forvandlede fisk begynde at æde de mindre søskende. Denne kannibalisme kan være meget voldsom og derfor vil sortering være yderst vigtig for ikke at miste for mange fisk. Sortering vil skulle finde sted 2 – 3 gange inden fiskene når 5 – 10g

4.0. Anlægskrav for gennemførelse af scenario I - III

I det følgende skal der gives et bud på ombygning af Bornholms Lakseklækkeri med henblik på de 3 nedenstående muligheder (scenarier). Baggrunden for valg af scenarier, er beskrevet i ”Baggrund for beregning af tre udsætningsscenarier”, udarbejdet af Josianne Støttrup.

Kort fortalt omfatter de enkelte scenarier følgende antagelser:

Scenario I: Udsætning af 26 mio. 3 mdr. gamle torskesættefisk (5 - 10 g)

Scenario II: Udsætning af 475 mio. blommesæk larver

Scenario III: Udsætning af 13,1 mia. æg

Det skal endvidere nævnes at Scenario I oprindeligt var opdelt i 2 komponenter A og B, hvor A var det opdræt beskrevet under 3.5, medens B var et opdræt af fiskeyngel uden tilvænning til tørfoder. Der arbejdes her kun med IA, idet erfaringer med de fleste marine fisk har vist, at der opnås en øget dødelighed efter en vis tids fodring med levende foder mens der er efterhånden opnået gode resultater med tilvænning til tørfoder. Endvidere er opfodring af fiskeyngel med *Artemia* alene ekstremt kostbart.

4.1 Forslag til ændringer i forhold til det eksisterende for scenario I.

Hvis en udsætning af 26 mio. torskesættefisk årligt skal realiseres vil det medføre meget store tilbygninger til det eksisterende system (se fig. 2 på side 58).

4.1.1. Moderfisk (594 m²)

Der skal anvendes knap 700 kg moderfisk i forholdet hunner/hanner, 3 : 2. For at øge sikkerheden bør der holdes mindst 1,5 gange denne mængde, dvs. ca. 1 t og gerne flere. Fiskene foreslås anbragt i sektion 3. Et system burde være tilstrækkeligt, men for at øge sikkerheden kan det andet system i sektion 3, også anvendes til dette formål. Herved opnås en mulighed for at arbejde med forskellige grupper holdt ved f.eks. 2 forskellige temperaturer. Derfor bør begge systemer ombygges. De dykkede biofiltre bibeholdes sammen med tromlefiltre. Sektionen ombygges enten ved:

- At de eksisterende 6 m kar bibeholdes
- Der etableres en udvidelse af rislefilteret i form af mindre sektioner, som monteres over hvert kar (se moderfiskedel fig 3a på side 59).
- Der etableres ægopsamling på hvert kar
- Kar overdækkes og forsynes med kunstig belysning og egen lys styring for forskydning af gydningstidspunktet.

Eller som det ses på moderfiskedel fig. 3b på side 59:

- 6 m kar fjernes.
- Der etableres 10 stk. kvadratiske 3 m kar i hver sektion.
- Der etableres centralt rislefilter på 20 – 25 m³, der forsynes med vand fra de eksisterende biofiltre. Rislefilteret placeres over en udvidelse af reservoiret.
- Der etableres pumper til fremføring af vand til kar fra reservoir under rislefilter.

4.1.2. Inkubation 108 m².

Der kræves 21 m³ inkubationsvolumen.

- Der etableres inkubation i sektion 1.
- Det gamle klække- og startfodringsystem fjernes, og der støbes reservoir i gulv.
- Der etableres biofiltre i form af sand bed filtre med tilhørende rislefiltre, efterfulgt af UV bestråling af systemvandet.
- Der etableres 2 separate systemer, hver med 11 stk. 1m³ cylindrokøniske inkubations tanke tilknyttet. Der kan etableres 18 stk. inkubationstanke i hvert system om ønsket for at øge sikkerheden hvis gydningen af æg udviser meget store udsving (ses i fig. 2 på side 58)
- Der etableres mulighed for midlertidig tilkobling af inkubationstanke til moderfiskeanlæggets vandsystem.
- Hvert anlæg forsynes med køling

4.1.3. Levende foder (396 m²)

- Sektion 2 ryddes
- Der etableres separate rum til produktion af alger, hjuldyr samt klækning og berigelse af Artemia.
- Der installeres plads til en stående bestand af alger på 87 m³, samt kontinuerte kulturer for produktion af podemateriale til posekulturerne.
- Et produktionsvolumen i cylindrokøniske tanke på 90 m³ til hjuldyr,
- 20 m³ til produktion og berigelse af Artemia.
- I tilknytning til det levende foder etableres en varmetank samt filterstation med patronfiltrering af vand til foderkulturerne på 1µm og 0,4µm.

Produktion af Artemia og hjuldyr finder sted ved temperaturer på 25 – 28 grader C. Derfor etableres der opvarmning af vand og luft til disse rum

4.1.4. Klækkeri (2484 m²)

Klækkeriet må nybygges i isoleret hal og skal her foreslås delt i 2 recirkulerede klækkerier indeholdende 27 stk Ø 5 m tanke a 20 m³ med et samlet volumen på 540 m³/system. Klækkeri tankene forsynes med automatisk rensning af bund, samt beluftning til overflade rensning, beluftning i kar og justerbar belysning. Endelig monteres der automatisk tørfoderdosering over hvert kar. Biofilter volumen sættes til 110 m³ for hvert system, fordelt på 3 dykkede filtre og 1 rislefilter. Vandforbrug sættes til 10%/dag og sættes til ca. 120 m³/døgn for hele klækkeriet

4.1.5. Opvækstanlæg (5355 m²)

Også dette anlæg må nyopføres ligeledes i isoleret hal. Her bliver der 3 recirkulerede systemer hver bestående af 24 stk. kvadratiske 6 m tanke med en dybde på 1,6 m og et samlet tank volumen/system på 1400 m³. Biofilter volumen sættes for hvert system til 400 m³ fordelt på 4 filtre/ system samt 1 rislefilter. Vandskifte sættes til 5 %/dag hvilket giver et samlet vandskifte for opvækst anlæggene på ca. 280 m³/dag

4.2 Forslag til ændringer i forhold til det eksisterende for scenario II.

Scenario II tager sigte mod at producere blommesækklarver til udsætning. Scenario II stiller væsentlig mindre krav til areal og kan med visse ændringer udføres i det eksisterende anlæg (se fig. 3, på side 59) idet det kun omfatter enhederne Moderfisk og Inkubation.

4.2.1. Moderfisk

Som for moderfisk i scenario I, men her kræves 1,5 tons moderfisk, og derfor må inkubationsdelen være på mindst 30 m³

Der er 2 muligheder.

Mulighed 1 (se fig 3a på side 59)

- Det eksisterende anlæg i sektion 3 bibeholdes.
- Der foretages en udbygning af rislefiltrene i begge systemer, således at der monteres et rislefilter over hvert Ø 6 m kar. Rislefilteret forsynes med vand fra toppen af de eksisterende dykkede biofiltre.
- Der installeres ægopsamling for hvert kar. Både bundvand og overfladevand ledes gennem ægopsamleren.
- Over hvert kar etableres et lystæt telt. Under teltet monteres kunstig belysning med automatisk styring af tændings og slukningstidspunkter.

Herved muliggøres en mindre manipulation af gydningstidspunktet tankene imellem.

Det samlede volumen af dette system vil blive 160 m³ og det daglige vandskifte derfor 10 – 16 m³. Der vil være plads til ca. 2 t moderfisk i anlægget. Dette er det dobbelte af den mængde moderfisk, der er strengt nødvendig for produktion af den ønskede mængde æg på 475 mio. æg i dette scenario

Mulighed 2 (se fig. 3b på side 59)

Omfatter:

- Fjernelse af de store 6 m tanke i sektion 3 og opsætning af 10 stk. kvadratiske tanke a 3 x 3 m med en dybde på 1,5 m i hver sektion.
- Ombygning af det eksisterende rislefilter til den traditionelle type hvor rislefilteret er anbragt ved siden af det dykkede filter og vand pumpes ud til karrene.
- Der anbringes en lystæt overdækning over tankene i sæt af 4 for kontrol af gydningstidspunkt.
- Der etableres ægopsamling på siderne af hver karrække, hvorved det bliver muligt at holde kontrol med gydning fra hvert kar.
- Vurdering af eksisterende køling og mulig udvidelse af kapacitet

4.2.2. Inkubation

Inkubation udføres i anlæg af samme type som for scenario II, men her bygges 4 separate inkubations systemer.

- Biofilteret i hver inkubationsdel opbygges som et grusfilter med iblanding af koralgrus. Denne biofiltertype har vist sig meget effektiv til at opretholde en god vandkvalitet ved inkubering af ørred og lakseæg.
- Karrene bør være af den cylindrokoniske type for at lette udfiskning af døde æg. Vand tilløb og afløb foretages gennem siden af karrene. Der etableres beluftning i hvert kar, og vandskiftet sættes til ca. 1 gang i timen
- Der etableres en gangbro mellem karrene, for at sikre gode arbejdsforhold
- Rummet forsynes med hældning på gulv til dræn rende for at lette rengøring efter desinfektion.
- Etablering af køling i hvert reservoir for køling ned til 4 – 8 grader C

Der er her ikke taget højde for hvorledes det store antal larver uden nævneværdige skader skal opkoncentreres efter klækning for overførsel til transporttanke før udsætning.

4.3. Forslag til ændringer i forhold til det eksisterende for scenario III.

4.3.1 Moderfisk

Scenario III indebærer en udsætning af 13,1 mia. æg og nødvendiggør derfor den største bestand af moderfisk på godt 10 t. 10 tons fisk holdt ved 10 kg/m³ kræver et udbygget anlæg. På fig. 4 (side 60) ses dette forslag.

- Hal til moderfisk etableres ved en forlængelse af de eksisterende sektioner 2 og 3 til en stor hal på 58 x 33 m²
- Fjernelse af eksisterende anlæg og opbygning af 2 ny recirkulerede moderfiskeanlæg hver bestående af 16 stk. 5 x 5 m kar på 2 m dybde med ægopsamling på hvert kar
- Etablering af 2 biofiltre med hver 2 kamre og rislefilter i alt på 82 m³ for hvert system
- Etablering af separat lysstyring over hver række kar.
- Etablering af kølefaciliteter for nedkøling af systemvand til 6 – 8 grader C

4.3.2 Inkubation

Æggene skal sættes ud så hurtigt som muligt, derfor vil der ikke blive tale om en længerevarende inkubering og omfattende separation ud over separation i forbindelse med ægopsamling og separation i forbindelse med overførsel til transporttanke. Der bør udføres desinfektion af æggene i forbindelse med udsætning. Der er regnet med inkubering i gennemsnitligt 4 dage. Inkuberingen foreslås udført i 4 m³ cylindrokoniske tanke. I scenario III, hvor inkubationen kun vil strække sig over få dage, kan det overvejes kun at inkubere æggene i UV behandlet vand fra moderfiskeanlægget og lede dette tilbage til anlægget igen efter endt brug. På figur 3 er der regnet med separate biofiltre.

Inkubationen omfatter følgende:

- 27stk cylindrokøniske 4 m kar fordelt på 3 separate systemer med biofilter af sand bed typen
- Udvidelse af hal for inkubation til i alt 356 m²
- Etablering af køling til hvert system for vedligeholdelse på 6 – 8 grader
- UV behandling af vand
- Beluftning i hver tank
- Etablering af gulv med dræn og hældning
- Etablering af gangbro mellem kar

5.0. Opsummering og anbefalinger.

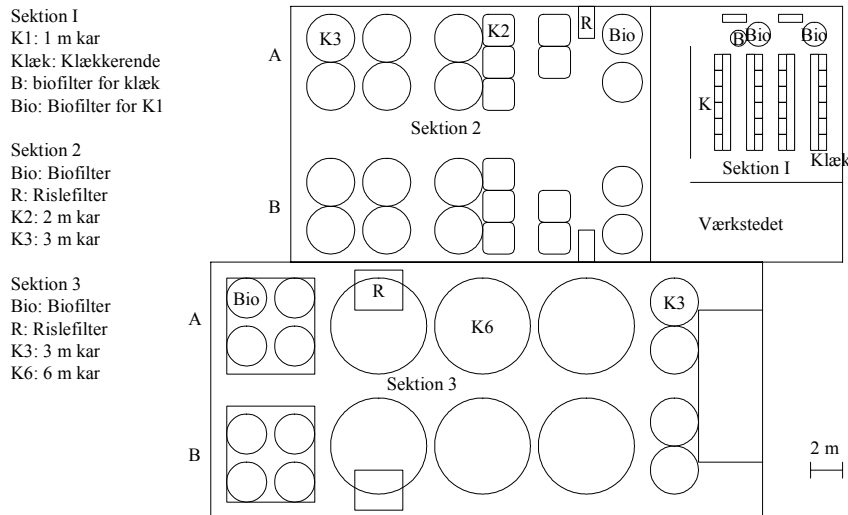
Scenario II passer bedst til de eksisterende faciliteter på Bornholms Lakseklækkeri. Scenarier I og III kræver væsentlige tilbygninger for at rumme dels produktionen af 3 måneder gammelt torskkeyngel (scenario I) dels en tilbygning for at rumme en moderfiskebestand på mindst 10 t (scenario III).

Endvidere forekommer en produktion af 26 mio. stk. torskesættefisk fordelt over 3 hold a 8 – 9 mio. stk. fisk årligt, i øjeblikket som et meget urealistisk projekt set i lyset af, at store norske torskeklækkerier forsøger at nå en produktion på 10 mio. årligt med produktionen spredt ud over hele året. Endnu er der ingen der har nået de 10 mio. sættefisk årligt. Det skal dog nævnes at for 15 år siden stod opdrættet af middelhavsarterne havbars og guldbrasen overfor lignende problemer som torskeopdrættet i dag. I dag findes der klækkerier som rutinemæssigt producerer 60 mio. stk. yngel af disse arter årligt. Derfor er det sandsynligt at teknologien indenfor torskeopdrættet indenfor en årrække vil være god nok til at producere sættefisk i lignende mængder. Men i øjeblikket skønnes det produktionsmæssigt at være risikofyldt.

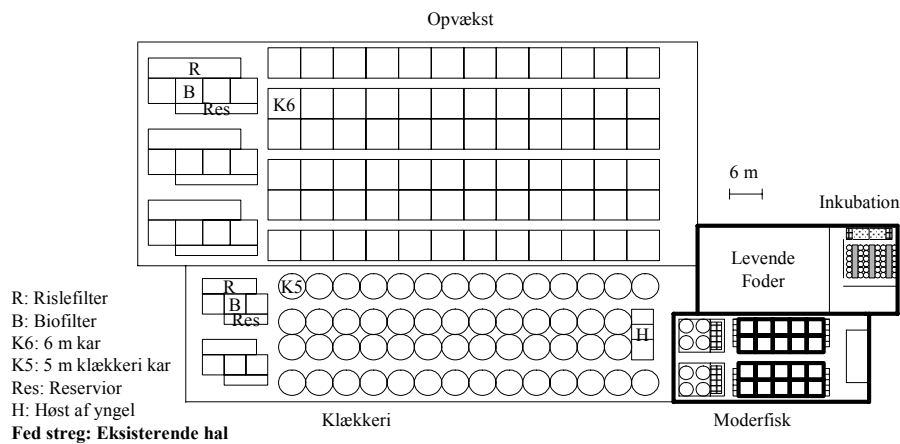
Produktion af befrugtede æg i så store mængder som 13 mia. er ikke umuligt, men det kræver et stort anlæg og er meget arbejdskrævende. Derfor virker det uhensigtsmæssigt når det skønnes muligt at undgå en kraftig prædation, ved blot at holde en mindre mængde æg i tanke indtil klækning, og derefter udsætte dem, som det er foreslået i scenario II

6.0. Figurer over eksisterende anlæg og foreslåede ændringer/udvidelser i forbindelse med de forskellige scenarier I – III.

Figur 1 Skitse over Bornholms Lakseklækkeri i dag
Ikke målfast



Figur 2. Bornholms Lakseklækkeri
Skitse over faciliteter til Scenario I
Ikke målfast



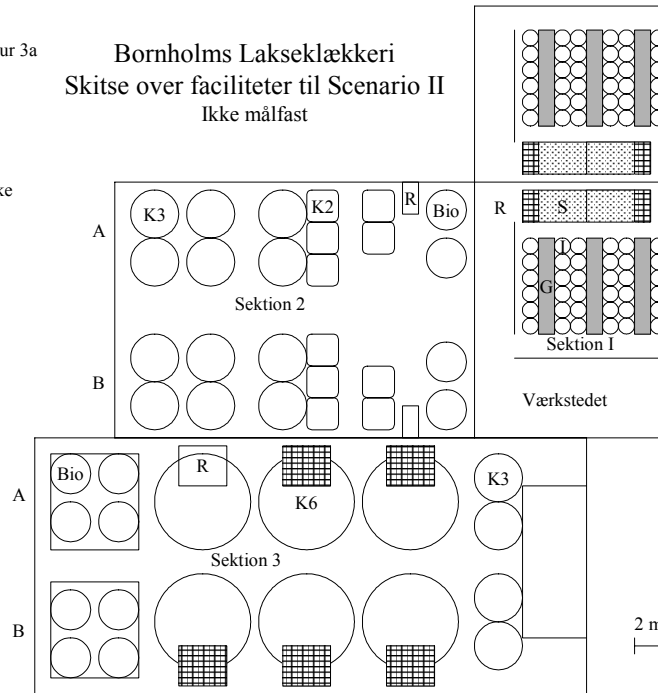
Figur 3a

Bornholms Lakseklækkeri
 Skitse over faciliteter til Scenario II
 Ikke målfast

Sektion I
 K1: 1 m cylindroniske
 Kar for inkubation
 S: Sand bed filter
 R: Rislefilter
 G: Gangbro

Sektion 2
 Bio: Biofilter
 R: Rislefilter
 K2: 2 m kar
 K3: 3 m kar

Sektion 3
 Bio: Biofilter
 R: Rislefilter
 K3: 3 m kar
 K6: 6 m kar
 Æ: Ægopsamlere



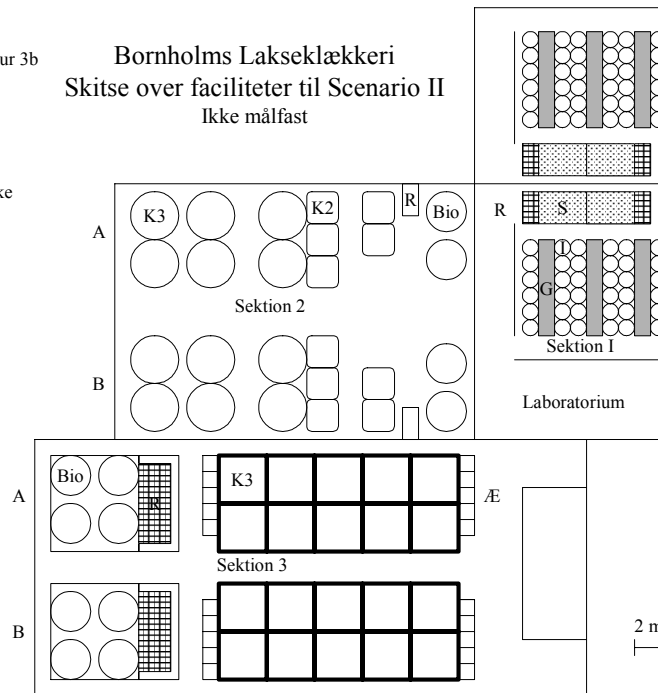
Figur 3b

Bornholms Lakseklækkeri
 Skitse over faciliteter til Scenario II
 Ikke målfast

Sektion I
 K1: 1 m cylindroniske
 Kar for inkubation
 S: Sand bed filter
 R: Rislefilter
 G: Gangbro

Sektion 2
 Bio: Biofilter
 R: Rislefilter
 K2: 2 m kar
 K3: 3 m kar

Sektion 3
 Bio: Biofilter
 R: Rislefilter
 K3: 3 m kar
 Æ: Ægopsamlere

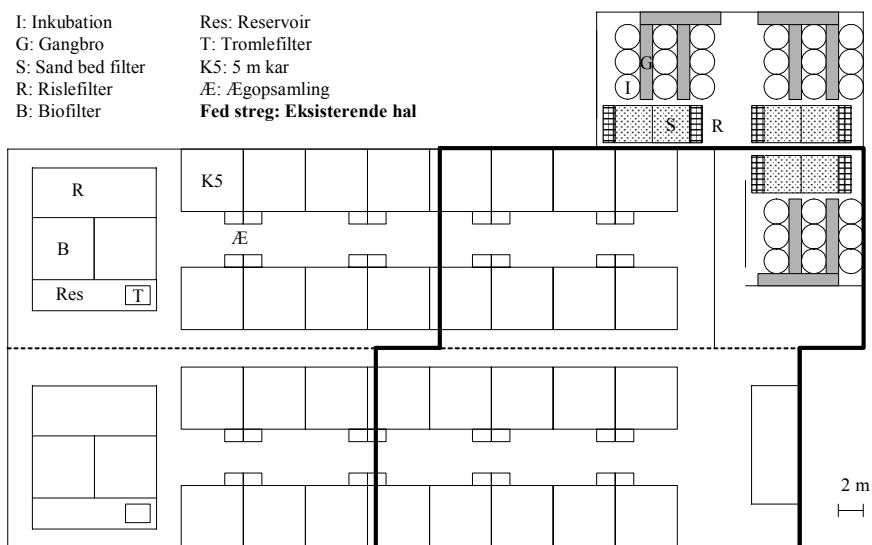


Figur 4.

Bornholms Lakseklækkeri
Skitse over faciliteter til Scenario III
Ikke målfast

I: Inkubation
G: Gangbro
S: Sand bed filter
R: Rislefilter
B: Biofilter

Res: Reservoir
T: Tromlefilter
K5: 5 m kar
Æ: Ægopsamling
Fed streg: Eksisterende hal



7.0. De samlede dimensioneringsparametre.

Dimensioneringskriterier for beregning af systemkrav til produktion af torskeyngel

Scenarie I – III

Baggrundstal for beregninger

Råtal	Scenarie I	Scenarie II	Scenarie III
Yngel til udsætning 90 dg (ca 10 g)	26.000.000		
Overlevelse 90 dg - 60 dg (%)	80		
Yngel 60 dg (stk)	32.500.000		
Overlevelse startfodring - dg 60 (%)	10		
Larver ved startfodring (stk)	325.000.000	475.000.000	
Overlevelse BS larve - startfodring (%)	80	80	
BS larver (stk)	406.250.000	593.750.000	
Overlevelse gydning - BS larve (%)	50	50	
Æg (stk)	812.500.000	1.187.500.000	13.116.000.000
Forventet antal æg gydt/kg huntorsk (stk)	2.000.000	2.000.000	2.000.000
Nødvendig mængde huntorsk (kg)	406	594	6.558
Forhold huntorsk : hantorsk	3 : 2	3 : 2	3 : 2
Nødvendig mængde moderfisk	677	990	10.930
Æg til rådighed (dage)	90	90	90

Dimensioneringer

Beregnete tal

Moderfisk

Sikkerhedsfaktor	1,5	1,5	1,5
Total biomasse af moderfisk (kg)	1016	1484	16395
Max tæthed (kg/m ³)	10	10,00	10,00
Udfodring tørfoder dagligt (% af biomasse)	1	1	1
Daglig udfodring totalt (kg)	10	15	164

Biofilter

Omsætning i biofilter (m ² /kg/døgn)	200	200	200
Type biofilter materiale (m ² /m ³)	200	200	200
Størrelse af biofilter (m ³)	10	15	164
Forhold opstrøms dykket filter : rislefilter	2 : 1	2 : 1	2 : 1

Moderfiske kar

Volumen af moderfiskekar (m ³)	102	148	1.640
Itforbrug (kg/døgn)	4	6	66
Mætning ved 9 grader 20 ppt (mg/l)	10	10	10
It til rådighed 60 - 90 ppt (mg/l)	3	3	3
Beregnet vandflow (m ³ /time)	56	82	911
Foreslået vandflow m ³ /time	102	148	1.640

Inkubation

Ophold i inkubator dage	15	15	4
Max tæthed af æg under inkubation stk/l	7.000	7.000	7.000
Total volumen af inkubator (m ³)	21	30	85
Vandskifte (%/min)	2	2	2
Total vandskifte (m ³ /time)	26	36	102
Gennemsnitlig daglig ægmængde gydt (stk)	9.027.778	13.194.444	145.733.333
Inkubator tank 4 m ³ (stk)			25

Inkubator tank 1 m3 (stk)	21	30	
Dagligt vandskifte (%)	10	10	10
Separate systemer (antal)	2	2	4
Temperatur regi (°C)	6 - 8	6 - 8	6 - 8
Temperaturstyring	ja	ja	ja

Klækkeri

Opholdstid i klækkeri (dage)	60
Tæthed af BS larver ved start (stk/l)	125
Tæthed at yngel dg 60 (stk/l)	10
Batch (antal)	3
Volumen af kar i klækkeri (m3)	1.083
Antal kar a 20 m3 (stk)	54
Vægt ved høst (g)	0,5
Middel biomasse (kg)	2.708
Max foderindtag (%)	4
Biofilter (m3)	217
Vandlow (m3/time)	1.083
Supplement af ren ilt	ja

Opvækst anlæg

Start vægt (g/stk)	0,5
Vægt ved høst (g/stk)	10
Max tæthed (kg/m3)	20
Middel biomasse (kg)	41.167
Max udfodring (%)	3
Kar volumen (m3)	4.117
Biofilter (m3)	1235
Vandlow (m3/time)	8.233
Supplement af ren ilt	ja

Artemia

Artemia fodring dage	25
Gennemsnitlig daglig udfodring (ind/ml)	50
Gennemsnitligt dagligt forbrug af artemia (Kg)	12
Totalt produktionsvolumen (m3)	20
Tanke 1 m3	20
Tanke 4 m3	

Hjuldyr

Fodring med hjuldyr (dage)	10
Gennemsnitlig daglig udfodring (ind/ml)	50
Dagligt forbrug af hjuldyr (mia.)	18,06
Daglig tilvækst af hjuldyr (%)	25
Gns. Tæthed af hjuldyr (stk/ml)	1.000
Produktionsvolumen til hjuldyr (m3)	90

Alger

Fodring med alger (dage)	10
Dagligt forbrug til grønt vand (% af karvol)	2,00
Dagligt forbrug totalt grønt vand (m3)	7,22

Forbrug til hjuldyr, berigelse, mm. (m3)	7,24
Produktionstid i poser (dage)	6,00
Stående bestand af alger	86,78
Høst fra kontinuert kultur (m3)	0,29
Størrelse af kontinuert kultur (m3)	0,87

8.0 Anvendt litteratur.

Torskeopdræt – forskningsresultater og kundskab om torskeopdræt April 2002.
Josianne G Støttrup, Danmarks Fiskeriundersøgelser

Large Scale Production of Baltic Sea Cod Bornholm, 1992 – 1994
Philip Prince, Danmarks Fiskeriundersøgelser

Appendix I: Gennemgang og evaluering af tidligere torskeopdrætsprojekt i Nexø,
Internt notat

Appendix II: Opdatering af viden omkring torskeopdræt, Internt notat

Appendix III: Biologisk vurdering vedrørende udsætning, Internt notat

Baggrund for beregning af tre udsætningsscenarier, Internt notat

Manual on Hatchery Production of Seabass and Gilthead Seabream, Volume 1 FAO

APPENDIKS VII: Økonomisk vurdering for torskeopdræt hos Fonden Bornholms Lakseklækkeri.

Peter Lauesen, Billund Aquakultur Service ApS, Kløvermarken 27, Dk-7190 Billund

1.0. Anlægsudgifter

I det følgende skema er der givet et forsigtigt overslag over priser på anlæg som vil kunne opfylde kravene til produktion i de omtalte 3 scenarier. Priserne er selvfølgelig vejledende og skulle et af dem have interesse, bør der foretages en mere detaljeret dimensionering og vurdering.

De opgivne priser gælder fuldstændige recirkulerede anlæg installeret i isoleret bygning med reference til forudgående beskrivelse. Hvert system indeholder bl.a.:

1. Kar
2. Biofilter
3. Mekanisk rensning
4. UV behandling
5. Rørføring
6. Alarmsystem
7. Ilt dosering og måling
8. Foderautomater

Afdelingen for levende foder i scenario I består af bl.a.:

9. Stativ til algeposer
10. Belysning
11. Anlæg til vedligeholdelse af kontinuerte kulturer
12. Kar til dyrkning af hjuldyr og Artemia
13. Vaske og høste udstyr
14. Filterstation for fremstilling af 0,2, 0,4 og 1 my filtreret vand
15. Beluftning

Følgende er ikke indregnet i prisen (ca. pris separat i afsnit 1.2):

16. Vandindtag fra hav til anlæg, (hvis dette ønskes), eller blandekar til kunstigt saltvand
17. Behandling af indtagsvand
18. Iltforsyning
19. Spildevandsrensning
20. Forberedelse af byggegrund
21. Projektering

Prisberegning for anlæg opfyldende krav fra henholdsvis scenario I - III

		Moderfisk	Inkubation	Alge	Hjuldyr	Artemia	Klækkeri	Weaning
SC I	TU	623	162	880	975	650	3185	8950
	BK	288	216				2400	9000
	KB	108					600	4620
I alt		1019	378	880	975	650	6185	22570

**Samlet pris for anlæg til scenario I
(1000 kr)**

32.657

SC II	TU	665	1180
	BK	320	240
	KB	120	
I alt		1105	1420

**Samlet pris for anlæg til scenario II
(1000 kr)**

2.525

SC III	TU	3685	700
	BK	5000	1200
	KB	1410	
I alt		10095	1900

**Samlet pris for anlæg til scenario III
(1000 kr)**

11.995

TU	Teknisk udstyr
BK	Bygningskonstruktion
KB	Betonkonstruktion kar
SC I - III	Scenario I - III

1.1. Prisvurdering af billigste anlæg til opfyldelse af scenario II

Da der allerede forefindes egnede faciliteter til at holde moderfisk af torsk på Bornholms Lakseklækkeri, vil den billigste og måske mest aktuelle løsning være at der laves en mindre ændring af anlæg 3. Ønskes inkubationen placeret i sektion 1, hvilket må anbefales, kan der ved siden af hal I bygges en identisk bygning også til inkubation af torskeæg. Det vil dog medføre en total ombygning af faciliteterne i rummet, hvorved det ikke vil kunne anvendes til opdræt af ørred fremover. Nedenfor ses forslag til sådanne ændringer. For illustration se appendiks V, figur 3a.

1.1.1. Modificering af anlæg i sektion 3

Etablering af rislefilter ved hvert kar incl. rørføring

Etablering af "telt" over 6 stk. 6 m kar

Etablering af lysstyring med "langsom tænding" for nedsættelse af stress hos moderfisk

Etablering af ægopsamling fra bund og overflade afløb

Samlet pris, kr. 360.000

1.1.2. Inkubation

Fjernelse af eksisterende anlæg i sektion 1

Gulvarbejde med ilægning af dræn

Opbygning af hal identisk med sektion 1

Etablering af isoleret rørføring fra moderfisk til inkubation

60 stk cylindrokøniske kar på 1 m³

4 stk UV apparat

4 stk bedfilter

4 stk rislefilter

4 stk pumpe med kapacitet på 20 m³

1 stk blæser

Uafhængig køling af vand i de 4 systemer ned til 6 – 8 grader

Rør og fittings

Samlet pris, kr. 2.165.000

Ønskes moderfiskekarrene erstattet med 2 x10 stk. 3 m kar og rislefilteret ændret som det ses i Figur 3b i Appendiks V, vil det koste yderligere kr. 700.000.

1.2. Andre etablerings/projektomkostninger.

(16) Vand indtag fra hav til anlæg. Ca. pris. kr. 200.000.

(17) Behandling af indtagsvand. Sand filtrering, evt. roterende disk filter samt UV. Kapacitet 10 - 20 m³/ time for at have en kapacitet, der kan levere vand til hurtig opfyldning af kar. Pris 235.000

(18) Iltforsyning. Leje af mindre ilttank 2000 kr/ måned

(19) Spildevandsrensning: Da der er tale om meget små mængder vand i scenario II, vil eksisterende anlæg formodentlig kunne bruges med enkle modifikationer, men det afhænger af krav fra Amtet. Ca. pris kr. 100.000.

(20) Forberedelse af byggegrund. Kun hvis nybyggeri. 150 – 300.000 kr.

(21) Projektering: 100.000 – 150.000 afhængig af omfang.

3.0. Driftsbudget

Nedenfor er forsøgt opstillet et driftsbudget for de 3 scenarier.

Driftsbudget			
1000 kr	Scenario I	Scenario II	Scenario III
Anlægsudgifter	32657	2525	11995
Variable udgifter			
Foder	3600	54	576
El	3456	135	1152
Ilt	720	11	115
Vand	Der anvendes havvand		
Salt	441	126	1260
Diverse	700	30	70
Faste udgifter			
Løn	2952	936	1512
Finansieringsomkostning			
Afskrivning faste installationer	862	34	381
Afskrivning udstyr	1543	185	439
Driftsudgifter	14273	1510	5504

- Foder: Der er regnet med en gennemsnitlig foderpris på 10 kr/kg. For scenario I er der regnet med en gennemsnitlig foderkvotient på 1,2 for torskeyngel op til 10 g. Moderfisk fodres med 1% foder dagligt.
- El: Der er regnet med opgivet pris på 1,62 kr/KWh. Der er for scenario I regnet med 6 kwh/kg foder, scenario II 25 kwh/kg foder, og scenario III 20 kwh/kg foder. De højere tal for scenario II og III skyldes et større elforbrug til inkubering og nedkøling af æg.
- Ilt: Er sat til en pris på 2,5 kr/kg. Der er regnet med et forbrug af ren ilt på 25 % af det totale iltforbrug i systemerne. For scenario II og III er der mere tale om nødilt i tilfælde af strømsvigt.
- Vand: Der anvendes havvand. Udgift til pumpning rummes i elforbrug
- Salt: Er sat til 7kr/kg (80% red sea salt + 20% pioner salt).

Der regnes med opsaltning i de 3 måneder gydningen varer, ellers holdes moderfisk (og evt. yngel) i indtagsvandet med den naturlige salinitet. Endvidere regnes der med opsaltning af systemvand i forbindelse med startfodring i klækkeri. Der regnes endvidere med opsaltning til inkubering. Der opsaltes gennemsnitlig 10 ppt, idet den gennemsnitlige salinitet af havvandet omkring Bornholm forventes at ligge på 10 ppt. Total salinitet vil derfor ligge på ca. 20 ppt. Der regnes med et årligt saltforbrug på

63 t for scenario I (3 gange opsaltning af klækkeri), 18 t for scenario II og 180 t for scenario III.

Der er regnet med et vandskifte i samtlige anlæg på 10 %/dag af anlæggets totalvolumen, bortset fra opvækstanlægget i scenario I, hvor vandskiftet er sat til 5% . Det samlede udskiftningsvolumen for Scenario I – III samt forbrug af salt vil blive på henholdsvis:

	Scenario I	Scenario II	Scenario III
Dagligt vandforbrug m ³	506	20	191
Årligt forbrug af salt tons	63	18	180

Skal der arbejdes med opsaltet ferskvand er Scenario II den eneste mulighed der virker økonomisk nogenlunde overkommelig.

Diverse omfatter udgifter til medicinering, hjælpestoffer mm.

Lønudgifter: Bemanding af projekterne er:

Scenario I: 1 biolog, 9 tekniske medarbejdere.

Scenario II: 1 biolog, 2 tekniske medarbejdere.

Scenario III: 1 biolog, 4 tekniske medarbejdere.

Der er regnet med en månedsløn på kr. 24.000 for tekniske medarbejdere og kr. 30.000 for en biolog.

4.0. Opsummering og anbefalinger.

Det ses at udgifterne til opsaltning af ferskvand udgør en enorm udgift for alle scenarier, som helt umuliggør driften af Scenario I og III. Det skal derfor overvejes, om det ikke vil være en billigere løsning at anvende vand fra området udenfor anlægget og desinficere dette ved brug af UV og Ozon. Muligvis kan moderfisk og yngel gå i et system, hvor saliniteten udenfor gydesæsonen følger saliniteten i havet. En egentlig opsaltning behøver i så fald kun at finde sted i perioder hvor fiskene gyder, eller forbereder sig til gydning. En anden mulighed vil være at nedsætte vandudskiftningen på anlægget. Vandskiftet skal dog reduceres væsentligt for at det har en så stor en indflydelse på budgettet, at det kommer til at hænge sammen.

Ovenstående sammenholdt med de meget høje priser på anlæg til opfyldelse af scenario I og III gør scenario II til den model, hvor der tilsyneladende kan opnås størst gevinst for de investerede penge.

Det ses, at selv om anlæg til moderfisk og inkubation er forholdsvis prisbillige i scenario I, kræver den senere opvækst til 5 - 10 g (3 mdr.) ved forholdsvis lav tæthed, meget kostbare anlæg.

En helårsproduktion af torskeyngel vil medføre en bedre udnyttelse af produktionsanlægget. Da de kun udsættes indenfor en snæver periode er der tale om en begrænset produktion af 2 - 3 hold fisk. Hvis produktionen af torskeyngel på 5 – 10 g kun kan finde sted i 2 - 3 hold, vil anlægget ikke blive anvendt i ca. ½ år, og man vil være nødsaget til at lave anlæggene unødigt store.

Gennemførelse af anlæg til scenario I er derfor både investeringstungt med over 30 mio. kr., og produktionen af det høje antal sættefisk må som allerede nævnt under de nuværende forhold siges at være meget usikker.

APPENDIKS VIII: Kontaktliste

Josianne Støttrup

Danmarks Fiskeriundersøgelser
Afd. Havøkologi og akvakultur
Kvalargården 6
DK- 2920 Charlottenlund

Tlf: 33 96 34 29

e-mail: js@dfu.min.dk

Helge Paulsen

Danmarks Fiskeriundersøgelser
Afd. Havøkologi og akvakultur
Nordsøcentret
DK-9850 Hirtshals

Tlf: 33 96 32 11

e-mail: hep@dfu.min.dk

Per Bovbjerg Pedersen

Danmarks Fiskeriundersøgelser
Afd. Havøkologi og akvakultur
Nordsøcentret
DK-9850 Hirtshals

Tlf: 33 96 32 56

e-mail: pbp@dfu.min.dk

Christian Möllmann

Danmarks Fiskeriundersøgelser
Afd. Havfiskeri
Charlottenlund Slot
DK-2920 Charlottenlund

Tlf: 33 96 34 58

e-mail: cmc@dfu.min.dk

Julia Lynne Overton

Danmarks Fiskeriundersøgelser
Afd. Havøkologi og akvakultur
Bornholms Lakseklækkeri
Øster Flak 2
DK-3730 Nexø

Tlf: 56 49 35 53

e-mail: jlo@dfu.min.dk

Peter Lauesen

Billund Aquakultur Service ApS
Kløvermarken 27
DK-7190 Billund

Tlf: 75 33 87 20

e-mail: pelaue@post.tele.dk

Birger Rasmussen

Bornholms og Christiansøs
Fiskeriforening
Øernes Kaj 2,
DK- 3700 Rønne

Tlf: 56 95 73 60

e-mail: birger-r@post3.tele.dk

APPENDIKS VIII: Kontaktliste

Josianne Støttrup

Danmarks Fiskeriundersøgelser
Afd. Havøkologi og akvakultur
Kvalergården 6
DK- 2920 Charlottenlund

Tlf: 33 96 34 29

e-mail: js@dfu.min.dk

Helge Paulsen

Danmarks Fiskeriundersøgelser
Afd. Havøkologi og akvakultur
Nordsøcentret
DK-9850 Hirtshals

Tlf: 33 96 32 11

e-mail: hep@dfu.min.dk

Per Bovbjerg Pedersen

Danmarks Fiskeriundersøgelser
Afd. Havøkologi og akvakultur
Nordsøcentret
DK-9850 Hirtshals

Tlf: 33 96 32 56

e-mail: pbp@dfu.min.dk

Christian Möllmann

Danmarks Fiskeriundersøgelser
Afd. Havfiskeri
Charlottenlund Slot
DK-2920 Charlottenlund

Tlf: 33 96 34 58

e-mail: cmc@dfu.min.dk

Julia Lynne Overton

Danmarks Fiskeriundersøgelser
Afd. Havøkologi og akvakultur
Bornholms Lakseklækkeri
Øster Flak 2
DK-3730 Nexø

Tlf: 56 49 35 53

e-mail: jlo@dfu.min.dk

Peter Lauesen

Billund Aquakultur Service ApS
Kløvermarken 27
DK-7190 Billund

Tlf: 75 33 87 20

e-mail: pelaue@post.tele.dk

Birger Rasmussen

Bornholms og Christiansøs Fiskeriforening
Øernes Kaj 2,
DK- 3700 Rønne

Tlf: 56 95 73 60

e-mail: birger-r@post3.tele.dk

DFU-rapporter – index

Denne liste dækker rapporter udgivet i indeværende år samt de foregående to kalenderår. Hele listen kan ses på DFU's hjemmeside www.dfu.min.dk, hvor de fleste nyere rapporter også findes som PDF-filer.

- Nr. 120-03 Danmarks Fiskeriundersøgelser. Ramme- og aktivitetsplan 2003-2006
- Nr. 121-03 Genudlagte blåmuslinger (*Mytilus edulis* L.) på vækstbanker i Limfjorden 2002. Per Sand Kristensen og Nina Holm
- Nr. 122-03 Blåmuslingebestanden i det danske Vadehav efteråret 2002. Per Sand Kristensen og Niels Jørgen Pihl
- Nr. 123-03 Blåmuslinger (*Mytilus edulis* L.) i Århus Bugt 2002. Forekomster og fiskeri. (fiskerizonerne 24, 25, 26, 30, 31 og 34). Per Sand Kristensen
- Nr. 124-03 Forebyggelse af YDS (yngeldødelighedssyndrom) og begrænsning af medicinforbrug i æg- og yngelopdræt i danske dambrug. Per Aarup Jensen, Niels Henrik Henriksen, Kaare Michelsen, Dansk Dambrugerforening og Lone Madsen, Inger Dalsgaard, Danmarks Fiskeriundersøgelser, Fiskepatologisk Laboratorium
- Nr. 125-03 Laksens gydevandring i Varde Å-systemet. Radiotelemetri-undersøgelse. Niels Jepsen, Michael Deacon og Mads Ejby Ernst
- Nr. 126-03 DFU's standardtrawl: Konstruktion og sammenlignende fiskeri. Ole Ritzau Eigaard, Josianne Støttrup, Erik Hoffmann, Holger Hovgård og Søren Poulsen
- Nr. 127-03 Status and Plans. DIFRES November 2003. Tine Kjær Hassager (Ed.)
- Nr. 128-03 Udsætninger af pighvar ved Nordsjællands kyst fra 1991-1997. Claus R. Sparrevohn og Josianne Støttrup
- Nr. 129-03 Fiskebestande og fiskeri i 2004. Sten Munch-Petersen
- Nr. 130-04 Bestanden af blåmuslinger i Limfjorden 1993 til 2003. Per Sand Kristensen og Erik Hoffmann.
- Nr. 131-04 Udsætningsforsøg med ørred (*Salmo trutta*) i Gudenåen og Randers Fjord, gennemført i 1982-83, 1987-89 og 1994-96. Stig Pedersen og Gorm Rasmussen
- Nr. 132-04 En undersøgelse af muligheder for etablering af måleprogram på såkaldte modeldambrug. Lars M. Svendsen og Per Bovbjerg Pedersen
- Nr. 133-04 Udnyttelse af strandkrabber. Knud Fischer, Ole S. Rasmussen, Ulrik Cold og Erling P. Larsen
- Nr. 134-04 Skjern Å's lampretter. Nicolaj Ørskov Olsen og Anders Koed

- Nr. 135-04 Undersøgelse af biologiske halveringstider, sedimentation og omdannelse af hjælpestoffer og medicin i dam- og havbrug, samt parameterfastsættelse og verifikation af udviklet dambrugsmodel. Lars-Flemming Pedersen, Ole Sortkjær, Morten Sichlau Bruun, Inger Dalsgaard & Per Bovbjerg Pedersen
- Nr. 135a-04 Supplerende teknisk rapport (Anneks 1 – 8) til DFU-rapport nr. 135-04. Undersøgelse af biologiske halveringstider, sedimentation og omdannelse af hjælpestoffer og medicin i dam- og havbrug, samt parameterfastsættelse og verifikation af udviklet dambrugsmodel. Lars-Flemming Pedersen, Ole Sortkjær, Morten Sichlau Bruun, Inger Dalsgaard og Per Bovbjerg Pedersen
- Nr. 136-04 Østersfiskeri i Limfjorden – sammenligning af redskaber. Per Dolmer og Erik Hoffmann
- Nr. 137-04 Hjertemuslinger (*Cerastoderma edule*) på fiskebankerne omkring Grådyb i Vadehavet, 2004. Per Sand Kristensen og Niels Jørgen Pihl
- Nr. 138-04 Blåmuslinger (*Mytilus edulis* L.) og molboøsters (*Arctica islandica* L.) i det nordlige Lillebælt i 2004 (fiskerizone 37 og 39). Forekomster og fiskeri. Per Sand Kristensen
- Nr. 139-05 Smoltdødeligheder i Årslev Engsø, en nydannet Vandmiljøplan II-sø, og Brabrand Sø i foråret 2004. Kasper Rasmussen og Anders Koed
- Nr. 140-05 Omplantede blåmuslinger fra Horns Rev på bankerne i Jørgens Lo og Ribe Strøm 2002-2004. Per Sand Kristensen og Niels Jørgen Pihl
- Nr. 141-05 Blåmuslingebestanden i det danske Vadehav efteråret 2004. Per Sand Kristensen, Niels Jørgen Pihl og Rasmus Borgstrøm
- Nr. 142-05 Fiskebestande og fiskeri i 2005. Sten Munch-Petersen
- Nr. 143-05 Opdræt af torskeyngel til udsætning i Østersøen (forprojekt). Josianne G. Støttrup, Julia L. Overton, Christian Möllmann, Helge Paulsen, Per Bovbjerg Pedersen og Peter Lauesen.