# SMÅSKALIG MARIN FISKODLING OCH LEVANDELAGRING

– Beskrivning av teknik och ekonomi

EUROPEISKA UNIONEN
Europeiska havsfonden

Samförvaltning
Norra Bohuslän

# SMÅSKALIG MARIN FISKODLING OCH LEVANDELAGRING

-Beskrivning av teknik och ekonomi

**Anette Ungfors & Susanne Lindegarth**

**Innehållsförteckning**

FÖRORD ..... 3
1. SAMMANFATTNING ..... 3
2. ODLINGSLANDET SVERIGE ..... 6
2.1 Odlingssituationen i Sverige ..... 6
2.2 Utvecklingsmöjligheter i framtiden ..... 7
2.3 Regelverk och tillstånd ..... 7
2.3.1 Fiskerilagstiftningen ..... 8
2.3.2 Miljölagstiftningen ..... 9
2.3.3 Dispens ifrån strandskyddsbestämmelserna ..... 10
2.3.4 Smittskydds-och Djurskyddslagstiftningen ..... 10
2.3.5 Livsmedelslagstiftningen ..... 11
2.4 Odling – en del av fysisk planering i havet ..... 11
2.5 Kurser i vattenbruk ..... 12
3. HUR FUNGERAR OLIKA RENINGSTEKNIKER? ..... 12
3.1 Vattenkemi och vattenbruk ..... 12
3.2 Reningstekniker ..... 13
3.2.1 Fysiska metoder ..... 13
3.2.2 Biologiska metoder ..... 14
3.2.3 Kemiska metoder ..... 14
3.2.4 Fotokemiska metoder ..... 15
4. FISKODLING VS LEVANDEFÖRVARING – EN JÄMFÖRELSE ..... 15
5. TEKNIKER SOM ANVÄNDS ..... 16
5.1 LANDBASERADE SYSTEM ..... 18
5.1.1 Recirkulerande vattensystem (RAS) ..... 18
5.1.2 Akvaponiska system ..... 36
5.1.3 Delvis slutet system (PRAS) ..... 41
5.1.4 Genomflödessystem (FTS) ..... 43
5.2 HAVSBASERADE SYSTEM ..... 48
5.2.1 Slutet eller Semislutet system ..... 48
5.2.2 Integrerad multitrofisk akvakultur (IMTA) ..... 53
5.2.3 Öppet system (kassodling) ..... 55
5.2.4 Offshore ..... 63
6. SWOT-ANALYS OLIKA TEKNIKER ..... 65
7. VILDFÅNGAD TORSK I LANDBASERAT SLUTET SYSTEM ..... 68
7.1 Systemet och tillstånd ..... 68
7.2 Tillståndsprocess ..... 70
7.3 Utvärdering teknik ..... 70
7.4 Utvärdering foder, överlevnad och tillväxt ..... 71
7.5 Slutsatser ..... 72

8. LÄNKAR ..... 73
REFERENSER ..... 76

Bilaga 1. Odlingstillstånd med bilagor ..... 79
Bilaga 2. Ekonomiska beräkningar, uppdrag VBC Norr AB
Bilaga 3. Referat: Förädling, marknad och ekonomi - odlad fisk

# FÖRORD

Samförvaltningen Norra Bohuslän är en sammanslutning av yrkesfiskare, forskare och myndighetsrepresentanter med fokus på lokal förvaltning och hållbart nyttjande av det fysiska havsområdet i Strömstad och Tanum kommuner. Strömstads kommun är huvudman för Samförvaltningen som i dagsläget drivs som ett projekt och finansieras via Europeiska Fiskefonden, Västra Götalandsregionen, Strömstad och Tanum kommuner, Göteborgs Universitet samt Länsstyrelsen i Västra Götalands län.

Samförvaltningen tog 2013 initiativ till projektet ”Småskalig marin fiskodling”, ett projekt med syfte att underlätta för uppstart av småskalig fiskodlingsverksamhet i detta geografiska område. Ansatsen har sin grund i önskemål från yrkesfiskare som söker komplement till yrkesfiske i sin näringsverksamhet. I första hand vill projektet främja tekniker som reducerar näringsutsläpp vilket inte minst är nödvändigt för att erhålla erforderliga tillstånd för odling från myndigheter. Projektet är finansierat av Matlandet Sverige och Europeiska Fiskefonden (EFF).

Denna rapport ingår som en kunskapshöjande del i det ovan nämnda projektet och presenterar olika tekniska lösningar och ekonomiskt beräkningsverktyg för odling av fisk. Excelark tillhörande modellen finns tillgängliga på www.samforvaltningnorrabohuslan.se. Projektet som helhet innehåller även kunskapswebben 25 svar (http://www.vbcv.science.gu.se/25svar/) med syftet att öka kunskapen om fiskodling och vattenbruk samt bemöta myter om odling av fisk.

Rapporten ger yrkesfiskare och andra intressenter en översikt över den odlingsverksamhet som pågår i dagsläget och ger praktiska tips och vägledning för den som vill satsa på småskalig odlingsverksamhet. Fokus ligger på odling i Sverige och Norden men rapporten innehåller även exempel på odlingsteknik i andra länder. En småskalig odling definierar vi som en produktion om mindre än 40 ton per år (rättare sagt 40 tons foderåtgång) då tillståndsprövningen för miljölagstiftning blir enklare. Gränsen för storskalig verksamhet är mer flytande men sätts till 250 ton.

Rapporten har skrivits av Anette Ungfors, forskare vid Göteborgs universitet, institutionen för biologi och miljövetenskap och verksam inom Vattenbrukscentrum Väst (www.vbcv.science.gu.se). Författaren bedriver forskning inom fiskeriteknik, hållbar förvaltning och odling/lagring av kräftdjur. Rapporten har tagits fram i nära samarbete med Susanne Lindegarth, Göteborgs universitet/Vattenbrukscentrum Väst.
Foto omslag: Havskatt, Marco Pennbrandt/Azote. Laxfisk, Tobias Dahlin/Azote.
Övriga foton: Anette Ungfors, om inget annat anges.

# 1. SAMMANFATTNING

Denna rapport ger en översikt över odlingstekniker och presenterar ett urval befintliga odlingssystem i Sverige och Norden. Beskrivningen av den teknik som används är huvudsakligen uppdelad efter om verksamheten bedrivs på land eller i havet. Syftet är att ge entreprenörer med intresse för odling och lagring av fisk, en överblick på möjliga odlingstekniker och hjälp att bedöma dem ur ett hållbarhetsperspektiv.

Ett praktiskt delprojekt i pilotskala (case studie) har startats upp och delvis genomförts inom projektet. I korthet har vildfångad torsk från havskräftburar lagrats i ett landbaserat slutet system. Odlingstillstånd har ansökts om (och beviljats) för denna verksamhet, och ett nytt enkelt reningssystem och fisktank har monterats. Försöket presenteras i kap 7. En beskrivning av regelverket och tillståndsprocessen för odling och lagring görs i kap 2.3. Projektets egen erfarenhet av tillståndsansökningar för det praktiska caset redovisas i rapporten. Tillståndsansökan enligt Fiskerilagstiftningen för försöket infogas såsom bilaga 1.

I kapitel 6 ges en överblick över tre olika teknikers inneboende styrkor och svagheter samt dess möjligheter och hot (SWOT-analys). Styrkorna är många för slutna odlingssystem (RAS). Ur miljösynvinkel finns fördelar, men tekniken ger även bättre tillväxt och möjligheter till effektiv utfodring av fisken. Investeringskostnaden är dock hög. Slutna system i havet kan reducera näringsläckage till följd av foderspill och fekalier genom rening av utgående vatten i ett kontrollerat system.
Styrkor och svagheter med olika odlingstekniker i korthet:

- **Konventionell öppen kassodling** är kostnadseffektiv och välbeprövad, men möjligheterna är begränsade i Västerhavet, främst på grund av näringsläckaget. Däremot om kassodling bedrivs i ett multitrofiskt system där flera olika arter samodlas, kan näringsspill från fiskodling nyttjas och ge mervärde genom odling av till exempel alger och blåmussla. Integrerad multitrof akvakultur (IMTA) innebär att man samodlar arter som tar sin näring från olika källor. Ännu finns inga sådana odlingar i svenska vatten.

- **RAS-teknologi eller landbaserad odling i recirkulerande akvakultur system**, innebär att vattnet som fisken simmar i renas och återanvänds. Maximalt byts 10 % av den totala vattenvolymen ut per dag, vid de mest moderna anläggningarna är siffran ofta kring 1-5 %. Reningsutrustningen på dessa anläggningar är avancerad och innefattar allt från mekanisk rening av partikulärt material, biologisk rening av det löst kvävehaltigt utsöndringsämne ammonium i olika utföranden, avgasning av koldioxid och UV-ljus och eventuellt biologisk filter för omvandling av nitrat till kvävgas. Syresättning och kalkning sker i tillägg, för att upprätthålla syre- och pH-nivå. En småskalig RAS kan byggas ut i steg efter behov. Om den småskaliga brukaren redan har tillgång till lämplig lokal (hänsyn till logistik för slakt och sättfisk, vattenintag från havet saltvatten, alt. borrad brunn) är det mycket vunnet.

- **Semisluten havsbaserad teknik** innebär odlings av fisk i behållare med hårda skal med relativ stor möjlighet (jämfört med kassodling) att ta hand om foderspill och fiskfekalier. Tekniken anses ligga i tiden. För en småskalig brukare utan egen investeringsförmåga eller utan investerare i ryggen, blir denna teknik dock troligen alltför kapitalintensiv. Det odlingsföretag som

beskrivs i rapporten handlar om storskalig verksamhet (1000 ton), en volym som möjligen kan bedrivas gemensamt av flertalet småbrukare. Tättvävd duk i kasse ger samma positiva egenskaper som den hårda (men har dock inte ”slagit igenom” än). Odlingen har i tillägg lägre investeringskostnad.

Rapporten redovisar även ett ekonomiskt beräkningsverktyg för beräkning av lönsamhet i småskalig odlingsverksamhet (< 40 ton). Modellen (i Excel) fokuserar på två olika typer av odling:1) landbaserad vildfångad torsk och 2) kassodling av regnbåge. Studien redovisas i bilaga 2 (”Ekonomiska beräkningar…”). Urvalet av dessa två verksamhetsinriktningar kommer av prioriteringar från medverkande i det seminarium på temat ” Förädling, Marknad och Ekonomi för odlad fisk” som genomförts inom projektet. För dokumentation från seminariet, se bilaga 3. För excelark tillhörande beräkningsverktyget, se www.samforvaltningnorrabohuslan.se.

Verktyget utgår från fiskens tillväxtmönster vid den temperatur som råder (vilken kan justeras). Torsken odlas i den landbaserade anläggningen tills den nått en av marknaden efterfrågad vikt. Antal och storlek på bifångsten av torsk (vildfångade torsk startvikt 100 gram, 300, gram, 500, gram eller 700 gram) liksom tidpunkt och antal som tas till slakt, visar sig påverka resultatet. Beräkningsverktyget för kassodling av regnbåge är uppbyggt enligt liknande princip, men omfattar en tillväxtsperiod (en säsong) med 3 möjliga sättfiskstorlekar om 20 gram, 100 gram och 500 gram. Storleken av en etablering påvisar behovet av egna samt lånade medel. I modellen kan även resultat, kassaflöde och behovet av biomassa beräknas.

Analysen visar att det ställs höga krav på ett småskaligt odlingsföretag. Företaget, med kanske en eller ett fåtal anställda, måste ha kompetens inom en rad områden, från fiskhälsa till odlingsteknik och marknad. Kompetenser som ett större företag normalt har uppdelat på flera personer. För att kunna bedriva småskalig verksamhet med lönsamhet krävs att odlaren erhåller ett högre pris för sin produkt, i jämförelse med produkter som har producerats i stora volymer. Detta eftersom produktionskostnaderna tenderar att vara högre vid odling i mindre skala jämfört med en storskalig odling. För småskalig verksamhet gäller det att därför öka mervärdet för sin arbetsinsats. Varumärkesarbete liksom marknadsföring av en lokalproducerad och hållbart producerad marin råvara, framstår därmed som ett en nyckelfråga för den småskaliga odlingens framgång. Men det finns också fördelar med odling i mindre skala. En småskalig odlare kan, till skillnad från en mer storskalig odlare, arbeta närmare slutkunden och minimera antalet försäljningsled. En annan framgångsfaktor är att säkerställa varuflödet över tid genom samarbete med exempelvis en restaurang och/eller någon som jobbar med vidareförädling. Investerings- och driftkostnad för slakteri talar för att flera odlare med fördel kan samarbeta för att dela på kostnaderna.

Trots utmaningar för vattenbrukare ser framtiden ljus ut. Tekniken utvecklas och engagerade entreprenörer kan sannolikt utnyttja konsumenternas växande intresse för lokalt producerade, hållbara produkter. Konflikter med andra verksamheter såsom turism, vind/vågkraft, yrkesfiske och yrkestrafik kan hanteras genom fysisk planering. Exempel på sådant initiativ är de fyra nordbohuslänska kommunernas arbete med en ”Blå översiktsplan” (kap 2).

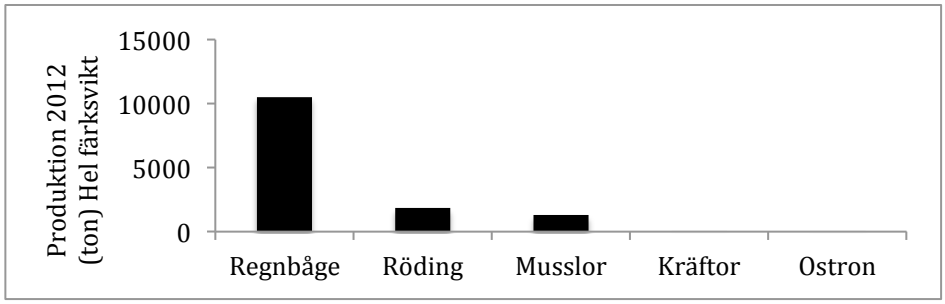
# 2. ODLINGSLANDET SVERIGE

## 2.1 Odlingssituationen i Sverige

På Jordbruksverkets hemsida www.svensktvattenbruk.se presenteras de färskaste produktionssiffrorna ifrån Statistiska Centralbyrån gällande Vattenbruk i Sverige, som även kan läsas i sin helhet i det Statistiska Meddelandet om Vattenbruk för 2012 (Jordbruksverket 2013)[1]. Produktionssiffrorna grundar sig på enkätsvar från 436 aktiva odlare (utskick till 500 st., kraft lades på att få in svar från de väsentliga odlarna). Den totala produktionen år 2012 var 14 804 ton där Matfisk står för 84 %, musslor för 8,8 %, sättfisk för 7,1 % och matkräfta och sättkräfta för <1 %.

Fiskproduktionen för humankonsumtion, 12 447 ton fisk, består främst av regnbåge till 84 % (10 499 ton) men även röding har fått ett uppsving de senaste åren och uppgår nu till ca 15 % (1 849 ton) (figur 1). 12 st. odlingar som ingår i produktionsklassen 100 ton eller mer av regnbåge står för 93 % av produktionen. Resterande tas av mindre anläggningar: 4 st. odlingar om 50-99,9 ton och 12 st. om 10-49,9 ton (349 ton per produktionsklass), 26 st. enheter 0,5-9,9 ton (73 ton) samt 14 st. <0,5 ton (2 ton).

Värdet ligger på 340 miljoner SEK för konsumfisken (423 MSEK för all produktion). 370 personer är sysselsatta varav 14 % är kvinnor. Regnbågsodling för matfiskproduktion bedrivs av 68 olika företag med huvudsakligen placering i norra Sverige (Västernorrland 2655 ton, Jämtland 2493 ton, Västerbotten 1843 ton samt Värmland 1569 ton) av de största odlingarna. Odling av röding för matfiskproduktion bedrivs av 10 företag (20 företag med sättfiskproduktion).




*Figur 1. Vattenbruksproduktion i Sverige år 2012 efter odlad art, hel färskvikt, av matfisk (Jordbruksverket, 2013).*

Vattenbrukarna i enkäten för 2012 delas in enligt följande: 75 st. matfiskodlingar, 61 st. sättfiskodlingar, 26 st. odlingar för matkräfta, 13 st. odlingar för mussla, 7 st. odlingar för sättkräfta samt 1 st. för ostron. Alla vattenbruk som fått tillstånd från Länsstyrelsen finns även samlade i det centrala registret för odlingar, och kan nås under Jordbruksverkets hemsida (www.jordbruksverket.se/etjanster/etjanster/sokvattenbruk.4.4b2051c513030542a92800011259.html).

29 % eller 3051 ton av regnsbågsproduktionen sker i havsbaserade system, kustbaserade vid havet, främst i de norra regionerna (2838 ton) med mindre

[1] Statistik för Vattenbruk 2013 publicerades precis kring tryckningen för denna rapport, varför data från 2012 redovisas.

produktion längs södra ostkusten (86 ton) samt syd-och Västkusten (127 ton). 71 % av regnbågsproduktion sker alltså i sötvatten, vilket även gäller för all röding och ålodling.

Den vanligaste odlingstekniken som använts för matfiskproduktion är kassar både i sjöar och kustsystem. 637 kassar med en total volym om 846 000 $m^3$ används, vilket kan jämföras med 61 dammar (116 000 $m^3$), 118 bassänger (1000 $m^3$) och 2 RAS (recirkulerande slutnas system, <1000 $m^3$). Den genomsnittliga kassen ligger på 1330 $m^3$. Sättfisk produceras främst i dammar (2107 000 $m^3$), och RAS används i någon större mån än för matfisk (55 anläggningar, 1000 $m^3$). Kasse och bassäng är inte heller obetydliga (250 kassar, 42000 $m^3$) respektive 1796 bassänger (22 000 $m^3$).

Produktion av lax och havsöring för kompensationsutsättning kring kraftverk i älvar och sjöar sker. 1046 ton av sättfisk sammantaget för vidare tillväxt i matfiskodlingar och för kompensationsutsättningar producerades 2012, varav 63 % är regnbåge men havsöring (24 %) ligger på andra plats, röding på tredje (8 %) och lax på fjärde (4 %). Andra övriga sättfiskarter är harr, gös och bäckröding. Även uppfödning av ål för kompensationsodling sker, där glasål importeras och tillåts tillväxa i landbaserade system (Studiebesök SSE). Ålen från levandehållningen säljs också för konsumtion nationellt samt exporteras främst till Holland. Ålodlingen är inte sluten i bemärkelsen att hela kedjan från yngel till vuxen fisk förekommer i systemet. Kläckning av ålyngel sker nämligen inte i odling eftersom detta steg kan ännu inte kan åstadkommas på konstig väg (men framsteg görs, se det danska projektet EEL-HATCH).

I tillägg pågår utvecklingsarbete i projektform för en rad lovade arter som kan användas för konsumtion. Det har skett storskaliga satsningar på abborre (projekt Abborrös, Öberg 2012) och nu pågår ett Vinnova-projekt på Ljusterö norr om Stockholm, där man kläcker och föder upp gös i systemet. I laboratorium har abborrens biologi och tillväxtpotential studerats (Strand 2009). Abborre har även odlats för tillväxt i akvaponiska system i Härnösand av Per-Erik Nyman (se Kattastrand kretslopp).

Matproduktion av exotiska arter, dvs inte naturligt förekommande i svenska vatten såsom tilapia (*Oreochromis niloticus*), har påbörjats främst i Skåne. I det centrala registret och senaste produktionssiffror är inte dessa varmvattensarter med men de kommer eventuellt med i statistiken in inom kort.

## 2.2 Utvecklingsmöjligheter i framtiden

Det står klart att en teknik som ska användas i vattenbruk idag, måste – för att vara förenlig med gällande miljölagstiftning och konsumentkrav – vara miljöanpassad i den meningen att miljöpåverkan orsakad av näringsutsläpp av kväve och fosfor och klimatgaser som $CO_2$ är noll eller hålls inom rimlig nivå. Avtrycket (foot print) gällande näringsutsläpp och koldioxidekvivalenter behöver vara litet eller obefintligt. Energiförbrukning (kW) minimeras också för att minimera miljöbelastningen men även för att hålla nere driftkostnader i produktionen.

## 2.3 Regelverk och tillstånd

Att hitta lättillgänglig kunskap om vilka regler som gäller och hur man söker tillstånd för odling kan vara en barriär för många mindre fiskeföretag. Regelverket är komplext

och tillstånd kan krävas enligt flera lagar och instanser. Nedan summeras information från hemsidan www.svensktvattenbruk.se, som drivs av Jordbruksverket, där man bland annat kan läsa mer om olika myndigheters ansvar.

Regeringen har dock vid sitt sammanträde den 30 juni 2011 beslutat att ge Statens Jordbruksverk i uppdrag att föreslå regelförenklingar för vattenbruksverksamhet. Jordbruksverket har kommit med förslag på förenklingar (Jordbruksverket 2011). I denna föreslås tillsynsavgifter baserade på en kostnadstrappa i 5 steg för olika stora verksamheter. Lägre avgift föreslås även för företag som har en god egenkontroll med lägre risker. Förslag för att höja kompetensen och effektivisera handläggning på länsstyrelsen föreslås genom att tillståndsansökan och miljökonsekvensbeskrivning ska koncentreras till färre antal länsstyrelser. Jordbruksverket föreslog vidare att odlingsområden ska skrivas in i lokala detalj-och översiktsplaner. Man föreslår att byggnader eller anordningar som ska användas för vattenbruksändamål lättare ska kunna undantas från strandskyddsreglerna.

Vattenbruksstrategin ”Svenskt vattenbruk – en grön näring på blå åkrar” framarbetades under 2012 (Jordbruksverket 2012) och en handlingsplan är under framtagande i 5 arbetsgrupper med Malin Skog på Jordbruksverket som projektledare. I Vattenbruksstrategin kan man läsa ”Det finns en strävan efter att förenkla och effektivisera administrationen för både bransch och myndigheter. Genom en kontinuerlig dialog mellan bransch och myndigheter är det möjligt att förenkla och förtydliga bestämmelser så att företagare kan driva verksamheten på ett effektivt sätt”. Inom arbetet i handlingsplanen ligger detta inom ramen för Arbetsgruppen för näringslivsutveckling.

Ett regionalt arbete pågår (ett gemensamt projekt för Lysekils kommun, Livsmedelsverket, Vattenbrukscentrum Väst, Göteborgs Universitet, Länsstyrelsen i VG, Fiskekommunerna, finansierat av fiskefonden), som beräknas vara klar i slutet av 2014. Arbetet innebär framtagande av manual vilken klargör och förenklar för den som vill bedriva vattenbruksverksamhet Västra Götalands län men kommer även att vara behjälplig för andra geografiska områden. Manualen kommer att vara tillgänglig på flera hemsidor.

Notera att Havs- och vattenmyndigheten är ansvarig myndighet för lagstiftning och tillsynsvägledning både för Fiskeri- och Miljölagstiftning men det är till Länsstyrelsen man skickar ansökan om odlingstillstånd respektive miljökonsekvensbeskrivning d.v.s. som utför tillståndsprövning och tillsyn (i vissa fall kommunen). Länsstyrelsen är även tillsynsmyndighet för djurskyddet vid odlingarna medan Jordbruksverket är ansvarig för smittskyddet med obligatoriskt fiskhälsoprogram via distriktsveterinärer.

### 2.3.1 Fiskerilagstiftningen

Alla vattenbrukare är oavsett odlingsvolym skyldiga att ha ett tillstånd enligt fiskerilagstiftningen före verksamheten påbörjas. Detta gäller oavsett om man tänker odla fisk, kräftdjur, musslor eller ostron. Ansökan enligt fiskerilagstiftningen prövas av länsstyrelsen i det län verksamheten ska ligga. Det krävs tillstånd av länsstyrelsen:

- för att sätta ut fisk, kräftdjur, musslor eller ostron
- för att flytta fisk från ett vattenområde till ett annat

- för att anlägga och driva en fiskodling

Ett viktigt syfte med bestämmelserna är att förhindra spridning av sjukdomar och olämpliga arter och stammar, inte minst till de lokala laxfiskstammarna. Det är Havs- och vattenmyndigheten som är ansvarig myndighet. Länsstyrelsen utövar tillsyn för tillståndspliktiga vattenbruksanläggningar med en foderförbrukning över 40 ton per år, både enligt fiskerilagstiftningen och miljölagstiftningen. Länsstyrelsen är även tillsynsmyndighet för djurskyddet vid odlingarna samt enligt livsmedelslagstiftningen och de övergripande EU-bestämmelserna för primärproduktionsledet fram till och med slakt. Vad gäller miljöbalkstillsynen för tillståndspliktiga anläggningar kan den överlåtas till kommunen. För vattenbruksanläggningar med en lägre foderförbrukning än 40 ton är kommunen tillsynsmyndighet.

Lagring av fisk eller skaldjur i mindre skala och där djuren inte matas i syfte att växa till, omfattas inte av kravet på tillstånd enligt fiskerilagstiftningen. Detta gäller t.ex. hummer som vid levandelagring utfordras i viss mån i ”sumpen” för att säkerställa och bevara kvalitet till försäljning någon-några månader senare. Odlingstillstånd krävs när man utfordrar för att förbättra kondition, men inte för att bevara kondition under en begränsad period.

### 2.3.2 Miljölagstiftningen

Vattenbruksverksamhet lyder under miljöbalken och förordningen om miljöfarlig verksamhet och hälsoskydd. Därför måste vattenbrukare även söka om tillstånd enligt miljölagstiftningen enligt nedanstående foderförbrukningsnivåer:

- Fiskodling eller övervintring av fisk med en förbrukning av mer än 40 ton foder per år måste tillståndsprövas hos länsstyrelsen, prövningsnivå B.
- Fiskodling eller övervintring av fisk med en förbrukning av mer än 1,5 ton foder per år men mindre än 40 ton måste anmälas hos kommunen, prövningsnivå C.
- Fiskodling med en förbrukning av max 1,5 ton foder per år kräver vare sig tillstånd eller anmälan, men lyder ändå under miljölagstiftningen, och kan inspekteras och förbjudas om den ger oacceptabla miljöstörningar. Tillsyn sker.

I samband med ansökan om tillstånd prövningsnivå B ska entreprenören lämna in en miljökonsekvensbeskrivning (MKB) vilket man oftast behöver konsulthjälp för att utföra. Havs- och vattenmyndigheten är ansvarig myndighet. Kommunen är tillsynsmyndighet för anmälningspliktiga vattenbruksanläggningar med foderförbrukning på mindre än 40 ton per år.

### 2.3.3 Dispens ifrån strandskyddsbestämmelserna

Vattenbruk som ligger i strandnära miljöer (<300m från strandkanten) kan behöva ansöka om dispens från strandskyddsbestämmelserna. Dispens ifrån Strandskyddsbestämmelserna för verksamhet i strandnära miljöer < 300 m från strandkanten enligt miljöbalken, görs via kommunen. Om området ligger inom Natura 2000-område, eller är naturreservat eller nationalpark så söks denna dispens ifrån Länsstyrelsen.

### 2.3.4 Smittskydds-och djurskyddslagstiftningen

Jordbruksverket är ansvarig myndighet för smittskydd, export, import, och hälsoövervakning av odlade vattenbruksdjur i landet genom:

- En offentlig kontroll som innefattar hälsokontroll och förebyggande av smittskydd. Jordbruksverket utför denna hälsokontroll genom Distriktsveterinärerna.
- Journalföring – alla vattenbruksanläggningar ska föra journal (Statens jordbruksverks föreskrifter om djurhälsokrav för djur och produkter från vattenbruk, SJVFS 2014:4). Vid misstanke om att djuren blivit smittad av någon sjukdom eller märker onormal dödlighet ska anmälan ske till länsveterinären.
- En hälsoövervakning med syfte upptäcka smittsamma sjukdomar och minimera risken för introduktion och spridning av smittorna. Du kan själv välja vem som ska utföra denna på din vattenbruksanläggning, Jordbruksverket godkänner övervakare.
- För export/import samt införsel och utförsel, behövs tillstånd/registrering.
- Transport av fisk kräver transporttillstånd från Jordbruksverket. Under och efter transporten måste du registrera uppgifter om: djurens dödlighet, vattenbyten, besökta odlingar under transporten.

Vid den offentliga kontrollen provtas för sjukdomarna IHN, VHS, ILA, SVC, BKD och IPN, journaler och anläggning kontrolleras. Egenkontroll för rutinmässig observation av eventuella smittsamma sjukdomar görs regelbundet. I journaler som sparas 5 år bör noteringar om insättning av djur, flyttning av djur inom odlingen, dödlighet hos djuren, leverans av djur från odlingen, eventuell behandlingar mot sjukdomar, hälsokontroller laboratorieundersökningar och resultat av dessa undersökningar.

Avgiften för den offentliga kontrollen ska täcka kontrollens hela kostnad. Kontrollen är också riskbaserad, det vill säga att kontrollfrekvens och kontrollens omfattning beror på riskklass. För förflyttning av fisk behövs tillstånd från Länsstyrelsen.

Även djurskyddslagstiftningen innehåller regler för vattenbruk. Länsstyrelsen är ansvarig myndighet när det gäller offentlig djurskyddskontroll. Det betyder bland annat att det är länsstyrelsen som gör bedömningen vilken hantering av djur i fångenskap som är i linje med kraven i djurskyddslagstiftningen.

2.3.5 Livsmedelslagstiftningen

Livsmedelsverket är tillsynsmyndighet över livsmedelslagstiftningen i samband med slakt enligt förordningarna EG (nr) 852/2004 om livsmedelshygien och EG (nr) 853/2004 om fastställande av särskilda hygienregler för livsmedel av animaliskt ursprung.

## 2.4 Odling – en del av fysisk planering i havet

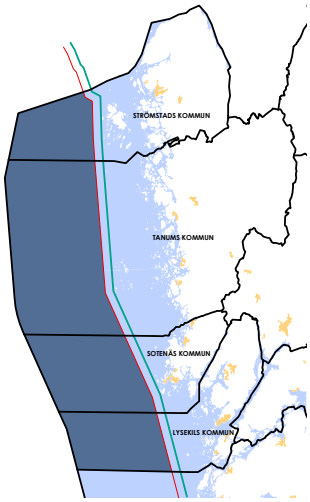
En förutsättning för att kunna odla fisk är att det finns bra lokaler med de rätta fysiska och biologiska förutsättningarna för odling. Det är för närvarande mycket på gång inom fysisk planering av havsområden. Arbete sker på olika nivåer:

**EU-nivå.** I april 2014 godkände EU-parlamentet ett reviderat förslag till direktiv för havsplanering inom EU som nu ministerrådet har att anta. Se www.havochvatten.se (havsplanering).

**Nationell nivå.** På regeringsnivå utreder just nu näringsdepartementet en ”Nationell Maritim strategi”. Staten, genom Havs- och vattenmyndigheten (HAV) tar fram nya havsplaner. För Bohusläns havsområde upprättas ”Västerhavsplanen” vilken delvis kommer att överlappa med den kommunala marina översiktsplanen.

**Regional nivå.** Länsstyrelsen samordnar den kommunala och statliga planeringen samt företräder statens intressen och stödjer kommunerna i deras planering.

**Lokal nivå.** Kommunerna Strömstad, Tanum, Lysekil och Sotenäs i Bohuslän har ett planeringsprojekt tillsammans (figur 2) kallat ”Blå översiktsplan 2013-2016”. Lämpliga lokaler för odling anges inom kommunernas vattenområden (ut till territorialgränsen). Kommunerna tar även fram en gemensam ”Maritim näringslivsstrategi”, mer info (www.tillvaxtbohuslan.se).



*Figur 2. Gränser för Blå översiktsplan som behandlar både Territorialdel (”mörkblå”) och Kustvattendel (ljusblå”) för de fyra kommunerna i norra Bohuslän.Västerhavsplanen inom ekonomisk zon överlappar delvis med territorialdelen. Skiss från www.tillvaxtbohuslan.se/bla-op.*

### 2.5 Kurser i vattenbruk

Den som vill starta odling kan lämpligen ta **”Odlarkörkortet”,** ett kunskapsbevis som erhålls efter en 1-årig yrkeshögskoleutbildning. Undervisningen ges heltid på distans via Högskolecentrum i Lysekil.

Utbildningen lägger särskild tonvikt på miljömässiga, hållbara landbaserade fisk och skaldjursodlingar, samt till viss del kassodling. Det ger kunskap om hela produktionsledet, allt ifrån kläckeri, sättfisk, matfisk, skaldjur, slakt, paketering och distribution, och därefter saluföring på ett ekonomiskt och miljömässigt hållbart sätt, som tillfredsställer marknadens krav. Utbildningen ger kompetens att i samarbete med andra eller enskilt ta självständigt ansvar för en fisk- eller skaldjursodling. Antagningskravet är treårigt gymnasium, och antagningsmetoden är intervjuer.

Andra relevanta utbildningar finns länkade på Jordbruksverkets hemsida för svenskt vattenbruk, under Utbildning och Forskning.

## 3. HUR FUNGERAR OLIKA RENINGSTEKNIKER?

### 3.1 Vattenkemi och vattenbruk

Odling av matfisk, sättfisk eller ryggradslösa djur underlättas av om man är naturvetenskapligt påläst, då giftiga halter av specifika ämnen som är skadliga för djuret och därmed verksamheten och utsläpp av ovälkomna näringsämnen till miljön minimeras genom smarta lösningar för omvandling från en form av ett ämne till ett annat. En stabil miljö med avsaknad av giftiga ämnen (ammoniak, nitrit), låg koncentration av ämnen som kan ge upphov till stress (nitrat, koldioxid) och därmed minskad tillväxt bör eftersträvas. Samtidigt måste basala nivåer för syre vara uppfylld, och gynnsam (optimal) artspecifik nivå gällande salthalt och temperatur och pH bör eftersträvas.

Syre är det ämne i vattnet som är primärt viktigt. Syrehalten måste hela tiden hållas över en viss nivå (syremättnad > 70-80 %), och sjunker den under denna bara för en kort period (minuter, timmar) så äventyras hela biomassan. Syre förbrukas dels av biomassan själv vid djurens andning (syre tas upp via gälarna på fisk och kräftdjur) eller av bakterier i biofilter eller på havets botten. Syre transporteras med blodet till alla kroppens celler och används för cellandning (vilket genererar energi (ATP) och restprodukter som $CO_2$ och vatten). Syre tillförs ofta en anläggning externt[2] då syrehalten i vattnet annars skulle förbrukas och därmed sjunka. Ofta används luftpumpar eller i mer storskalig verksamhet kompressorer som effektivare trycker i gas i vattnet. Enkel syresättning i mindre system kan vara genom iblandning av luft i fallande vatten.

pH, som är ett mått på koncentrationen av surgörande ämnen vätejoner (H+) i vattnet påverkar inte bara djuret och dess metabolism men även reningsprocesser. pH 7 är neutralt, lägre pH definieras som surt och högre basiskt. I odlingar i havet ligger pH normalt kring 8-8,2 medan färskvatten och RAS-anläggningar håller ett något lägre pH, omkring 7,0-7,5 (pH 6,8-7,2 anges i Terjesen et al. 2013). pH påverkar inte minst kol och dess olika former. Alkalinitet är ett mått vattnets buffrande förmåga m.h.a. bikarbonat ($HCO_3$) mot surgörande joner vilken är viktig för ett stabilt pH. Tillförsel av karbonater t.ex. via kalk görs i RAS-anläggningar regelbundet för att säkerställa ett pH om 7-8, eftersom surgörande ämnen frigörs i biofilter ($H^+$) samt under djurens metabolism (ammonium, koldioxid).

## 3.2 Reningstekniker

Upprätthållandet av en specifik miljö d.v.s. att olika ämnen hålls under eller över en viss nivå sker m.h.a. olika reningstekniker som delas in i fysiska, biologiska, kemiska eller elektromagnetiska metoder. Dessa steg är mer eller mindre pH-beroende d.v.s. hur effektiv reningen är, eller om den ens sker, beror på vilket pH omgivande vatten håller. Därför måste man hålla koll på pH i systemet. De biologiska processerna styrs till största delen av syrenivån (om syre är tillgängligt eller inte). Nedan ges en indelning av olika reningstekniker och en kortfattad information om dessa vilka används för att rena olika ämnen och fraktioner. Mer specifik information om hur respektive teknik och utrustning för detta fås från studiebesöken.

### 3.2.1 Fysiska metoder

a) **Filtrering**, oftast mekaniskt filter såsom i en trumma eller på ett band eller skiva, med olika porösitet. Vattnet tvingas genom filtret och partiklar större än porerna fastnar. Kräver renspolning vilket ger ett tvättvatten som måste tas omhand, för att inte porerna ska täppas igen.

b) **Sedimentering**, genom att ändra på vattnets hastighet kan tyngre ofta partikulära fraktioner skiljas ut i långsammare delen där bärförmågan av vattenmediet minskar.

c) **Flotation**, ansamling av material på luftbubblor, som kan tas bort ur systemet.

[2] Gäller framförallt RAS eller PRAS. Men låga syrehalter i öppna kassar kan säsongsvis behöva extern lufttillförsel.

### 3.2.2 Biologiska metoder

a) **Biofilter** innebär att levande bakterier på ytförstorande material omvandlar ämnen såsom kväve i sin metabolism, från en potentiell giftig fraktion till en mer harmlös vilken även kan tas omhand av alger, växter eller omvandlas vidare till kvävgas av andra bakterier. Biofilter benämns efter om det ytförstorande materialet är fixerat (fasta fixerade bärare i vattenmassan, ofta ytkrävande röranläggningar, renspolning krävs) eller om det virvlar runt i vattenmassa (rörliga) ofta under luftning (moving bed biofilm reactor MBBR, 1-2 cm plasthjul).

*Nitrifikation* – är ett annat ord för då ammonium omvandlas med hjälp av bakterier till nitrit och därefter av andra bakterier till nitrat i en syrerik miljö (aerob process). Nitrosomonasbakterier oxiderar ammonium ($NH_4^+$) fullständigt till nitrit ($NO_2^-$) och sedermera omvandlar nitrobakterier snabbt nitriter till nitrater ($NO_3^-$). Nitrater är slutprodukten av hela nitrifikationsprocessen. Nitrat är ett närsalt som först är giftigt för levande organismer i höga koncentrationer om ca 150 – 200 mg/l. Ammonium, som är fullständigt omvandlat kan därmed inte bilda ammoniak, $NH_3$, som är mycket giftigt redan i låga koncentrationer (0,02 – 0,05 mg/l) för levande organismer.

*Denitrifikation* - nitrat kan omvandlas vidare till kvävgas i en syrefattig miljö (anaerob process) och vädras upp i atmosfären, då kväve blir helt bort ur vattensystemet.

b) **Avgasning och luftning**, vattnet strilas ovanifrån genom biomaterial i luft för att lufta ut koldioxid och öka syret i vattnet. Detta är en kombinerad teknik med fysisk avlufting (ökad yta luft-vatten vilket ger ökad diffusion) av koldioxid men även ett biofilter för kväveomvandling. Luft kan tillsättas underifrån i motströmmande riktning och/eller ett vakuum (utsug ovanifrån) för ökad effektivitet.
c) **Sandfilter**, kväveomvandling liksom a) med stor ytenhet vilket ger stor bakteriepåväxt, backspolning krävs.

### 3.2.3 Kemiska metoder

a) Flockning med järnsulfat fäller ut fosfor vilket ger möjlighet att filtrera eller sedimentera bort fosfor.
b) Klorbehandling, klor i formen hypoklorit används som desinficering inte minst i simbassänger och VA-system. Används som desinficeringsmedel för utrustning i odlingsverksamhet.
c) Olika polymerer (anjon eller katjonskaraktär, finns en uppsjö) används för ökad vattenbortdrivning av slam, innan klarvattnet går till recipient och slammet till biogas eller jordförbättring.

3.2.4 Fotokemiska metoder

a) **UV-ljus**, eller ultraviolett ljus används främst för bekämpning av patogener av olika slag (bakterier, virus, svamp).
b) **Ozon** ($O_3$), kan förbättra vattenkvalitet genom nedbrytning av komplexa organiska kolföreningar, vilket kan ge reducering av turbiditet (grumlighet) och förbättring av lukt och smak samt bakteriereduktion.

Fosfor är ett näringsämne som vi bör ha uppsikt över om och i vilken grad det sker utsläpp ifrån systemet. Rening från systemet sker främst via partikulärt material via mekaniska filter och sedimentering, eventuellt med flockning före. Kvävereducering sker både med fysiska metoder och biologiska.

# 4. FISKODLING VS LEVANDEFÖRVARING – EN JÄMFÖRELSE

Ett sätt att höja kvalitet och marknadspris på produkter från havet är att levandeförvara under kortare eller längre efter fisketillfället. Fångstbaserat havsbruk är ett globalt fenomen (Ottolenghi et al. 2004) och som skattas att ligga bakom så stor andel som 20 % av vattenbruksproduktionen (Lovatelli and Holthus 2008). I Norden bedrivs denna form av verksamhet, som anses vara en hybrid mellan fiske och vattenbruk, både i Norge och på Island. Olika fiskesätt såsom trål, snurrevad och lin-fångad torsk används för fortsatt värdehöjande förvaring. I Norge är marknadspriset 30-45 % högre för torsk som levandeförvarats i jämförelse med ordinär vildfångad torsk som säljs direkt (Dreyer et al. 2008). Framförallt är det tekniken med

havsbaserad nätkasse som används (Isaksen and Midling 2012). Levandeförvaring av vildfångade djurarter såsom skaldjur (t.ex. hummer, krabba och havskräfta) men även förvaring av fisk såsom läppefisk (stensnultra *Ctenolabrus rupestris,* skärsnultra *Symphodus melops* och berggylta *Labrus berggylta)* för export till biologisk bekämpning i laxodlingar bedrivs på svenska västkusten. Sumpning av ål eller annan insjöfisk förekommer också i sjöar och i Östersjön. Levandeförvaring av kräftdjur har skett under lång tid av t.ex. hummer på svenska västkusten i sumpar i havet. I Skottland har man bedrivit levandelagring av havskräfta i några decennier för att kunna skicka vidare till tätort någon gång i veckan eller för större fabriksprocessing på plats. Under kapitel 5. Tekniker som används ges en beskrivning av hur utvecklingen av levandeförvaring av svensk burkräfta skett hos företaget Kvalitetskräftan i samarbete med forskningen.

Den främsta skillnaden mellan levandeförvaring och odling är att utfodring oftast inte sker under levandeförvaring till skillnad mot i odling. Och om utfordring sker under levandeförvaring så är det inte i motsvarande omfattning som vid odling (mindre mängd näring per volym tillsätts), utan mer i syfte om rekonditionering (återhämtning eller bevarande av kondition som i det vilda). Fodertillsättning till en anläggning innebär ökat näringstillförsel i samband med foderspill och ökad fekalieproduktion vilket måste tas omhand för att behålla en bra vattenkvalitet. Krav på kapaciteten och effektivitet på reningsutrustningen blir därmed högre för odlingsanläggning jämfört med vid lagring, speciellt då i ett landbaserat slutet system eller semi-slutet havsbaserat system.

Under odling hålls även fisken för tillväxt under en längre period. Tillväxtfasen för lax i kasse är ca 1 år (yngelperiod om drygt 1 år före) i Norge och upp till två år för regnbåge i svenska vatten. Levandeförvaring sker under kortare perioder, från några timmar för rekonditionering efter fångst för ökad kvalitet före filétering (snurrevad och krokfångad torsk i Norge) eller för ökad stresstålighet under kommande transport till grossist (Midling et al. 2005). Förvaring kan även pågå under några veckor för att samla ihop tillräcklig mängd före försäljning för att reducera transportkostnad, för att invänta ett högre marknadspris i samband med högtid eller stormperiod då tillgången för övrigt ifrån vildfångad är låg (och efterfrågan och pris högre) eller för att garantera att produkten finns tillgänglig. I Norge får man ta in torsk över minsta landningsstorlek om 47 cm, och levandelagra denna i upp till en månad innan än mer omfattande vattenbruksjuridik tar vid då man måste börja mata fisken (Dreyer et al. 2008). Juridik för vattenbruk tar vid om matning eller foderinvänjning påbörjas tidigare.

# 5. TEKNIKER SOM ANVÄNDS

Detta kapitel beskriver teknik som används i odling idag. Kartläggningen baseras i huvudsak på information som inhämtats i samband med studiebesök vid olika odlingsföretag. Urvalet har gjorts utifrån vad som bedömts vara relevant för studien och syftar till att ge en insyn i odlingsteknik och utrustning hos aktiva odlare för att användas som inspiration och kunskapsbas.

Odlingstekniken som används idag av anläggningar inom vattenbruk kan delas in i grupper baserat på lokalitet (land, kustnära, offshore), teknik (öppen kasse, RAS), odlingsätt (monokultur vs. integrerat multi-trofisk aquakultur IMTA). Vi har valt att

huvudsakligen dela in anläggningarna efter **land- eller havs(sjö)baserade teknik**. Båda dessa två grupper är sedan indelade i undergrupper baserad på hur stor del av vattnet som recirkuleras, det vill säga renas och återanvänds i systemet ytterligare gånger, om en eller flera arter samodlas, och odlingens läge i havet vilket påverkar teknikbehovet (fysisk hållbarhet).

Varje teknik presenteras med minst ett exempel från en kommersiell eller forskningsbaserad odlingsverksamhet (figur 3, tabell 1). I presentationen beskrivs varje system med bilder och förklaringar till teknik och utrustning som avvänds. Denna rapport syftar till att beskriva småskalig verksamhet som ska bistå som kunskapsunderlag och att inte minst stimulera till ökad näringsverksamhet inom vattenbrukssektor. Vi riktar oss till personer och tidigare entreprenörer såsom fiskare i området, och inriktar oss i första mot en småskalig verksamhet. Produktionsvolym i tabell 1 ger en anvisning om anläggnings storlek. Det finns ingen tydlig gränsdragning mellan små, mellan och storskalig verksamhet men eftersom en utökat tillståndsprocess sker vid odling om mer än 40 ton foder per år, drar vi en ungefärlig gräns där för småskalig. En storskalig produktion ligger på några hundra ton, och vi drar den nedre gränsen vid 250 ton (förändrade tillsynsmyndighet vid slakt). Småskalig verksamhet kan lära mycket av storskalig vilket är anledningen till varför vi besökt även sådana. Det har inte heller varit så lätt att finna småskaliga aktörer som kan representera olika tekniker, speciellt inte i närområdet.

*Figur 3. Lokalisering av de landbaserade och havsbaserade fiskodlingar som beskrivs under respektive odlingsteknik. De flesta odlingar har besökts på plats. I vissa fall har information hämtats in via representanter för odlingen som beskrivit denna.*

*Tabell 1. Översikt på anläggningar som presenteras under respektive teknik, med kommentar om dess produktionsvolym. Småskalig produktion upp till 40 ton per år (små), mellanskalig 40-250 ton (mellan) och storskalig över 250 ton (stor).*

| *System* | *Teknik* | *Anläggning* | *Storlek produktion* |
|---|---|---|---|
| *Landbaserad* | *RAS* | *Scandinavian Silver Eel* | *Mellan, 150 ton ål* |
| | | *Mörrum Kronolax* | *Sättfisk Öring 15000 st.* |
| | | *Svensk Fiskodling AB* | *Små, 10 ton gös, FOU* |
| | | *Langsand Laks* | *Stor, 1000 ton* |
| | | *Danish Salmon* | *Stor, 1000 ton* |
| | | *Åland Fiskodling* | *Mellan, Sättfisk, 2 åriga* |
| | | *Ekosfisk i Öved* | *Små-Mellan, 60 ton?* |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | *NOFIMA testanläggning RAS* | *Små, FOU* |
| | | *Kvalitetskräftan AB* | *Små, Levandelagring* |
| | *PRAS* | *DTU aqua saltvatten* | *Små, FOU* |
| | | *Lerkenfeldt Dammbrug* | *Mellan-stor* |
| | *Akvaponik* | *Kattastrands Kretsloppsodling* | *Små* |
| | | *KTH & Berga Naturbruk* | *Små* |
| | | *Scandinavian aquasystems* | *Små* |
| | | *Virginia Islands Universitet* | *Små* |
| | *Genomströmmande* | *EM-lax AB Fengersfors* | *Mellan-Stor, sättfisk* |
| | | *Kälarne forskningsstation* | *Små, FOU, avel* |
| | | *Hoven Mølle Dammbrug* | *Stor, 400 ton* |
| *Havsbaserad* | *Semislutet* | *Neptun (AquaFarm eq.)* | *Stor, 1000 ton* |
| | | *Preline, ClosedFishCage, Ecomerden, AgriMarine* | *Små, FOU´s* |
| | *IMTA* | *Bolag Ocean Forest* | *Uppstart* |
| | *Öppet (kasse)* | *Musholm AS* | *Stor, 3800 ton* |
| | | *Tjärö lax* | *Små-Mellan, 50 ton* |
| | | *Tiraholms Fisk* | *Små, 20 ton* |
| | | *Fjärholms lax* | *Små, 2 ton* |
| | *Offshore* | *Musholm AS* | *Under utveckling* |

Kunskapen om befintlig teknik (och dess för- och nackdelar, se kapitel 6. SWOT analys) kommer ifrån olika källor såsom 2 st. sammanfattande internationella rapporter om samma ämne (Braaten et al. 2010, Heldbo et al. 2013), ifrån studiebesöken på fiskodlingar som nyttjar olika sorters tekniker (tabell 1) och seminarier om teknisk utrustning (t.ex. NordicNet RAS workshop 10-11 okt 2013) samt deltagande på Nationella Vattenbrukskonferensen Simrishamn 28-29 januari 2014 och Slutkonferens för Aquabest & AquaFima på Åland 5-6 februari 2014.

## 5.1 LANDBASERADE SYSTEM

### 5.1.1 Recirkulerande vattensystem (RAS)

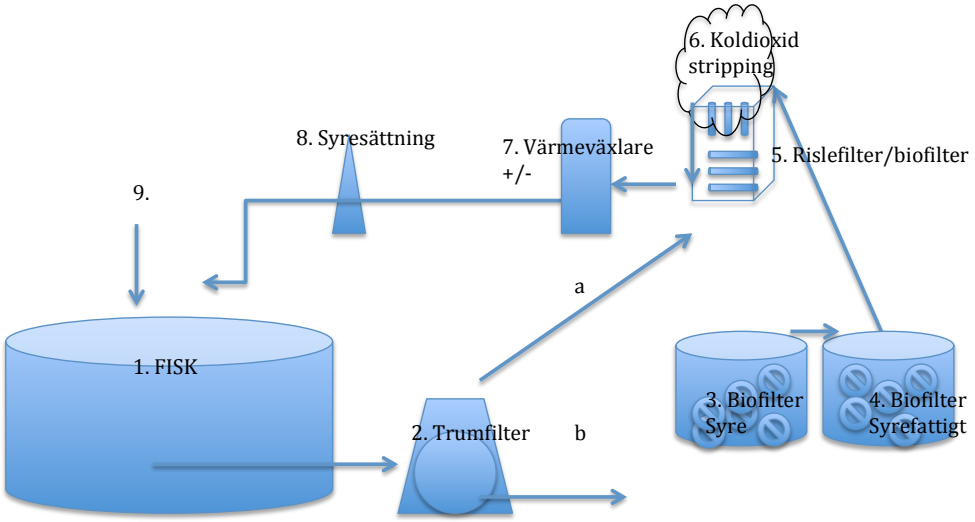
RAS är ett ofta använt begrepp inom vattenbruket och är en förkortning för det engelska begreppet ”Recirculating Aquaculture System” d.v.s. ett recirkulerande slutet system för vattenbruk (RAS in Nordic countries, Dalsgaard et al. 2013). I systemet recirkulerar vatten d.v.s. man återanvänder samma vatten upprepade gånger i en sluten kedja i motsats till t.ex. genomströmmande system där vattnet inte återanvänds utan passerar bara fisken en gång. Ett visst mått av förbrukning/tillsättning av vatten måste dock göras då vatten avdunstar och spill fås i vissa reningssteg såsom vid renspolning av mekaniska filter. För att vara definierat som RAS bör inte mer än 10 % av den totala vattenvolymen bytas ut per dygn. Det finns även andra mått som tydligare visar skillnader mellan teknologier. Till exempel går det åt < 600 liter vatten för att producera 1 kg fisk i RAS, medan partiellt RAS (PRAS) ligger på 2000-4000 liter och genomströmmande anläggningar på > 50000 liter (Heldbo et al. 2013).

Ett slutet system ställer krav på att man renar det befintliga vattnet med olika metoder (figur 4, schematisk skiss). Foderrester i form av partikulära material (innehållande både kväve och fosfor) tas bort med mekaniska filter (t.ex. trumfilter), sedimenteringskammare eller flotation med luftbubblor t.ex. med proteinskummare

där partiklar fastnar på luftbubblors ytspänning och tas bort på ytan. Lösta näringsämnen och utsöndringsprodukter från fisken som kvävehaltigt ammonium ($NH_4$) omvandlas via nitrifikationsbakterier i ett syrerikt biofilter till nitrat. Nitrat kan i sin tur omvandlas i syrefattig miljö av denitrifikationsbakterier till kvävgas som återförs till atmosfären. En alternativ metod kan vara att nyttja biofloc som aktiv reningsmetod (Crab et al. 2012). I korthet fungerar biofloc som rening genom att en levande biologisk organism, en blandning av alger, bakterier och svampar, växer på organiskt material direkt på och av tillväxtbädden. Bioflocproduktionen kan skördas i sig och kan eventuellt användas som foder i andra odlingar framtiden, eller vara föda direkt i odlingen. Denna typ av rening används främst i varmare temperaturer vid kräftdjursodlingar såsom tigerräka eller fisk som tilapia.

Schematisk skiss över vanlig RAS lösning

1. Fisktank - biomassan
2. Mekaniskt filter t ex trumfilter, bandfilter
3. Biofilter (fixerat eller i rörelse) med syre – nitrifikation (ammonium till nitrat)
4. Biofilter syrefattigt steg - denitrifikation (nitrat till kvävgas)
5. S.k. trickling eller rislefilter, ett alternativt fast biofilter med koldioxidreducering och luftning (ökad syresättning) i kombination. Luft möter vattenströmmen motströms. Avgasning.
6. $CO_2$-avgasning ($CO_2$-stripping), koldioxiden kan samlas in och ledas bort (eller ventileras direct ut i lokalen).
7. Justering temperatur – kylning/värmning
8. Syresättning – syrekon, övermättnad med syre under tryck (oxygenization)
9. Ersättningvatten/vatten som fylls på (make-up water)




*Figur 4. Skiss över vanligt förekommande enheter i RAS teknik. Ritning av Anette Ungfors.*

Nedan presenteras ett urval av RAS som förekommer i Sverige, och grannländerna Norge, Danmark och Finland, och övriga världen. Informationen kommer främst från fysiska studiebesök vid anläggningarna men i vissa fall har fakta tagit från odlingens hemsida, vilket i så fall anges.

Informationen omfattar anläggningar som varit i gång sedan början av 1990-talet (i Sverige exempelvis Scandinavian Silver Eel) till nyare, småskaliga forskningsmässiga initiativ med gös (Svensk Fiskodling AB). Här beskrivs även två klassiska RAS-anläggningar i medelstorlek som byggdes 2006 respektive 2004 av det danska

företaget Billund aquaculture, som används 1) till sättfisk av öring hos Mörrum Kronolax, och 2) främst kompensationsodling på Åland (Ålands fiskodling). Billund aquaculture byggde också det första och ett av de större befintliga RAS för lax i världen 2012, Langsand Laks. Konkurrenten Aqua Group har varit ansvarig för reningen för det andra storskaliga initiativet för lax i Danmark, Danish Salmon, som också besökts.

I Norge förekommer främst RAS för sättfisk (lax), men en forskningsanläggning inom NOFIMA på Sunndalsøra presenteras. Denna anläggning har byggts inte minst för att lära om dimensionering av olika reningssteg. Ett studiebesök hos Billund aquaculture har också gjorts, där vi såg verkstaden där mindre system sätts ihop medan större sätts ihop på plats.

• **Scandinavian Silver Eel (SSE)**, Helsingborg
Nedan information kommer dels från företagets hemsida, en informationsbroschyr som de själva tagit fram samt telefonkontakt och möte med företaget (Richard Fordham januari 2014). Det är de fem anställda som äger företaget.

Företaget bildades 1985 som ett spillvärmeprojekt inom Kemira Kemi AB. 25°C-gradigt Öresundsvatten som använts som kylvatten i svavelsyrafabriker, kunde då levereras enligt genomströmningsprincipen. I början av 1990-talet byggde man om till recirkulering med sötvatten då värmekällan inte längre fanns tillgänglig. Först byggdes det mindre systemet om men sedan även det större p.g.a. förbättrad tillväxt och foderkonvertering trots högre åltäthet. Idag har man en årlig ålproduktion om 150 ton för konsumtion.

SSE har två separata odlingssystem, ett mindre för mindre ål (*Anguilla anguilla*) och ett större för större ål, i odlingshallen på 2000 $m^2$ (figur 5). Ålen hålls i ca 24°C. Det lilla systemet består av 40 små bassänger (2x2 m, 2 $m^3$), trumfilter efter fiskbassängerna, biofilter med Kaldnesbollar som luftas kraftigt samt syrekon för syresättning till övermättnad. Det stora systemet består av 28 större bassänger (3x11 m, rundade kortsidor, 18 $m^3$). Reningen från dessa sker separat i en anläggning utanför hallen: trumfilter och skivfilter som mekanisk rening, 5 bassänger som fungerar som biofilter och är fyllda med Kaldnes bollar, samt en syrekon. Slammet efter den mekaniska reningen utnyttjas som jordförbättrare och sprids normalt på jordbruksmark.

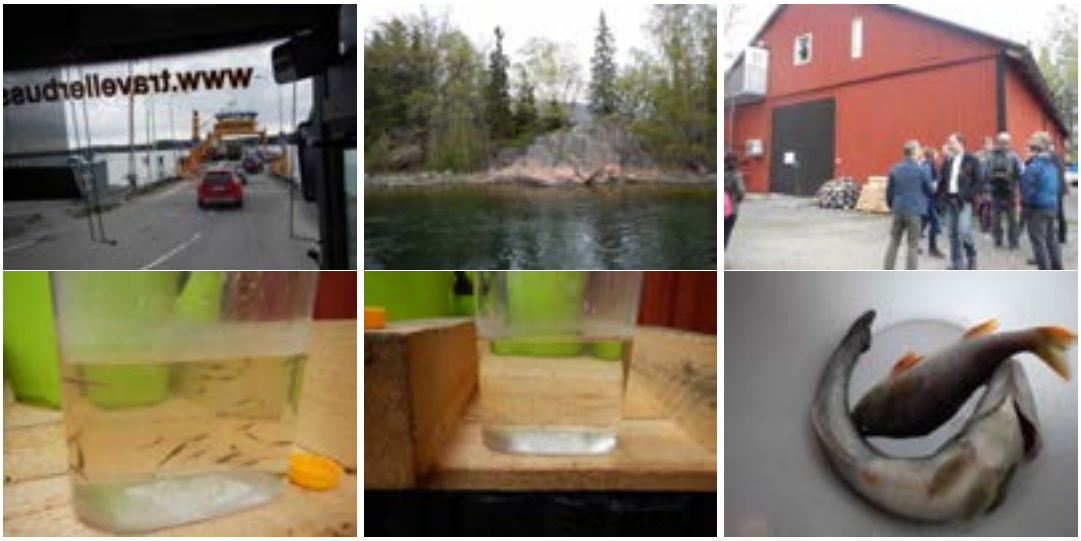
Företaget importerar glasålar via företaget UK Glass eels i april-maj ifrån floden Severn, en biflod till Bristol Bay, UK. Ålarna är då 2 år. Per importomgång har man en kapacitet om 1200 kg glasål. Dessa pigmenteras på en vecka i systemet, och de hålls i karantän i ca 10 veckor. Då har de regnbåge som går dels i kontrollvatten dels i ålvatten från karantänen. SVA analyseras fisken innan (regnbågen utvecklar sjukdomar snabbare än ålen självt) karantänen upphävs. Efter karantän erbjuder företaget juvenila ålar om 0.5-5 gram för försäljning för stödutsättning. Företaget har även egen tillväxtodling. Hanar blir endast omkring 180-200 gr, vilket de uppnår efter 18 mån. Dessa exporteras då till Holland. Honor, alla över 200 gr (könsseparation efter vikt, ingen annan extern skillnad), hålls i 3-5 år främst för den svenska

marknaden. Ålen storlekssorteras var 6-7:e vecka för att undvika konkurrens om föda och kannibalism. I tillägg till färsk ål erbjuds olika rökta produkter. Företaget är ett av få företag som under lång tid (20 år) har sysslat med RAS i Sverige, och företaget erbjuder också att bistå med know-how.

*Figur 5. Scandinavian Silver Eel AB anläggning, Helsingborg. A) små ålbassänger, b) stora ålbassänger, c) hoppande ål vid matning d) ålbassängerna i januari 2014 med halltak bortblåst från höststorm i november 2013, e) reningsteknik stora systemet: mekaniska filter, biofiltermaterial i bassänger samt syrekon, f) trum-och skivfilter. Foton från Richard F, SSE.*

**• Svensk Fiskodling AB**

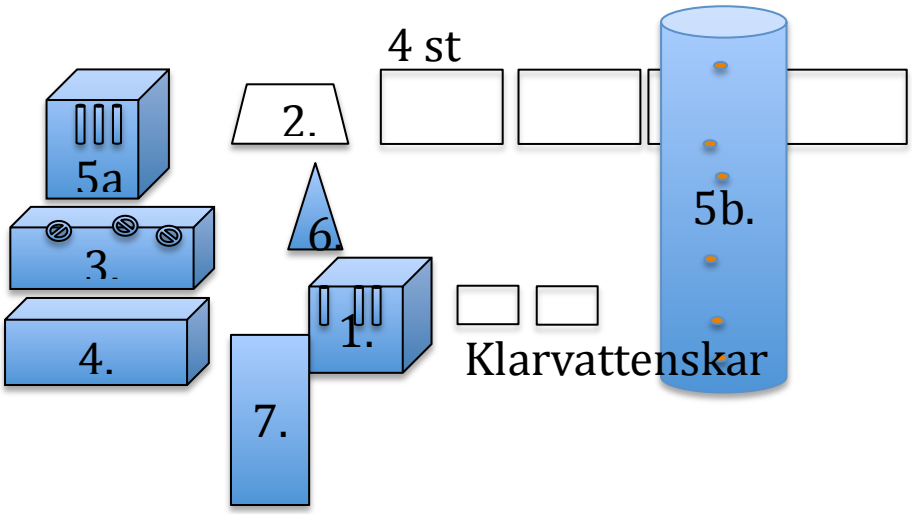
I samband med en s.k. RAS-dag 15 maj 2014 som anordnades av Eco-loop gjordes studiebesök vid anläggningen på Ljusterö. Gösodlingen (*Sander lucioperca)* drivs som ett Vinnova-projekt: ”Närfisk Testbädd Teknik” år 2012-2014, 4.1 MSEK projektpartners: Svensk Fiskodling AB, Nordic Water, Wallenius Water, KTH, Chalmers och Eco-loop.



*Figur 6. Svensk Fiskodling AB, Ljusterö. a) Färjeläget fastlandet, b) färjeläget Ljusterö där odlingen skymtas, c) lokalen, d) 2 veckor gädda, e) 2 veckor gös, f) slaktklar abborre och gös från bassängerna, g) klortvätt mot sjukdomar, h) lokalen översikt, i) fiskbassängerna. Foto: Anette Ungfors.*

Anläggningen ligger på Ljusterö, ca 50 min bilfärd norr om Stockholm city, med anslutning från fastlandet med bilfärja (figur 6). Lokalen där den landbaserade slutna odlingen sker är 400 $m^2$ varav hälften utnyttjas i dagsläget. Anläggningen är dimensionerad för maximalt 10 ton fisk. Det är slaktklar gös men även abborre (*Perca fluviatilis*) som hålls i karen (2 kar gös, 2 kar abborre), kläckning av dessa samt gädda sker i laboratoriet på vindsvåningen (inget tillträde dit p.g.a. risk för sjukdomsspridning). Tätheten av fisk i bassängerna är ca 100, 75, 90 och 60 kg/$m^3$. Vattnet som nyttjas är brunnsvatten från 20 m som cirkulerar i anläggningen några varv (figur 7-8) innan det släpps ut i dammen utanför samt går genom ett grusfilter. Färgen på vattnet är humusrikt, och sikten i karen är begränsad. Gösen är dock anpassad till att leva i grumliga miljöer och klarar inte konkurrensen med andra rovfiskar i klara vatten (Bergström et al. 2013). Man håller ca 100 $m^3$ vatten i anläggningen, varav 60 $m^3$ är i bassängerna för fisk och 40 $m^3$ i reningsdelen. I genomsnitt fylls det på med 9 l/min (5-10 l/min).

Fördelarna med systemet, enligt Ola Öberg, är att det ger tillväxt av fisk året om, och att det ger möjlighet till god kontroll av vattnets kvalitet och andra parametrar. Man kommer även undan skadedjur som sälar, tjuvfiskare och storskalig färjetrafik. Innan slakt går fisken i klarvattenkar (färskvatten som späds när det behövs, nitrat 15-40 mg/l) för avluktning i ca 1-2 veckor utan foder.




*Figur 7. Schematisk skiss gös-anläggning på Ljusterö: 4 st. fiskbassänger, 2 st. klarvattenskar samt reningssteg. Skiss: Anette Ungfors.*

***1. Järnreducering*** *mha "avgasningstorn",* ***2. Mekaniskt trumfilter*** *80 µm,* ***3. rörligt biofilter****, nitrifikation med biobollar (Moving bed bio reactor, MBBR),* ***4. Pumpgrop*** *eller Sump (lägsta*

*vattenpunkten), **5a. avgasning** av koldioxid mha luftning (ventilerar motströms vattnet), filter ca 10 cm ovanför vattenytan, s.k. högvattenreservoar via en pump från pumpgropen, **6. Syrekon**, **7. Ventilationsstyrning**, **5b. DynaSandfilter**, En delloop (ca 1/3) från mekaniska filtret till DynaSandfilter för nitrifikation. Bikarbonat tillsätts för stabilt pH. Vatten leds till fiskbassängerna från 5a) högvattenreservoar, syresätts på vägen. Skiss: Anette Ungfors.*

Vatten förloras vid spoling av mekaniskt filter och vid slamhantering samt avdunstning. Slammet kan troligen släppas i avloppet beroende på innehåll av kadmium (kadmium och foderberoende, utredning pågår). Syre tillförs vattnet från kompressor och zeolitkolonn i syrekon, vilket ger 4 ggr mer syre i vattnet. ”Gösen vill inte ha för stort flöde därför behöver man syresätta utan att öka genomströmningsflödet”. Fiskbassängerna hålls rena från foderrester och fekalier genom att slam ansamlas i mitten med hjälp av en virvelström i karet. Strömmen gör att slammet sugs upp från botten med hävertprincip via ett galler, som enkelt rensas.

DynaSandfiltret togs i bruk under våren 2014 (installering februari, uppstart mars), och är en testanläggning på 4 m från Nordic Water. Filtret fylls med 3 ton 1-2 mm sandkorn, och kostar ca 150 000 SEK att köpa (men det finns möjlighet att hyra också). En del vatten från efter mekaniska filtret leds till DynaSandfiltret med 2.5 m i lyfthöjd för vattnet, tillbaka till pumpgropen efter. Smutsigt vatten ifrån fiskkaren tvättas rent genom att sandkornen roterar med en luftström och möter smutsigt vatten. På sandkornen finns nitrifierande bakterier som reducerar ammonium, precis som funktionen i biofilter. Mattias Feldthusen från Nordic water berättar att det första DynaSandfiltret sattes upp 1978 och finns i många kommunala AV-reningsverk i Sverige och internationellt (t.ex. Dubai). I forskningssammanhang finns Dynasandfilter på Sötvattenslaboratoriet och Universeum. Man får ha 4-5 ggr högre flöde i Dynasandfiltret för odlingsbruk i jämförelse med AV. Mätningar av ammonium i slutet av april visade på nitrifikation: invattnet innehöll 0.6 mg/l och efter filtret <0.1 mg/l (utvatten efter avgasning och biofilter innehöll 0.2 mg/l). DynaSand-filtret har 3 funktioner, 1) tar upp partikulärt material, 2) oxiderar och 3) reducerar BOD (biologiskt material som förbrukar syre). Avgasningsfilter och rörliga bärare i biofilter är konkurrenter till DynaSands funktion, men enligt Mattias är vanliga biofilter ”lite som att elda för kråkorna”.

Renings med ozon (Advanced Oxidation Technologies, AOT) har också testats av Wallenius Water (kontaktperson Magnus.Carlsson@walleniuswater.com). Oxidering av fria radikaler har testats på ett delflöde under några veckor under våren 2014: vattenparametrar mättes på ett antal mätpunkter före, under och efter att AOT var aktiv. Resultat var att turbiditeten var lägre, ammonium påverkades inte nämnvärt, viss större effekt på nitrit men ingen effekt på nitrat. Antal bakterier reducerades.

*Figur 8. Rening i anläggningen. a) trumfilter, b) syrekon, c) dynasandfilter, d) avgasningsdel (blå) samt rärligt biofilter (MBBR) under, e) rörliga biofilter i närbild, f) ventilationsskåp. Foto: Anette Ungfors.*

**• Mörrums Kronolax**

Studiebesök på Mörrum Kronolax i juli 2014 där kläckning av havsöring (*Salmo trutta*) för stödutsättning bedrivs. Kläckning och tillväxt upp till drygt 1 år sker i två separata RAS, som byggdes år 2006 av Billund aquaculture. Fiskeribiolog Henric Persson visade runt.

**Mörrums ån**

Mörrums å är en 3,5 mil laxfiskförande å där lax (*Salmo salar*) och havsöring reproducerar sig naturligt, lax i mittfåran och öring mer utträngd längs kanterna. Sportfiskare fiskar 10 000 fiskedagar i Mörrumsån per år med 2 000 fångster varav hälften lax och hälften öring (uppskattningsvis rapporteras ca 98 %, mycket release fiske d.v.s. fisken släpps tillbaka). Fisket börjar enligt FIFS den 1 mars men först 31 mars sker det traditionella kanonskottet och riktiga premiären. Minsta landningsstorlek (MLS) är 50 cm för öring och 60 cm för lax, men det finns knappt någon mindre eftersom laxarna är över 50 cm när de söker sig tillbaka efter de 1-3 åren i havet för födosök. Laxen/öringen ger sig iväg efter smoltifiering och anpassning till marint liv som $1^+$-åringar (möjligen $2^+$-åringar), med högvattenström i maj i stim. De söker sig sedan tillbaka i maj efter 1-3 år (ca 2-5 år gamla). De äldsta (största) kommer tillbaka först på säsongen. Dessa vuxna svälter sedan till leken i oktober, troligen även över hela vintern innan de (förs) tillbaka till havet. Dessa magra övervintrare kallas kelt.

**Kläckning av öring**

I korthet startar man upp med 40 000-60 000 romkorn efter kramning och befruktning av 10 par havsöringar, och strävar efter att få 15000 st. $1^+$-åriga smolt som släpps strax före (eller under) smoltifiering i april så att de präglas på Mörrumsån. Omkring 20 000 st. hålls de sista 8-10 månaderna medan överskottet ca 25 000 släpps i juni som $0^+$-åringar, samma år som kläckningen. Mer information om varje steg ges nedan:

1). Avelstank. Åvatten, genomströmmande (figur 9).

Avelsfisken hålls i en stor djup tank som kan delas in i fyra delar ca L6xB3xH2.5 m per del med hjälp av nät, ingen stationär vägg emellan. Näten (mindre inne-nät för hanarna pga deras utväxta krok i underkäken under reproduktionen) lyfts 2 ggr per vecka för att kontrollera status på rom-mognad. Avelsfisk, vildfödd havsöring med fettfenan kvar används och nya varje år, tas in i slutet på augusti när temperaturen sjunker. I en del hålls 10 hanar, i en annan del hålls 10 honor, och det finns möjlighet till att hålla lax i tillägg. Kramning sker främst i mitten på oktober. Mjölke från minst 2 hanar till varje hona. Första kontrollen ger flest mogna honor, de blir troligen lite stressade därefter. Avelsfisken tas med håv utanför stationen eller vid laxtrappan 1 mil uppströms vid Marieberg. I Östersjön finns inte ”laxlausen” *Lepeophtheirus salmonis* som är en marin parasitart, varför nystigen öring och lax i Mörrumsån inte har sådan på sig.

*Figur 9. a) Tank för avelsfiskarna, b) håv för fiske, c) kläckningstråg. Foto: Anette Ungfors.*

2). Kläckningstråg, ca 4500-6500 romkorn (0.8-1.4 liter) per tråg. Kranvatten. Oktober-januari/februari (kläcks)-slutet april (figur 9).

Befruktningen romkorn och mjölke sker i oktober och dessa hålls sedan i tråg med översköljande vatten från RAS1 till kläckningen i januari-februari. De kläckta öringarna först med gulesäck hålls sedan i rännorna fram till slutet av april, och jod-behandlas under denna tid. Romen är extra känslig före ögonpunkteringen som sker någon gång i december.

3). 0-åriga, första våren. Kranvatten. April-juni (figur 10).

4 000 små havsöringar hålls per kar i fem stycken 2 x 2 m kar, max 0,5 m djup. Automatisk matning efter klocka. Enda behandlingen är saltning för av-parasitering: sänker vattennivån till 10 cm och tillför 7 kg salt per kar, fisken får i saltbadet i 20-30 min. Den dagliga skötseln innebär rengöring av karen varje dag: tömmer delvis karet och spolar rent brunnen. Temperaturen är 4°C vid periodens början och 16°C vid slutet.

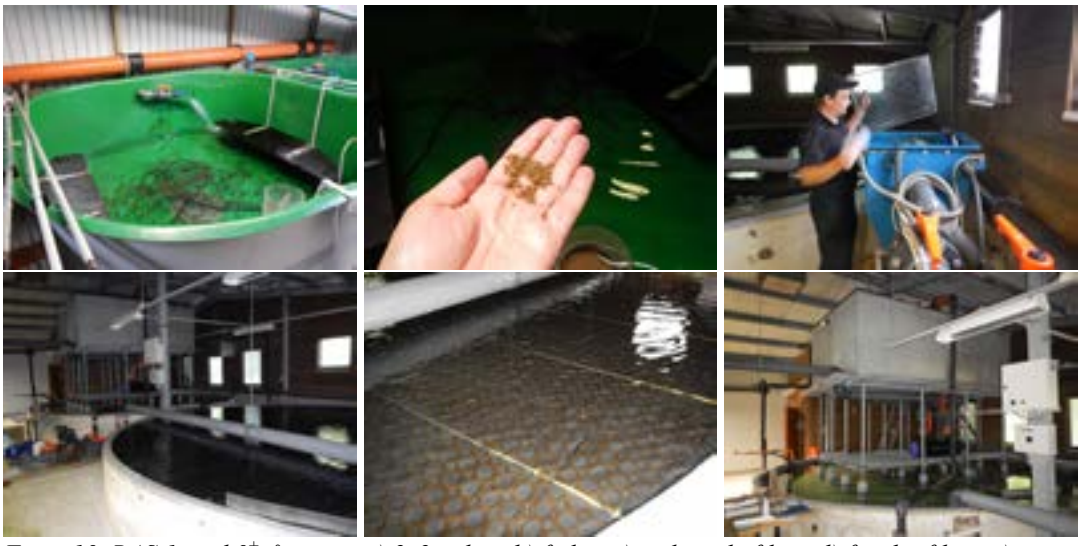
RAS1 för Kläckningstråg + 0-åriga
**Mekaniskt** filter, litet HydroTech. Fast **biofilter** i stor rund tank ca 8 m diameter, 0.7 m djup, uppstående rör, behöver inte rengöras. **Avgasning**, i tank ovan sumpen, längre rör av samma modell som fasta biofiltret. **UV-ljus**.

**4)** Upp till $1^{+}$-åriga, sommaren-hösten-andra våren. Kranvatten (figur 11).

8 st. större kar (L5xB5xHca0.5 m) hålls med öring. Ett mindre kar används som pH-reglerare med natriumkarbonat, pH 7.1. (Använder ej kalkblandaren pga rödfällning, troligen för orent kalk). Temperaturen är 16 °C vid start, och sedan följer man hyfsat åns temperatur men håller 16 °C något längre på hösten för att förlänga tillväxtperioden. Dödligheten är låg, endast en per tank och vecka. Datorstyrd foderreglering. Syretillförsel från syrekonen till alla kar men endast syremätare med larm finns i 4 av de 8 karen. Vid larm om pumpstopp och elavbrott tillförs nödsyre. Det sker även av-parasitering med saltbad under denna period: 28 kg salt och 20 cm vatten, syrgas används under behandlingen.

RAS2: $1^{+}$-åriga
**Mekaniskt** större filter. Två st. fasta **biofilter** i svarta höga cylindriska tankar, rengöres 1 ggr/månad. **Avgasning** innanför blå presenning. **Syrekon**. **ph-reglerare**, kalkblandare m.h.a. automatisk pH-mätare.

Totalt går det åt 10 Mbar syre per dag. I anläggningen kan man kyla vatten men ej värma. Aller aqua, ett danskt foder används, i olika storlekar från 1 gr mjöl, till 2, 4 respektive 5 grams foder. Två pallar foder, 24 st. 20-25 kg påsar används totalt per år. Dagsljuset följs med ljuset.



*Figur 10. RAS 1 med $0^{+}$-åringar. a) 2x2 m kar, b) foder, c) mekaniskt filter, d) fast biofilter, e) rören i biofiltret, f) avgasningsdel, UV-ljus samt sump. Foto: Anette Ungfors.*

*Figur 11. RAS 2 med upp till 1$^{+}$-åringar. a) Översikt lokalen med 8 större fisk-kar plus 2 st. mindre kar för t.ex. ph-stabilisering med natriumkarbonat, b) 5 x 5 m kar med syrevakt (blå), c) öringar i kar, d) översikt reningsutrustning, avgasning i förgrunden, e) mekaniskt filter, f) syrekon, g) fast biofilter, g) kalk-blandare. Foto: Anette Ungfors.*

**• AB Eko-fisk i Öved**

Informationen kommer främst ifrån hemsidan men ägaren Fredrik Bodecker presenterade även sin verksamhet under Nationella Vattenbrukskonferensen i Simrishamn 2014.

Företaget är relativt nytt men verksamheten bedrivs i anläggning i Skåne som använts för ål-uppfödning i decennier och även röding har odlats. Ägaren Fredrik Bodecker satsar på RAS-system och varmvattensarter som tilapia (*Oreochromis niloticus*) och även ålmal (*Clarias gariepinus*). Köttet hos tilapia påminner om abborrens och är vitt och fast samt har en rödaktig färg på skinnsidan. Tilapaia säljs under Ekofisk Tilapia, och företaget vill skilja företagets produkt från importerad fryst asiatisk tilapia som inte sällan odlats med hormonbehandling och antibiotika i dyiga dammar. Ålmalen säljs rökt och lanseras som ett alternativ till rökt ål dock med något lägre fetthalt. Produkten färsk tilapia kan köpas ifrån flera grossister som anges på hemsidan.

Anläggningen uppges vara ombyggd till ”en modernare energisnål odling av recirkulerande typ” (www.eko-fisk.se/, figur 12). Man renar vattnet kontinuerligt och endast ca 5 % av vattnet byts ut dagligen. Temperaturen som används är 25°C och eftersom vattenutbytet är relativt lågt så förbrukas relativt lite energi till uppvärmning. I de 24 st. bassängerna på totalt 300 m$^3$ vatten kan upp till 150 ton odlas per år men ett första mål är 60 ton inom två år. För ett kg tilapia går det åt 1-1.2 kg foder. Företaget utvärderar foder med ökad andel vegetabiliskt protein, företagets mål är att

minst 50 % av fodret skall vara baserat på växtprotein. Tilapia är nämligen en allätare som klara sig bra på vegetabilisk föda. För 2014 är målet att slakta i omkring 2 ton i veckan.

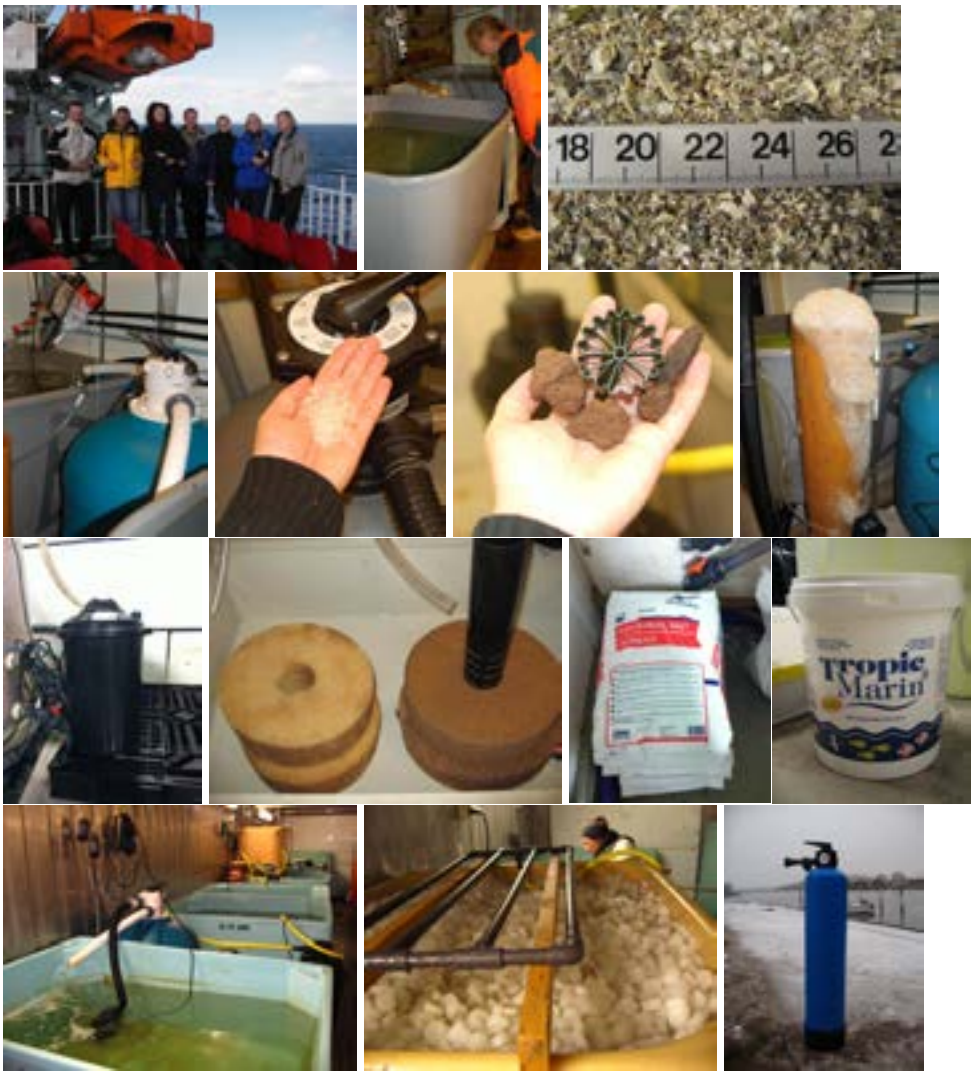
*Figur 12. Foto från hemsidan* (www.eko-fisk.se/). *a) Anläggningen, b) tilapia-yngel 50 grams, c) större tilapia.*

**• Kvalitetskräftan HB**

Nobelpristagare och andra prominenta gäster fick under Nobelmiddagen 2013 avnjuta burfångade levandeförvarade havskräftor till huvudrätten. Leverantörer av kräftorna var Kvalitetskräftan, ett handelsföretag baserat i Fjällbacka som drivs av Ingemar Granqvist, Karl Kahlman och Ove Leandersson. Forskning har bidragit till att utveckla levandeförvaringen. Möjligheterna för förvaring och även tillväxt av andra arter är stora i detta system.

Projektsamarbetet startade 2004

De tre yrkesfiskarna tog kontakt med forskare på Tjärnö 2004 sedan de hört att forskning om Levandeförvaring bedrevs på denna forskningsinstitution. Under 2005-2008 samarbetade entreprenörerna från Fjällbacka i projektform (Projekt Kvalitetskräftan) med forskare från dåvarande Tjärnö marinbiologiska laboratorium, Göteborgs Universitet (projektledare Anette Ungfors) och Fiskekommunerna i Norra Bohuslän främst Ulla Olsson. Forskningsmedel kom från Europeiska FiskeFonden (EFF) och Fiskekommunerna. Under detta första samarbetsprojekt gick levandeförvaring till att bli landbaserad istället för havsbaserad då förvaring direkt i havet bedömdes vara mer komplicerat och riskfyllt att lösa praktiskt. I projektets slutfas, efter diverse tester i termokonstantrum på laboratorium gällande förvaringssätt ombord fiskebåten och lämplig reningsutrustning, användes en hyrd 40 ft. kylkontainer. Denna var utrustad med sex stycken stora vattenkar med vatten i ett slutet marint system kopplade till biofilter och proteinskummare (figur 13).




*Figur 13. Projektperioden 2005-2008 Kvalitetskräftan. a) studieresa till Skottland, b) hembyggt skalgrusfilter i Magasinet (sjöbod), c) skalgrus från stranden, d) köpt sandfilter, e) köpt plastkulfilter CocoonT15, f) olika biofiltermaterial – lavastan och annan ytförstorare, g) hemmabyggd proteinskummare, h) trädgårdsdammfilter, i )skumfilter till dammfilter, j) industrisalt, k) akvariumsalt, l) kar i kylkontainer, m) Anox Kaldnes biofiltermaterial i tank, n) luftgastub. Foto: Anette Ungfors.*

Sedan några år är man nu installerade på kajen i Norra hamnen i Fjällbacka i ett magasin. Biofilter, proteinskummare, UV-filter, kylanläggning samt mätinstrument har utvecklats allteftersom och numera består förvaringsutrymmet av en stor 18 $m^3$ specialproducerad tank (figur 14). Lätttillgängligt ytvatten saltas upp för att ge en oceanisk salthalt liksom djupvattnet där havskräftan normalt lever. Enstaka mindre påfyllningar sker p.g.a. avdunstning och visst spill i samband med urtag av kassetter. I dagens anläggning kan man samtidigt förvara ca 1.5 ton havskräfta, vilket är baserat på utrymmet i bassängen.

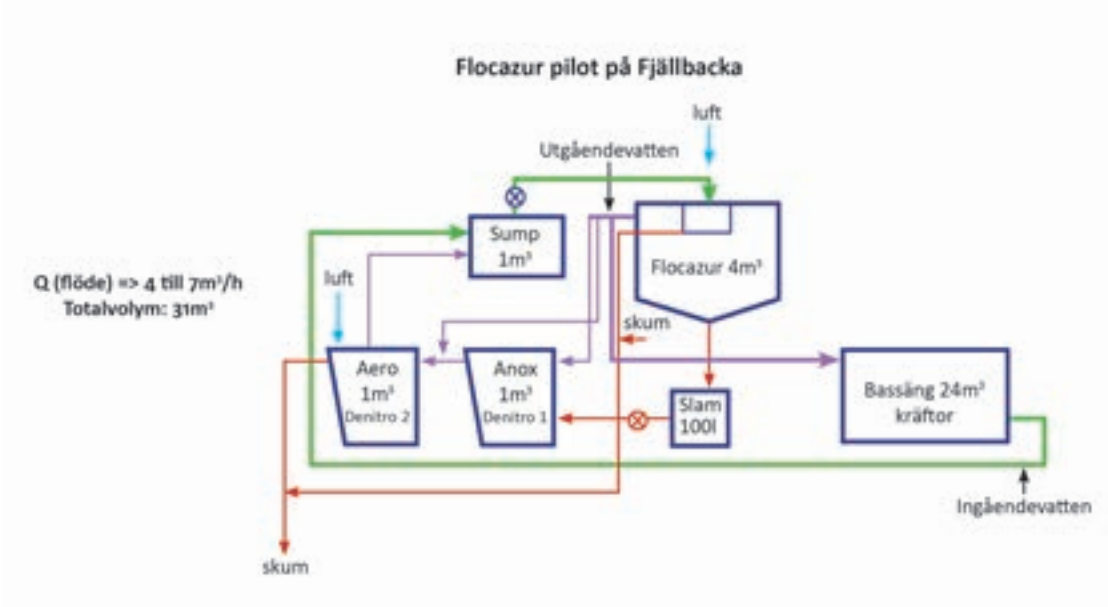
I projektets start användes inköpta kassetter för individuell förvaring, som köptes in från UK efter kontakter under studieresor. Efterföljande projekt som företaget Kvalitetskräftan varit inblandade i har varit inriktade på att ta fram egna kassetter lokalt producerade för individuell förvaring. Numera används en mönsterskyddad kassett av plastad wellpapp som finns i olika utformningar anpassad för havskräftor av olika storlekar. I dag är Kvalitetskräftan via Njord partners i EU-projektet NEPHROPS där fokus ligger på agn-och burutveckling vilket kan förbättra en

burfiskares villkor (www.nephrops.eu). Kläckning och uppfödning av *Nephrops* pågår också i detta projekt.

*Figur 14. Fotosession fortsatt utveckling av anläggningen. a) virrvarr av kräftkar 2010-2012, b) proteinskummare, c) kräftkassett, d) 2012, specialproducerad ny stor bassäng 18 m$^3$ som ersätter alla småkar, e) ett av de två biofiltren fyllda med Anoxkaldnes biomaterial, f) labanalyshörnan, g) kylare. Foto: Anette Ungfors.*

Pågående evaluering av reningsteknik i samarbete med Flocazur AB

Kvalitetskräftan inledde ett samarbete med Flocazur AB i projektform (Jordbruksverket) under december 2013 för att evaluera Flocazur ABs nya patenterade vattenreningsteknik (figur 15-16). Flocazurtekniken är en ny, kostnadseffektiv och miljöanpassad vattenreningsteknik för olika applikationer inom fiskodling och fiskslakterier. Tekniken går ut på att man samtidigt utnyttjar en biologisk baserad process, en kemisk princip och en fysikalisk process. Detta är ett nytt koncept och man vinner många miljöfördelar, som t.ex. en effektiv rening av fosfor och kväve, då dessa kan återvinnas och användas som jordförbättringsmedel. Målsättningen med projektet är att verifiera Flocazurtekniken för landförvaring av burfångad havskräfta och att den nya tekniken kan utformas så att den blir användarvänlig för brukarna. Reningstekniken installerades i december 2013 och januari 2014 hos Kvalitetskräftan och efter installation och testkörning av systemet så är det i full drift och fungerar som förväntat. Kemiska analyser av processvatten från kräfttanken samt teknisk utvärdering av prototypen görs regelbundet och projektarbetet är i full gång då det ännu inte är avslutat.




*Figur 15. Skiss på Flocazur AB´s reningsprototyp som utvärderas i Kvalitetskräftans anläggning under 2014. Skiss från Flocazur AB.*

Anläggningen består av en Flocazurreaktor som transformerar samt separerar organiskt/oorganiskt material från kräfttanken. Systemet utgörs även av två parallell kopplade enheter, en anoxisk och en aerob. I dessa båda enheter utförs denitrifikation samt mineralisering/avskiljning av fosfor.

*Figur 16. Senaste tekniken i anläggningen under 2014, Flocazur AB´s reningsprototyp. a) kräftor kontrolleras av yrkesfiskaren, b) reningsanläggningen, c) närbild från ovan Flocazur-delen. Foto: Anette Ungfors.*

**• Langsand Laks, Danmark**
Studiebesök i maj 2014 tillsammans med RENA HAV.

Nybyggd storskalig RAS-anläggning för lax (*Salmo salar*). Tidigare bedrevs ålodling på platsen, och i denna äldre del om 700 $m^2$ sker nu romkläckning och yngeltillväxt. Anläggningen gör anspråk på att vara den första kommersiella landbaserade RAS-anläggningen i världen för tillväxtodling. Anläggningen om 3300 $m^2$ (120 x 28 m) byggdes 2012, och har en kapacitet på 1000 ton lax per år. Första slakten av 4-5 kg lax skedde tredje kvartalet 2013 (dessa kläcktes juli 2011). Fyra kläckningar per år är planerat. En skissartad översikt över anläggningen ges i figur 17 och foton i figur 18, som innefattar olika reningssteg inklusive denitrifiering:

1. Mekaniskt filter, pH-justering
2. Biofilter, fast och rörligt

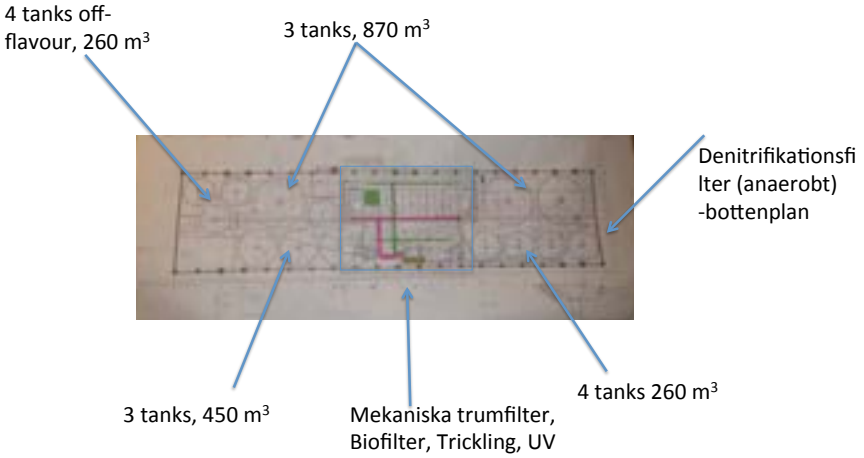
3. Avgasningsfilter
4. Syrekonor
5. UV-ljus på del-loop
6. Denitrifikation på del-loop av utgående vatten.

I tillägg finns ett sandfilter och UV-ljus vid vattenintaget, och bältesfilter används på utgående vatten för att plocka bort partiklar, samt järnklorid flockulerar sedimentet för att ytterligare ta bort fosfor.

**Fördelarna** med det landbaserade systemet är att den starka strömmen som cirkulerar i betongtankarna ger laxen möjlighet att träna, de simmar kontinuerligt. Detta ger en lägre fetthalt (14 % jmf med norsk lax 16-20 %) och mindre gaps i köttstrukturen vilket är mer lik vildlax. I tillägg är foderåtgången mindre, rymningar noll, vattenkvalitet mer kontrollerad och optimal yttre parametrar t.ex. gällande temperatur och ljus vilket optimerar tillväxt. **Nackdelar** är att en sjukdom vid namn Furunkulos kommit in i systemet, från Ringkøbing Fjord. Kylningen har dessutom varit något bristfällig men ska justeras. Geosmin, ett organiskt ämne som ger dy-smak i köttet, vilket kommer från *Streptomyces* bakterier antingen i fjorden eller från filtren: för att ta bort smaken före slakt används tre speciella off-flavour tankar där laxen får går 1-2 veckor utan mat i genomflödesvatten med kraftig syretillförsel. Indikationer på tidig könsmognad, kan bero på fluktuerande salthalt i intagsvattnet.

Några ytterligare fakta om anläggningen:

- Biofiltrens kapacitet är 3400 kg foder per dag
- Vattenkonsumtion om 250 liter per kg fisk
- Energikonsumtion: huvudpumpar 1,1 kW/kg producerad lax, mekaniskt filter 0,3 kW/kg producerad lax, kylning/värmning/ventilation/ljus/fosfor borttagning/denitrifikation etc. 1,3 kW/kg producerad lax= 2,7-3,0 kW/kg producerad lax
- Vindkraftverket ger 850 kW
- Produktionskostnad från ägg till 4-5 kg lax: 4.3 € per kg HOG (rensad med huvud kvar)
- Slam kan användas till biogas




*Figur 17. Översikt Langsand Laks. Skiss från Billund aquaculture, modifierad av Anette Ungfors.*

*Figur 18. Langsand Laks, studiebesök maj 2014. a) fodertank utsidan anläggning, b) underdel av betongtank, c) insidan anläggningen, d) off-flavour tank, e) en av fyra pumpar som pumpar upp vattnet till högplatå, f) mekaniskt filter, g) avgasning, i) rörlig biofilter med UV-ljus, j) denitrifikationsfilter, k) reservaggregat, l) lax med Furunkulos sjukdom, m) vindkraftverk som ger energi till anläggningen. Foto: Anette Ungfors.*

- **Danish Salmon, Hirtshals, Danmark.**

  Danish Salmon är en helt nybyggd RAS-verksamhet, som ska producera 2 000 ton lax per år i storleksklassen 4-5 kg. Kläckning och yngeldelen stod klar under våren 2013 medan de stora bassängerna för tillväxt (grow-out) iordningsställdes under hösten 2013-våren 2014 (figur 19).

  Anläggningen består av två grow-out linjer i tillägg till yngeldel samt reningsanläggning. Teknisk beskrivning: Grad av recirkulation: 99 %, Vattenförbrukning: 200 liter per kg lax producerad per år, Födokonversionskvot (FCR, food conversion rate): 1,15, Reningskomponenter i systemet: mekaniskt trumfilter, biofilter, avgasare, syrekoner, UV, Avvattning slam: flockulering, bandfilter, sedimentation.

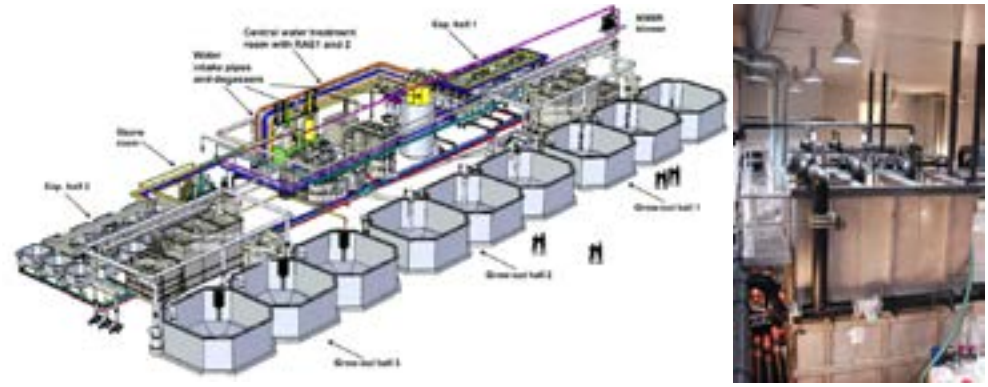
*Figur 19.Studiebesök Danish Salmon oktober 2013. a) ägare berättar om bygget och finansiering, b) stor bassäng håller på att byggas klar, c) något mindre bassänger, f) syrekoner, g) mekaniska filter, h) UV-ljus som ska monteras. Foto: Anette Ungfors.*

**• NOFIMA testanläggning för recirkulering , Norge**

En nybyggd forskningsfacilitet (Nofima center för recirkulering i akvakultur), har tagit i bruk i Sunndalsøra, Norge. Design, dimensionering och de första experimenten med lax finns tillgänglig i en vetenskaplig artikel av Terjesen et al. (2013). Nedan information kommer främst från denna samt från Terjesen´s föreläsning på workshopen om RAS, Ålborg oktober 2013.

Anläggningen är på 1754 $m^2$ och är uppdelad på två våningsplan (andra våningsplan 554 $m^2$), huvudsakliga verksamheten är i bottenplanet (figur 20). Mötesrum och laboratoriedel för fiskprovtagning och vattenanalys på ovanvåningen, samt en observationskorridor (93 $m^2$) med fönster mot tillväxtshallen för studiebesök. Kostnaden uppgår till 45 miljoner NOK (år 2010). En projektgrupp har före undersökt syftet med anläggningen och därmed lagt villkor för design och dimensionering. Experiment med syftet att studera just hur RAS påverkar laxens hälsa är i fokus, t ex erhålla säkra gränser för ämnen som laxen utsätts för kontinuerligt såsom ammonium, nitrat och koldioxid. Anläggningen måste även producera 480 000 smolt per år för att täcka Nofimas behov. Stor flexibilitet är inbyggd i de 6 st. olika experimenthallarna med olika storlek på karen: tre stycken hallar med vardera 3 kar om 100 $m^3$, och sedan 3 st. hallar med total 48 mindre kar 0.5-3.2 $m^3$. Fyra separata RAS har byggts, i tillägg till genomströmmande vatten som används som kontrollbehandling. Alla hallar kan köra experiment med vatten från det RAS (loop till 1 eller 2, eller båda samtidigt) man önskar eller genomströmmande vatten (färsk-eller sjövatten), med undantag av en av de större hallarna (2) som endast har genomflödande. RAS 1 och 2 är av medelstorlek och är kopplat till Experimenthall 1-3 medan VH 1 och 3 dimensionerad till större storlek försörjer Tillväxthall 1 och 3.

De första försöken inriktar sig på att 1) utvärdera tillväxt av smolt och 2) utvärdera reningskapacitet med ökad fodring upp till maximala beräknade. Verksamheten startades upp i maj 2009 men inte förrän ett år senare togs lax in då biofilter och annat startats upp.



*Figur 20.* NOFIMA Sunndalsøra *a) 3D-skiss över anläggningen (från Terjesen et. al. 2013), b) RAS1 rörligt biofilter med 10.5 $m^3$ Kaldnes biomaterial (900 $m^2/m^3$) fördelat i tre kammare med fyllnadsgrad om 50 %. Foto: Bendik Fyhn Terjesen.*

**• Ålands Fiskodling, Finland**

Under år 2004-2005 gjordes en omfattande ombyggnad och modernisering av Ålands fiskodling, Guttorp (figur 21). Vattenförsörjningen förändrades från tidigare genomströmningsprincip till recirkulation vilket medförde en minskning av vattenanvändning från 8 000 kubikmeter per dygn till ca 100 kubikmeter. Idag används inte brackvatten utan endast sötvatten från Västra Kyrksundet. Vattnet i odlingen recirkuleras till ca 90 % efter omfattande rening genom ett mekaniskt filter, luftning, syresättning, biofilter och delvis desinficering. Vattenbehandlingstekniken finns i en ny hall, som även inkluderar en avdelning med fyra större bassänger för t.ex. avelsfisk. Ålands fiskodling kläcker havsöring, gädda och sik samt tidigare även lax, och år 2011-2013 även lake och gös. Erfarenheterna av den nya anläggningen är överlag goda och har medfört en bättre fiskhälsosituation, bättre tillväxt genom något varmare vatten samt i viss mån minskade driftskostnader. Kontakt: Anna-Maria Tamminen eller Stefan Lindqvist.

*Figur 21. Foton tagna under studiebesök 4 februari 2014 Ålands fiskodling. A) Översikt reningsavdelningen, b) stora fiskhallen, c) kläckning av sikägg, d) öring med gulesäck i tråg, e) 1-årig öring, f) 2-årig öring. Foto: Anette Ungfors.*

5.1.2 Akvaponiska system

Akvaponiska system är landbaserade med kretsloppsprincip som grund. Systemen är av flerartsmodell (multitrofa system). Ofta inkluderas en fiskodling där näringsöverskott (foderrester, fekalier) tas upp av terrestra grödor såsom kryddväxter, tomater, gurka etc under tillväxt. Vatten från fiskodlingen leds till terrestra växter som bevattnas med detta vatten, antingen med rötterna i grusbädd som genomströmmas eller med rötterna direkt i grunt kar från flytande flottar. Grusbädden fungerar även som ett biofilter där bakterier på kornen tar upp kväverika näringsämnen som ammonium från vattnet. Om grödorna odlas direkt i vattnet krävs ofta ett separat biofilter i tillägg. Själva ordet akvaponi kommer från en vidareutveckling av hydroponi där man odlar växter utan jord (grekiskans ”hudor” för vatten samt ”ponos” för arbete), och akva för att trycka på att fiskdelen i kretsloppet.

Beroende av klimat sker odlingen utomhus med naturligt ljus för växterna, men i kallare regioner såsom Sverige krävs växthus för att förlänga växtperioden. Produktionen av de terrestra grödorna (örter) gentemot fisk är kring 10:1, vilket kräver att man har försäljningskanaler även för grödorna.

En engelskspråkig bok, “Aquaponic Gardening: A Step-By-Step Guide to Raising Vegetables and Fish together”, av Sylvia Bernstein (2011), är ett lästips, eller manualer på Kattastrands Kattastrands Kretslopp hemsida eller kolla in infovideofilmen på www.ecoponics.se (under projekt, 11 min).

• **Kattastrands Kretsloppsodling**, Härnösand
Detta företag har bedrivit akvaponi i flera decennier i kommersiell skala och försöker sprida kunskapen vidare till intresserade. Ägaren Per-Erik (Pecka) Nygård är en frontfigur och känd inom kretsen. Vi har haft direkt kontakt med intresseföreningen. På företagets hemsida (www.rainbowfish.se/) finns en nedladdningsbar manual till hur man kan och bör gå tillväga steg för steg från mycket liten upplärningsskala (akvariestorlek) till större kommersiell produktion, samt ekonomisk kalkyl. I manualen har man samlat sina erfarenheter förvärvat efter 18 års utvecklingsarbete. 1996 gjordes de första kretsloppsförsöken med regnbåge och tomat i vardera litet växthus med bra utfall. EU-stöd hösten 1997 gav möjlighet att bygga ett nytt, större växthus.

Företagarna har även medverkat i EU-projekt 2002-2006 med tillväxtförsök av vildfångad abborre (se hemsidan, rapporter Gönczi, Fiskerådet i Norrland). Resultat är att tillväxten under en säsong är bättre i landbaserad bassäng (130 gram till 400 gram, maj-dec) med jämn och högre (+22°C) temperatur än i naturlig tempererad bassäng. Ett jämnt lufttryck ger också 20 % bättre tillväxt. Främst påverkar 5-10 mm. Hg tryckförändringar abborrens matlust negativt. Fodret har stor betydelse för aptit och eget foder har utvecklats. Fettansamlingar i organ kan dock vara ett problem. Egna kläckningar av abborre har även bedrivits (50 gram efter 6 månader) i tillägg till inköp av yngel från Firma Östgös (5 gram, samma tidpunkt).

Kretsloppsverksamheten är igång 2014 med kretslopp av regnbågslax och tilapia och grödorna tomat, gurka, Pak Choy, vindruva samt andmat. Grödorna växer främst i grusbädd men flytande system har också testats. Regnbåge renas av växterna i både

det stora och lilla växthuset, och till tilapia har man kopplat andmat i stora separat som test med goda resultat. Dock planerar man för avveckling inom något år då Pekka nu är 75 år. Idag finns det dock en intresseförening: kretsloppan.se (kontaktperson Stefan Goës), som har som mål att bygga en större anläggning och förvalta, vidareutveckla och sprida Pekkas kunskap. Intresseföreningen har även en facebookgrupp (se Kretsloppsodling). Härnösands kommun är involverad i projektet och intresseföreningen hoppas att denna större anläggning kommer att realiseras med bl a EU-medel. Man kan som privatperson satsa medel i projektet.

Nedan en kortfattad återberättelse baserad på information från hemsidan samt från företagarna som också förmedlat foton (figur 22). Företagarna rekommenderar att man i Sverige bör hålla sig till regnbågslax under sommarsäsongen och röding under vintersäsongen (Norra Sverige). De själva odlar i fiskbassänger som är 2 x 2 x 1 meter med ett vattendjup om ca 50 cm (2 $m^3$). Enligt den etiska normen för regnbåge och röding bör man inte ha för mycket fisk i små bassänger. De har begränsat tätheten till max 50 kg/$m^3$ före utslaktning, vilket innebär att varje fiskbassäng kan hålla max 100 kg. Möjligheten att hålla täta bestånd är större om fiskbassängen är vid och grund. Av de fisksorter de har odlat har rödingen en bättre tillväxt med täta bestånd medan regnbågen verkar trivas i lägre tätheter. Växter som används är tomat, salladssorter eller kålväxter som Pak Choy.

*Figur 22. a) Schematisk skiss akvaponi från Kattastrands hemsida, b). Stora växthuset, c) lilla växthuset, d) regnbågesodling, e) tomatbädd i stora f) vindruvor, och andmat i lilla, g) tilapia i stora, h) andmat i stora renar tilapians vatten, i) utomhus bädd för kylning av vatten nattetid. Foton: Stefan Goës.*

Fördelar som lyfts fram av företagarna är:

- **att det går åt lite vatten** vilket innebär att man kan odla nästan var som helst. I jämförelse med vanlig fiskodling använder systemet väldigt lite vatten. Det räcker med en brunn med vatten som inte är klorerat - eller stadsvatten men då väl luftat. Systemet kan vara stort i industriell skala men passar också i klassrummet som illustration till naturens stora kretslopp. Man kan också ha systemet i köket i liten skala eller i samband med ett hobbyväxthus i trädgården.
- **att inga skadliga utsläpp i naturen** vare sig från fiskodling eller växtodling.
- Att fisken och växterna kan **växa under längre perioder** i en kontrollerad omgivning, vilket ger förutsättningar för en god ekonomi.
- **att det bedrivs i en skyddad miljö**, inomhusodling innebär skydd för sjukdomar och vädrets makter (höststormar, isproblem och vädrets makter)
- att odlingen är **giftfri** och att de flesta konsumenterna tycker att grönsaker som odlas på detta sätt smakar bättre än traditionellt odlade.
- att **komponenterna stöder varandra** - fisken försörjer växterna med näring och växterna renar vattnet för fisken.
- att för varje kg foder **växer fisken drygt 1 kg och samtidigt produceras ca 10 kg tomater eller gurka.**

**• KTH & Berga Naturbruksgymnasium**

Går det att kombinera fiskodling med grönsaksodling i slutna energieffektiva system med låg vattenförbrukning?

Kungliga Tekniska Högskolan, KTH, testar ett framtidsscenario och har därför byggt ett växthus på Berga naturbruksgymnasium i Västerhaninge (figur 23). Projektet på naturbruksgymnasiet har döpts till Växthuset och invigdes 1 juni 2013. Syftet med projektet är att ta fram siffror på el, energi-och vattenförbrukning för verksamheten, samt hur stor skörd av olika grödor och fisk som kan fås. Energi- och vattenförbrukningen ska minimeras, och skörden maximeras. En viktig fördel med systemet är också att man inte tillför konstgödsel till växterna, som ofta transporterats lång sträcka. En mindre vattenförbrukning, även lägre än för RAS förväntas då den enda vattenförlusten är viss avdunstning och det som tas upp av växterna. Akvaponiska system förbrukar endast 10 % vatten av förbrukning i ekologisk odling i jord. Andra praktiska erfarenheter som påverkar verksamheten samlas också in, såsom användning av regnvatten. Under första året odlades tomater och 200 st tilapia (startvikt 3-4 gram) i ett kretslopp från maj till november. Fiskarna går i ett kar om 4 $m^3$. Växthuset är på 80 $m^2$ och innefattar 4 st odlingsbäddar av grusbäddstypen vardera 20 $m^2$. Under våren 2014 har även tomater odlas med LED-ljus där värmeutsöndring från lampan används för uppvärmning. Under 2014 satsas även på odling av banan, kaffe och kakao för att visa att även sådana arter kan odlas mer lokalt.

*Figur 23. Växthuset, Berga naturbruksgymnasium, a) 80 m² stort kupolformat växthus, b) fiskkaret till höger, c) inne i växthuset frodas det.*

Förutom produktionen av 6-7 kg fisk och 100 kg tomater är erfarenheter från detta första år främst praktiska: för små fiskar användes vid start vilket innebar att för få växter kunde hållas men under senare delen, efter att de övervintrande fiskarna växt sig större (100 st .största, 35-50 gram), får man snarare utöka växtbäddarna. Rekommendationer om mängd och storlek av fisk i förhållande till växter ska ges under projektets gång. I tillägg till inköpt ciklidfoder har eget lokalproducerat foder med stor andel vegetabilisk protein (ca 2/3 skalrester från vetegroddar, ärtor samt 1/3 musselmjöl) delvis använts. Foderproduktionen har bedrivits i hemmiljö och försenades genom svårighet att få tillgång till musselmjöl. Musselmjölet höjde pH för mycket, och önskan om flytande foder finns för att optimera utfodring. Det har även varit för varmt (45°C) t.o.m. för tomaterna. Energi-förbrukning baseras nu på uttag från egen pelletsförbränning eftersom den planerade biogasanläggningen i ladugård försenats. Bananplantorna växer fort och kan inom ett år ge skörd (förhoppningsvis 25-100 kg bananstock), och förökar sig genom utlöpare för återväxt. Man har även testat att hålla jätteräkor men dessa var kannibalistiska. Tilapia kläcks av doktorand Björn Oliviusson i i egen regi, vilket han har mångårig erfarenhet av. Björns källarodling om 120 akvarier karaktäriseras av att vara naturlig (ekologiskt tänk) då de ca 2000 st. tilapiayngeln som tas fram per år består av en naturlig mix av hanar och honor. I storskalig verksamhet odlas vanligtvis endast hanar (använder en yy-supermale vid befruktning, som tagits fram med hormonbehandling) eftersom dessa har en större tillväxt, då honor avstannar i växten vid könsmognad vid 3-6 månaders ålder. En könsmogen hona observeras genom att ha mindre storlek och genom att vara gravid med ägg i munnen: 50-60 st. de första gångerna till 2000 st. befruktade ägg vid större storlek vilket kan upprepas 6-8 gånger per år. Efter någon månad kan man därför se skillnad i storlek, och ta bort dessa mindre om man inte behöver honor.

Projektet finansieras av Haninge kommun, Jordbruksverket och Länsstyrelsen. För mer information, kontakta Eva-Lotta Thunqvist eller doktorand (även vattenstrateg på Haninge kommun) Björn Oliviusson.

**• Scandinavian Aquasystems, Kristianstad**

Johan Ljungqvist och Mikael Olenmark presenterade sin verksamhet på Nationella vattenbrukskonferensen i Simrishamn 2014. Via facebook har man kunnat följa deras enträgna arbete med att riva och renovera, och utrusta en gammal lada i Skättilljunga, Kristianstad för fiskodling (fb-grupp med företagsnamnet).

En kombinerad fisk- och växtodling har byggts för att skapa ett ekologiskt kretslopp på den egna fastigheten (figur 24). Bassänger har satts upp i ett gammalt kostall utanför Kristianstad, renoveringen av företagarna själva har skett under hösten 2013

och vintern-våren-sommaren 2014. Gården som såldes av en äldre dam hade inte varit i bruk på 20-30 år. Först skulle 420 kvadratmeter tak läggas om. Och ladugårdarna var fyllda med gammal isolering, plankor, skrot i allmänhet, hö i synnerhet och gamla lantbruksmaskiner. Allt fick fraktas bort eller säljas av innan de kunde lägga fokus på att bygga upp anläggningen. I början av augusti berättar företagarna att nu är renoveringsarbetet tillräckligt klart, karen vattenfyllda, alla tillstånd klara och fiskynglen av varmvattenarten tilapia har anlänt för karantän en period före fortsatt tillväxt.

*Figur 24. Scandinavian aquasystems. Renoveringsarbetet av anläggningen har pågått nästan ett år men nu i augusti 2014 är a) yngelhallen klar och tilapia har anlänt och b) tillväxthallen klar inom kort. Foto: Mikael Olenmark.*

Vattnet från fiskbassängerna, som efter ett tag får höga halter av näringsämnen, kommer att omhändertas i två steg dels genom ett växthus där det ska odlas krukväxter, kryddor och sallader, dels genom gödsling av frilandsodling. Före växthuset är klart ska det näringsrika vattnet från tilapian ge näring till grödor direkt på åkern och på så sätt skapa en näringsbalans på fastigheten. I stallet kommer de att ha 120 $m^3$ vatten i 16 bassänger, där tilapian får växa sig redo för marknaden, vilket är ca 800 gram, under 4-6 månader. Företagarna kommer att starta med en täthet om 80 $kg/m^3$. Målet är att få fram 12-15 ton i första omgången. Yngel på mellan 0,02-0,03 gram (3-5 mm långa, www.til-aqua.com) ska först simma i mindre baljor om ca 5-10 $m^3$ i en till två månader. Vattnet håller 27°C och värme-energin fås från luft-vattenpumpar och från dopplervärmare för lilla systemet. Företagarna har själva designat, programmerat och/eller installerat ingående teknikdelar såsom värmepumpar, återvinning av luft, kontrollsystem och RAS med mål om 5-10 % utbyte av vatten.

Ambitionen är även att testa med svensk flodkräfta. Det här är en framtida affärsmöjlighet för lantbrukare och kan skapa fler arbetstillfällen på landsbygden. Företagarna påpekar att det finns många ko- och svinstall som står tomma. Intresset för fiskodling på landsbygden är stort från myndighetshåll och Region Skånes miljövårdsfond, Innovationskontor Syd, Entreprenörsrådet och Landsbygdsutvecklingsprogrammet har på olika sätt bidragit till projektet.

**• Virgin Islands universitet, Kanada**

På detta universitet bedrivs forskning och undervisning av akvaponi. Det anordnas fyra 3-dagars workshop per år där man blandar teoretiska inslag med praktiska för att lära om hela kretsloppet inklusive ekonomin. Man har tillgång till en akvaponi-

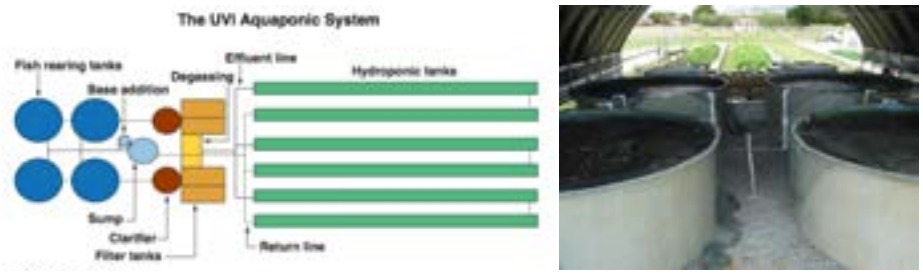
anläggning i kommersiell skala (figur 25): årligen skördas 5 ton tilapia (6-veckorsintervall) och varje vecka skördas sallad. Anläggningen håller 110 $m^3$ vatten på en landyta om 0,05 ha. Rapporter och vetenskapliga artiklar finns att tillgå (t.ex. Rakocy et al. 2006). I korthet är anläggningen uppbyggt med nedan enheter:

**Fiskkar**- 4 st kar med niltilapia eller redtilapia, karens diameter är 3 m, höjd 1,2 m; ca 7.8 $m^3$ vatten per kar.

**Klarningskar** – med lutande kon för virvelbildning och sedimentation.

**Filter och avgasare –** biologiskt filter av nätduk, samt avgasare med rör.

**Hydroponisk växtbädd** – 30 m x 1.2 m, totalt 214 $m^2$ yta, 11 $m^3$ vatten. Växterna odlas på små flottar med rötterna direkt i vattnet, som tar upp näring från fisken.




*Figur 25. Virgin Islands Universitet akvaponisystem a) Schematisk skiss (Rakocy et al. 2006). b) foto från anläggningen från Rakocy et al (2013).*

Sammanfattningsvis skördas 160 kg fisk per $m^3$ vatten och år. Före slakt av fisken går den reningssystem i 4-5 dagar. 77 st. niltilapior eller 154 redtilapior hålls hålls per $m^3$ (6 veckorscykel slakt, egen kläckning av yngel). Varje år skördas ca 35000 salladshuvuden, samt även 5 ton basilika och 3 ton okra. 1,5 % nytt vatten tillsätts per dag. Utfodring per dag ligger på 60-100 gram foder per $m^2$ växter vilket ger en bra balans med näring (inte över eller underskott).

### 5.1.3 Delvis slutet system (PRAS)

PRAS är en förkortning för partiellt d.v.s. delvis slutet recirkulerande vattenbrukssystem. Recirkulering d.v.s. återanvändningen av vatten uppnår inte 90 %, alltså tillsätts mer än 10 % nytt vatten per dygn dock byts vanligen mellan 50-75 % av vattnet ut per dygn. Reningen är ofta i enlighet med eller något mindre utbyggd än för RAS, som enligt definitionen har ett dagligt vattenutbyte < 10 % är totalvolymen.

• **Danmark Teknologiska Universitet** (DTU) **aqua**, Hirtshals

Olika RAS/PRAS-system används för forskning och utvärdering om de olika reningsstegen. Dels finns det ett inomhus sötvatten-RAS för t.ex. tunga och regnbåge (figur 26) dels ett utomhus storskaligt saltvatten-PRAS med stor fiskbassäng,

trumfilter, avgasningsdel (strilning), fast biofilter med RK-bioelement samt sedimenteringsbassäng (figur 27).

*Figur 26. DTU aqua, foton vid studiebesök 2013, sötvatten-RAS. a) Övertäckt avgasningsdel för effektiv koldioxidutgasning, b)mindre trumfilter, c) foderförsök med tillväxt av tunga, d) odlad tunga, e) foderförsök regnbåge. Foto: Anette Ungfors.*

*Figur 27. DTU aqua foton vid studiebesök oktober 2013, saltvattenPRAS. a) fiskkar av betong, b) trappa upp mot reningsdelen, c) avgasning, d) närbild tricklingsfilter utan strilning, e) trumfilter, f) sedimenteringsbassäng. Foto: Anette Ungfors.*

• **Lerkenfeldt Model Dammbruk**, Farsø

Moderniserad utomhusanläggning som omvandlats från genomströmmande damm-bruk till (P)RAS-anläggning med recirkuleringsteknik (figur 28). Vatten tas från borrad brunn som leds till anläggningen som består av 8 st. enheter som var och en består av: 1 fiskbassäng, mekaniskt trumfilter samt 2 bassänger fyllda med biofiltrerande RK-material. I tillägg finns även sedimenteringsdamm samt en stor areal av våtmarker (de gamla dammarna) som fungerar som extra näringsuppsamlare.

*Figur 28. Lerkenfeldt öringfarm oktober 2013. a) översikt anläggningen, b) matning av fisk m.h.a luftström, c) biofilter, d) komponenter i biofilter synliga, e) trumfilter, f) sedimenteringsdamm, g) våtmarker bestående av gamla dammarna, h) avdunstning slam, i) syremagasin. Foto: Anette Ungfors.*

5.1.4 Genomflödessystem (FTS)

I denna kategori ingår fiskodlingar som bedrivs i genomströmmande vatten (Flow through system, FTS), där vattnet används en gång. Fisken kan hållas i uppdämda dammar i ett naturligt vattensystem (Hoven Mølle Dambrug) där å-vatten passerar fisken, eller så leds vatten via en biflod från huvudfåran till dammen eller så ligger dammarna i huvudfåran. Ett genomflödessystem kan också vara uppbyggt genom att man leder in vatten från ett vattendrag eller sjö till en fysisk anläggning på land eller kar på land, där man håller fisken. Detta sätt är numera mer vanligt t.ex. för sättfisk (EM-lax AB, Kälarne forskningsstation). Reningen är inte speciellt utvecklad men förekommande såsom olika sedimenteringsfällor eller mekaniska filter på in/utgående vatten. Näringsläckage från utfodring läcker således i liten mängd men kontinuerligt.

**• EM-Lax AB**

EM-lax är en sättfiskproducent som levererar yngel till odlingar i hela Sverige. Information om företaget och specifikt anläggningen i Fengersfors, Dalsland har fåtts via studiebesök med genomgång av ägare Olav Rydholm i augusti 2014.

EM-Lax AB grundades 1984 av Olav Rydholm, och till en början satsade man på kassodling av regnbåge i Västervikstrakten. En mindre odling om 20 ton finns fortfarande kvar, där rester från egna sättfiskar placeras. Idag 30 år senare är företaget en av de ledande producenterna av ögonpunktad rom och regnbågsyngel i Sverige med produktion på tre olika platser i södra Sverige (Fengersfors,

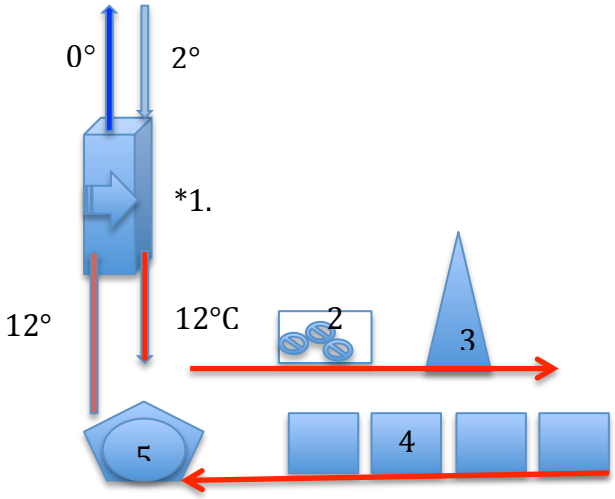
Klavreström, Virserum). EM-Lax är ett familjeföretag med omkring 12 anställda som använder teknik inom danskt (Olav har danska rötter) och svenskt vattenbruk med en produktion av flera fiskarter, med majoriteten av regnbåge (*Oncorhyncus mykiss*), men även röding (*Salvelinus alpinus*), lax (*Salmo salar*) och öring (*Salmo trutta*). Den större delen av bolagets produktion av yngel går vidare till matfiskproduktion. Men bolaget säljer även sina produkter för utplantering i hotade vattendrag till sportfiskeentusiaster eller som kompensation för vattenkraftverk. Gullspångslax till Vänern och Vättern kommer från EM-lax.

Anläggningen i Fengersfors

EM-lax köper ögonpunktad rom från Fortum, vilka kommer i fuktiga lådor omkring nyår. Dessa går i tråg i långa rännor med genomströmmande 10-12°C vatten tills de kläcks med sin stora gulesäck i januari/februari, och beroende på temperatur är gulesäcken med dess näring kvar i 14-20 dagar. Det är viktigt att börja mata fisken när den fortfarande har en del av gulesäcken kvar. Regnbågen visar tecken på när den vill börja äta genom att simma uppåt i tråget. Detta gör inte lax, öring och röding varför man måste vara extra uppmärksam. När gulesäcken börjar tryta sätter man ner tråget i 4 $m^2$-tankar i varmvattenhallen, och börjar mata med foder i mjölkornstorlek om 0,5 mm, som flyter på ytan och sjunker sakta. I Fengersfors har man sättfisken max 6 månader (3-5 grams inomhus, sedan tillväxt i kasse i sjö till 10 gram) och under denna tid storleksorterar man 3 gånger (delar upp till 2-3 storlekar per omgång). Gullspångslax hålls dock upp till 2 år. Olika arter odlas: regnbåge (2 miljoner i Fengersfors, 6 miljoner per år hela EM-lax), röding (total 300 000, 20 gram), Gullspångslax (totalt 35000, 130 gram, inomhus, svampkänslig), öring, Silenöring.

Anläggningen består av två huvudhallar som försörjs med separata vattensystem: lilla hallen med uppvärmt vatten 10-12°C och stora som använder naturlig sjötemperatur. Vatten tas in till båda från en sjö 25 meter ovan anläggningen (2 bars övertryck) så vatten fås in med självtryck. Uppvärmning av vattnet i lilla hallen (figur 29-30) sker under januari till maj då man har verksamhet här. Det kalla 2-gradiga invattnet möter det utgående varma 12°C i värmeväxlaren och det går därefter ut som 0-gradigt efter att värmeenergi utvunnits. Energin tas upp effektivt genom tre värmeväxlare och en värmepump. Det uppvärmda vattnet (1,2 $m^3$/min) används i 12 st. 4 $m^2$ kar, 3 st. 13 $m^2$ kar samt trågen med omkring 65 $m^3$ vatten, vilket ger en uppehållstid på en timme i karen. Innan det uppvärmda vattnet når fisken luftas det på kväve i en avluftare med biobollar samt syresätts rikligt varför man inte har så snabbt utbyte på vattnet. Vattnet pumpas tillbaka till värmeväxlare efter att det renats på partikulärt material m.h.a. ett mindre trumfilter (60 µm).

Stora hallen innehar 4 st. stora runda kar om 80 $m^3$ styck och ca 15 st. kar om 5 $m^3$ d.v.s. ca 400 $m^3$. Utgående vatten renas via ett trumfilter (60 µm) där reningsvattnet från trumman går till en slamseparator för kontinuerlig slamavskiljning, som sugs bort och rötas till jordförbättring (figur 30). Planer finns på RAS för 2015.




*Figur 29. Skiss över systemet i lilla hallen. *1. 3 st Värmeväxlare & 1 värmepump i värmesystemet, 2. Avluftare, 3. Syrekon, 4. Fiskkar (fler finns), 5. Trumfilter. Ingående vatten 2°C, utgående 0°C, vatten 10-12°C till fisken. Endast pump från trumfilter tillbaka till första värmeväxlare. Förenklad skiss över lilla hallen: Anette Ungfors.*

*Figur 30. Foton från EM-lax Fengersfors. A) rännor, b) tråg, c) översikt lilla värmda hallen, d) UW-foto röding, e) röding i kar, f) foderautomat med pinne, g) värmeväxlare, h) trumfilter ut lilla, i)*

*storlekssortering, j) översikt stora hallen, k) trumfilter utgående, l) slamseparator. Foto: Anette Ungfors.*

Verksamheten är av ungefär samma teknik på alla ställena, dock med nyligen genomförd renovering under 2013 i Klavreström som har den modernaste tekniken och mest effektiva produktionen. Här har men t.ex. en virvelseparator på utgående vatten där slammet centreras i mitten, och tas regelbundet bort till slambassäng. Rötning av slammet sker.

**• Kälarne forskningsstation**

Informationen om Kälarne kommer ifrån hemsidan (www.vbc.nu/Om-stationen.aspx) samt direktkontakt med VattenbruksCentrum Norr (Daniel Wikberg).

Anläggningen är landbaserad och vattenförsörjning sker genomströmmande från en stor sjö. Trumfilter finns på inkommande vatten och delar av utgående. I tillägg till utrustningen inomhus finns även 12 st. avlånga dammar utomhus (600 $m^2$/st.) (figur 30). Dammarna används i huvudsak till att hålla vilda odlade stammar av öring. Vattnet tas in till hallarna med en lång intagstub från både 6 och 20 m djup för att öka tillgången på kallt vatten sommartid, men dammarna försörjs med åvatten.

Kälarne, är en forskningsstation som funnits sedan 1909 i Jämtlands län, och ligger lokaliserad mellan Östersund och Sundsvall. Under många år var den i Fiskeriverkets ägo (1948-2009) och då bedrevs huvudsakligen odling och forskning på lax och öring i förvaltningssyfte (stödutsättning). VattenbruksCentrum Norr bildades 2009 och har sedan dess stått för verksamheten på Kälarne. VattenbruksCentrum Norr ägs av rödingsodlare Fiskodlare i Norr ek.för. (FiN), lokala myndigheter samt SLU Holding. Anläggningen har kapacitet (och tillstånd) för 30 ton och 5 miljoner ”eyed eggs”.

Anläggningen består av två stora hallar, samt en personalbyggnad med kläckeri i källaren (figur 31). Här finns även övernattningsmöjlighet för 10-20 personer. I X-hallen finns 200 st. 1$m^3$ stora och från varandra avskilda kar, där fiskarna kan hållas avskilda från varandra och följas på familjenivå. Denna del av anläggningen är unik i Sverige. I A-hallen finns 22 st. betongbassänger med möjlighet att hålla 700 kg biomassa per st. Dessutom finns 42 st. tråg om 4 $m^2$. I A-hallen finns även det stora kläckeriet. Anläggningens årliga produktion (BM) är ca 25 ton, varav bolaget säljer ca 10 ton (ca 300-900 gram/st.) för utsättning och ca 5 ton som små (ca 20-30 gram/st.) sättfiskar till matfiskodlare. Årlig produktion av ögonpunktad (ÖP)-rom är ca 1,5milj st. För romproduktion finns 200 cirkelrunda och 256 fyrkantiga backar som direkt kan användas för produktion. Anläggningen kan idag producera ca 5 miljoner st. ÖP-rom, om efterfrågan finns.

Ett avelsprogram för röding (Arctic Superior) pågår, samt foder och stressrelaterad forskning. Arctic Superior är framavlad med ursprung i Hornavanröding och påbörjades i mitten av åttiotalet. Den avlade rödingen växer jämnare, 4 ggr snabbare, blir senare könsmogen och håller en jämn kvalitet. I princip alla odlad röding som blir matfisk är Arctic Superior. Efter några års uppehåll bedrivs återigen avelsarbete på regnbåge. Dessutom halls Oxsjööring, Gimå/Stavreöring, Grundsjöröding och Torröröding av bevarandeskäl och används för kompensationsutsättning och som sportfisk.

*Figur 31. Kälarne forskningsstation. a) förlängning av intagstub från sjö år 2010, b) stora hallen och dammar i förgrunden, c) stora hallen med betongkar, d) lilla hallen med 1m3-plastkar. Foto från Daniel Wikberg.*

• **Hoven Mølle Dambrug**, Tarm, Danmark
Denna anläggning passerades i Danmark på genomresa maj 2014, och vi tog tillfället i akt att kika lite. Kontakt med ägarna togs efteråt och vi har fått lite mer information om verksamheten.

Anläggningen är en traditionell damm-odling för regnbåge (figur 32), som var vanligare tidigare i Danmark men som nu ersätts mer odlingar med mer reningsteknik (www.hoven-dambrug.dk/). Företaget har bedrivit regnbågsodling sedan 1950. Produktionen är 400 ton per år. Vatten tas in från floden till 5 enheter med dammar, varje enhet 60 m lång och 16 m bred, och håller 60 ton fisk. Vattnet flödar genom systemet med hastighet om 70 liter vatten per sekund. I dammarna finns slamkoner där sedimentering sker för slamborttagning. Även mekaniskt filter på utgående samt att vattnet passerar en lagun (annan damm) för näringsupptag innan det släpps tillbaka i floden.

*Figur 32. Regnbågsodling Hoven Mølle Dambrug, Danmark. a) syrekoner, b) utfodringsstationer, c) luftningsanordning "paddle wheel". Foto: Anette Ungfors.*

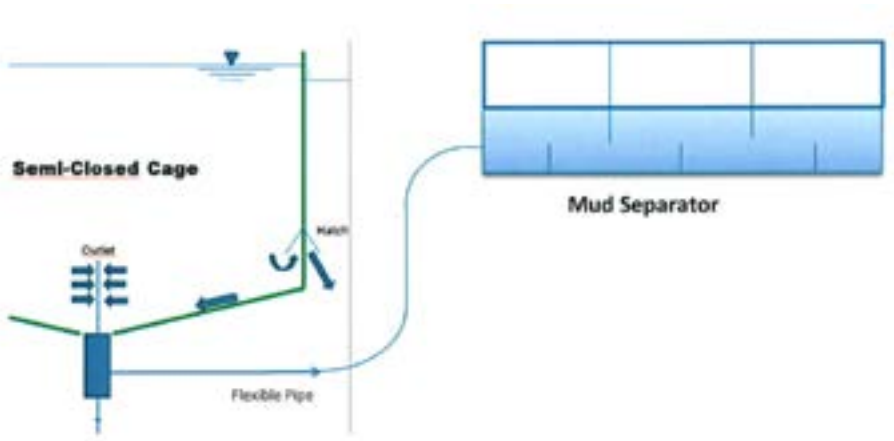
## 5.2 HAVSBASERADE SYSTEM

### 5.2.1 Slutet eller Semislutet system

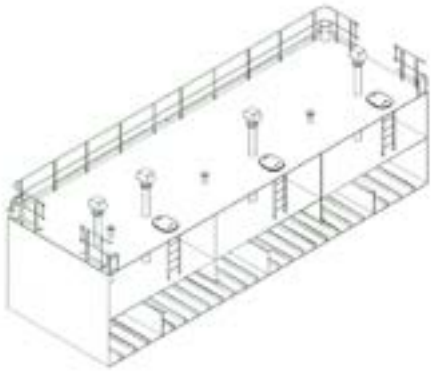
Utveckling av teknik och utrustning inom detta område pågår, och det har skett mycket de senaste 5 åren. Främst kan systemen indelas i två olika typer som beror på vilket material de består av: 1) stängda men mer rörliga ”påsar” eller 2) stängda hårda styva material såsom plast, stål eller betong. Fisken är helt innesluten och vatten pumpas kontrollerat in, ofta från större djup än där anläggningen befinner sig, varefter vattnet förs ut igen till havet efter näringsreducering via sedimenteringsmetoder. System är alltså slutet i bemärkelsen för fisken (rymningsrisk klart reducerad) men vattnet är av genomströmningsprincip dock med reningsmöjlighet.

Vi presenterar ingående ett norskt system av typen 2) hård (Neptun) utvecklad av AquaFarm Equipment men även några andra mindre prototyper i kategorin.

**• Neptun, Norge**
Neptun är förenklat en plastbalja för fiskodling i fullskala med en säkrare fiskhantering då konstruktionen reducerar/nollställer rymningar. Dessutom minskar miljöpåverkan i form av näringsutsläpp då en stor del av slammet i partikulär form kan tas omhand (figur 33). Neptun är en första prototyp av ett semislutet havsbaserat odlingssystem som är designad och producerad av företaget Aquafarm Equipment AS, Haugesund. Den totala kostnaden för utvecklingsarbetet med prototypen, produktion av baljan och dess drift i deras regi är summerad till 40 miljoner NOK varav 17 miljoner har erhållits i innovationsstöd. Marine Harvest är den andra stora partnern i det projekt som nu utvärderar matfiskodling av Atlant lax i denna anläggning. Marine Harvest har investerat i fisken samt genomförande av vetenskaplig utvärdering av tillväxt och välfärd samt effekter på omgivande miljö, till en kostnad av omkring 25 miljoner NOK. Neptun sjösattes i juli 2013.




a)



b)

*Figur 33. Neptun. a) Skiss över in/utgående vatten samt slamseparator, b) detaljerad skiss slamseparator (12 m lång, 3 m djup). Skisser från AquaFarm Equipment AS.*

Neptun är producerad i GRP (Glass Reinforced Plastic, glasfiberplast), har en vikt på 170 ton, och med en omkrets på 128 m, 40 meter i diameter och ett djup på 20 meter rymmer baljan 21000 $m^3$ vatten (figur 33). Konstruktionen benämns vara ett semislutet system och det pumpas in 400 $m^3$ (4 pumpar a 100 $m^3$) nytt vatten i minuten vilket betyder att allt vatten byts ut på en knapp timme. Eftersom konstruktionen är solid och har kontrollerbara utflöden kan foderrester och annat slam såsom fekalier samlas upp till ca 80 % (ev. något lägre eftersom slammet idag inte torkas tillräckligt). Genom ett utlopp beläget centralt och lägst på botten av baljan leds 5-6 % av utflödet till en slamavskiljare. Utgående vatten trycks ut m.h.a. 3 cm övertryck (50 ton) inne i baljan jämfört med havsytan. Läget på detta utflöde ihop med formen på botten av Neptun gör att det mesta av avfallet, fekalier och eventuella oätna pellets, leds ut genom detta avlopp som går till slamavskiljaren. Resterande vatten leds ut genom reglerbara luckor fördelade jämt runt ”baljan” längst ned på den raka delen av ”baljan” samt genom hål i en kort ”stand-pipe” kopplad till bottenventilen (figur 33). Vattenflödet till slamavskiljaren/sedimentseparatorn (12 m lång, 3 m djup och placerad som en del av landbryggan) är passivt och sker genom en flexibel slang med ett flöde på ca 0.5 m/sek. Inne i separatorn sjunker vattenflödet till 1/8 av ingångsflödet och avfallet sedimenterar till den undre delen av separatorn.

Invatten pumpas in i ”baljan” med hjälp av 4 pumpar som maximalt pumpar 100 $m^3$/min (figur 34). Invattnet pumpas upp från 26-30 m djup, och oxygeneras med hjälp av en liten syrepump kopplad till varje huvudpump, när det behövs. Ingående vatten håller ca 92-94 % syre och havsvattnet inne i baljan ca 80-84 %. Syrehalten mäts kontinuerligt med hjälp av 2 sensorer på motsatta sidor och olika höjd i ”baljan”, larm om $O_2$-halterna går under 76 %. I övrigt tas dagligen vattenprov från ca 1 m djup i ”baljan” för mätning av pH, $O_2$, salinitet och temperatur samt en gång i veckan för analys av ammonium och $CO_2$. Vidare provtas 20-60 fiskar en gång i veckan för analys av lax-lus- och AGP (Ameoboid gill disease) samt förekomst av andra patogener.

Neptun rengörs på insidan av de lodräta väggarna var 14:e dag med hjälp av högtryck och roterande skivor. Efter slakt rengörs hela baljan och desinficeras med klor, detta arbete tar ca 1 vecka, varefter ny fisk kan sättas ut direkt.

Den solida konstruktionen innebär också att fisken är helt innesluten och rymningsrisken minskad. Ingående vatten pumpas igenom ”nätpåsar” för att förhindra

att fisk sugs bakvägen ut till omgivningen vid eventuellt pumpstopp. In-vattnet pumpas från ett djup som ligger under den vattenvolym som normalt innehåller laxlus för att minimera infektion av laxlus. Laxlus, som är en copepod, befinner sig huvudsakligen i ytvattnet. Traditionella kassodlingar har en stor kostnad om ca 2.5 miljoner per år för avlusning per kasse. Under det praktiska arbetet med avlusning är också risken stor för rymningar. Rymningar leder till produktionsförluster och ökade kostnader p.g.a. böter. I samband med orkanen den 5 dec 2013 sköljde vågor med ytvatten in i Neptun vilket medföljde observationer av laxlus i vattnet och infektion av laxar. I och med att vattnet i baljan byts ut snabbt så har laxlusen succesivt försvunnit ur systemet, utan behandling. Idag hittas lus endast på 0,25% av fisken. I mars 2014 sattes också 15000 sjuryggar i baljan (ca 5 cm stora, 15-16 öre/st.) som ”betar” lusen. Även AGP förekomsten ökade efter orkanen som resulterade i ytvatteninflöde men är nu tillbaka på bas nivå igen utan medicinsk behandling.

200 000 post-smolt (120-140 gram, medelvikt 118 gr) sattes ut i mitten av november 2013 (norsk lag har en max gräns på 200 000 individer per havsbaserad odlingsenhet). I början av maj 2014 är medelvikten ca 1 kg på de 200 000 laxarna d.v.s. 200 ton lax. Laxarna ska vara slaktklara före jul och beräknas då väga 4-5 kg/st. (1 000 ton). Tätheten ligger nu på 9 kg/m$^3$ och eftersom Norge har regel om maximal täthet på 25 kg/m$^3$ behöver man dock slakta i t.ex. två omgångar för att tunna ut och inte överskrida denna gräns. Foderkoefficienten, den mängd foder som behövs per kg lax, beräknas nu till 0,9. Tillväxten har varit gynnsam jämfört med traditionell kassodling troligen p.g.a. att varmare djupvatten har pumpats upp. Totala dödligheten av laxen från isättning till maj är 0,4 % (0,6 % om man inkluderar från provtagningslax). Sommartid kommer dock temperaturen att vara lägre än traditionella kassar och därmed kan en sämre tillväxt erhållas. Å andra hålls en jämn och stabil och optimal temperatur under året. Dagtid har laxen observerats vara jämnt spridd i baljan, vilket kan jämföras med en ofta mer aggregerad förekomst i traditionell kassodling. Neptun är försedd med 4 strålkastare som belyser ytan dygnet runt, för att minska risken för förtidig könsmognad. Detta leder till att fisken samlas i de övre vattenvolymerna (dras mot ljuset) under natten.

*Figur 34. Foto på Neptun, tagna under studiebesök 6-7 maj 2014. Guidade av Atle Presthaug och Arne Henry Nilsen, AquaFarm Eq.. A) översikt anläggningen, b-d) Neptun baljan med lax, e) kontroll av dödlighet, f) en av fyra pumpar, g) övervakningskamera i baljan, h) tvättmaskin, i) syrebehållare, j) syresättningssystem kopplat till sensor. Foto: Anette Ungfors.*

**Fakta om Neptun:**

- Baljan består av 33 delar som har bultats ihop. En bottenplatta och 16 + 16 remsor (nedersta + översta) som ligger förskjutna för ökad hållbarhet.
- Sedimentkammare, 840 $m^3$ deponi i ubåtsliknande mellanlagringsenhet.
- 200 kg $O_2$ används per dygn, AGA sköter byte av gasen.
- Extra syreslangar på botten som säkerhetssystem, aktiveras när under 76 %.
- 24 timmars jour/övervakning, 3 anställda jobbar i skift.
- Fullt energitäckande reservaggregat.
- 2/3 av vattnet går ut genom 16 st. luckor i nederdelen.
- 1/3 ut via centrala bottenutloppet, varav 5-6 % av invattnet leds ut genom sedimentkammaren där vattenhastighet avtar från 0.5 m/s till att bli 1/8 av detta.
- Grovfilter sitter längst ner i intaget på pumpkonstruktion. Salnesfilter.
- Ingående vatten går även igenom en påse som även täpper till om något problem uppstår så att vatten ut genom pumparna istället.
- Protek har gjort beräkningar för förtöjning, Neptun är fullförsäkrad anläggning och därmed är laxen.
- Fyra enkla ljuskällor ovan ytan ger konstant sken och fördröjer könsmognad.
- Skretting standardfoder används, skulle vilja ha något tyngre foder. Matning sker under dagsljus kl 8-19, inget vintertid i mörkret. Aquafor utfodringsutrustning.
- Var 14:e dag rengörs insidan m.h.a. två roterande skivor (90 cm) som för ner och upp längs insidan.
- Om 6 cm övertryck, risk för att baljan sjunker. Ytnivå hålls under bevakning. Och larm ska installeras som varslar jouren och stänger av (en) pump automatiskt. Baljan höjs direkt 40 cm när en pump avstannar.
- Efter produktion av 200 ton fisk och 100 ton slam (3 långtradare), slammet används till jordförbättrare, kan säljas. Ska börja med slamavskiljning, 30 % torrhet ska uppnås. Ett bältfilter ska installeras för att ytterligare avskilja partikulärt.
- Prototypen beräknad vara hållfast för 1,5 m höga vågor, nästa generation justerad till att vara hållfast för 2 m vågor.
- 2 stycken av den nya generationen Neptun är under tillverkning, tillstånd för att sätta dessa bredvid den nuvarande testanläggningen söks. Enheter om 3 anses som en lagom produktionsenhet.

**Ekonomi**

- Ca 65 miljoner är den totala kostnaden för första omgången inkl. lax och drift och utvecklingsarbete. 17 miljoner har beviljats i innovationsstöd (Innovasjon Norge).
- Neptun 2.0 (kommande version, förberett för nyproduktion av 500 st.) beräknas kosta 30 miljoner. 15 miljoner produktionskostnad av Neptun och 15 miljoner i teknik (4 miljoner för pumparna, rör med stor diameter kostsamt, ROV, syreanläggning).
- Hållbarhet/Avskrivning på 25 år, beräknad livstid är egentligen 30 år.
- Kan bli möjligt att leasa i 10 år, för att sedan köpa loss på 10 års avskrivning.
- Energikostnader för drift: 350 000 NOK/år, 88 öre/kg vid 400 tons årsproduktion.
- Beräkning om att produktionskostnad 1 kr billigare per kg jämfört med traditionell kassodling i havet. Dessutom prognostiserad att bli värd mer i marknadsvärde per kg (bättre pris möjligt).
- Merkostnad för traditionell avlusning motsvarar 2,5-3 miljoner per år per kasse. Avlusning 1 ggr per månad, innebär ökad rymningsrisk under denna hantering. De flesta rymningarna orsakas av mänskliga faktorn i samband med avlusningen.

**• Preline**

En mindre system av det horisontellt liggande rör-formade anläggningen (4,5 m diameter, figur 35) testades av det norska företaget Preline Fishfarming System under 2008-2010 med goda resultat i jämförelse med kontrollanläggning. Vatten tas in via vertikalt ställda rör m.h.a. strömsättare/propellrar. En större anläggning (2000 $m^3$) är nu under utprovning där tanken att post-smolt ska växa från 100 gr till 1 kg, med två batcher per år.

*Figur 35. Från hemsidan www.preline.no. a) skiss teknik, b) foto på prototypen.*

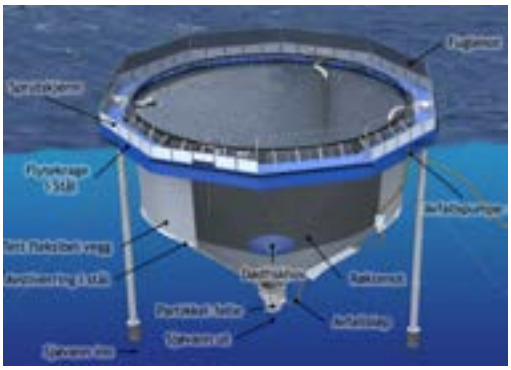
**• ClosedFishCage**

EU FP7 SME projekt under år 2009-2011 koordinerat av det norska företaget Plastsveis (numera ägt av AkvaGroup) och andra partners var bl.a. danska Sea Farms Systems och norska Teknologisk Institutt. Principen är att omge kassen med en flexibel tätvävd PVC-duk, vilket möjliggör uppsamling av foderspill och kontrollerat vattenflödet genom kassen. Små prototyper om 12 m diameter (volym 500 $m^3$, figur 36) har använts för utvärdering från hösten 2010 till sommaren 2011 på en moderat utsatt lokal (max våghöjd 1 m, strömhastighet 1 m/s). De få (50 st.) laxarna växte från smolt till 5 kg. Vatten pumpades in från 20-60 m djup, och inga problem med laxlus erhölls, till skillnad mot kassar i närheten som fick behandlas 2-3 gånger under samma period.

*Figur 36. ClosedFishCage hos Norsk Havbrukssenter, Toft. Foto från Teknologisk Institutt.*

**• Ecomerden**

Planen är att med fullskala av denna stålkonstruktion med en specialduk utvecklad från Ferrari, Frankrike (12000 $m^3$, 96 m omkrets, 27 m djup, figur 37) producera 600 ton 1-kg postsmolt två gånger per år. Produktion av första fullskaliga prototypen pågår. Som extra säkerhet kommer ett extra inre nät också att användas.



*Figur 37. Skiss från hemsidan http://www.ecomerden.no/*

**• AgriMarine, Kanada**

Ett kanadensiskt teknikföretag inom vattenbruk både inom RAS och sedan 2011 med semislutna system i havet. En liknande hård fast flytande anläggning som Neptun sjösattes i januari 2011. En film från installationen finns tillgänglig på deras hemsida (http://agrimarine.com/).

5.2.2 Integrerad multitrofisk akvakultur (IMTA)

Fiskodling ger i traditionella kassodlingar näringsutsläpp genom foderspill genom kassarna med strömmen i tillägg till utsöndrade produkter från fisken. Den traditionella fiskodlingen är en en-artsodling. Integrerad multitrofisk odling kännetecknas däremot av en odling av flera arter från olika trofinivåer (olika delar från näringskedjan). Primärproducenter såsom alger tillväxer på lösta näringsämnen med solljuset som energikälla, och efter skörd av dessa alger tas således näring upp ur systemet (Skjermo et al. 2014). Alger kan därför reducera utsöndrade ämnen från fisk i odling såsom kväve och fosfor. Blåmusslor filtrerar ut primärproducerande växtplankton-(och djurplankton) som tagit upp näringsämnen i olika former, eller tar upp organiska partiklar från foderspill i fiskodlingen direkt. Totalt vill algerna och

musslorna utnyttja resurser i havet som annars hade varit outnyttjade och på så sätt både rena havet samt medverka till ökad biomassaproduktion. Biomassa kan användas till mat, men också till fiskfoder, medicin och olika typer biobränsle. Fördelarna är att man får bättre användning av en lokal, ökad diversitet på produktionen med högre vinst med fler arbetstillfällen (Troell et al. 2009).

**• Bolaget Ocean Forest – Bellona och Leröy**

Bolaget Ocean Forest har bildats i samarbete mellan den norska miljöorganisationen Bellona samt Leröy, en ledande norsk laxproducent. Företagets mål är att etablera en hållbar produktion av biomassa och energi längs den norska kusten och samtidigt reducera klimatgasen $CO_2$ från atmosfären. Solveig van Nes är ledare på avdelningen Hav på Bellona, och kan kontaktas för vidare detaljer.

–"Vi må bruke det vi har for mye av til å produsere det vi trenger mer av", säger Bellonaledaren Frederic Hauge. Som inledning på samarbetet gav Bellona ut en genomgång av integrerade multitrofa vattenbrukssystem i rapportform (Bellona 2013, figur 38). I denna rapport lyfts inte minst algernas framtida roll, där positiv tillväxt av alger också fås i och med närheten till fiskodling med dess näringsläckage. Syftet med projektet är att i stor skala bygga upp en anläggning med flera arter som innebär både att vattenbruket blir mer miljömässigt bärkraftigt, men som i det stora också bidrar till en miljöförbättring.

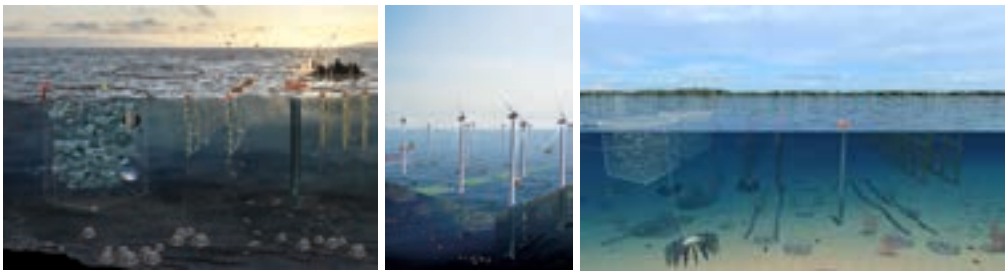
För vattenbruket:

a) Alger och musslor kan reducera eller kompensera för näringsläckage från fiskodlingen (och dessutom använda resurser som annars inte hade varit nyttjade.
b) Alger och musslor, samt ryggradslösa bottendjur har en ökad tillväxt integrerat till fiskodlingar och kan användas som en omega-3 rik ingrediens i foder till fisk och mat till människa.
c) Musslor som filtrerar vattnet kan ha en positiv effekt på laxlus.

För miljön:

a) Algerna kan användas som förnyelsebar energi såsom biogas eller bioetanol. Genom att använda biobränsle får man ett s.k. neutralt kolkretslopp – och man bidrar då inte till negativa klimatgaser.
b) Algerna renar luften för $CO_2$.
c) Alger utgör ett tryggt habitat för vilda arter, vilket kan verka positivt för vilda kommersiella populationerna, men också t.ex. läppefisk och sjurygg som betar på laxlus, och på så sätt också verkar positivt på närmiljön.

På Leröy´s hemsida kan man läsa "Företaget skall forska kring hur ekologiskt samspel mellan olika arter kan bidra till att minska och eliminera vattenbrukets belastning av miljön. Forskningsresultaten skall även bidra till att ta fram nya kommersiella lösningar för produktion av biomassa i stor skala. Tång, andra marina växter, blåmusslor m.m. kan odlas i anslutning till lax. Dessa är idag en värdefull källa till biomassa och bioenergi. Genom diversifierad marin odling i anslutning till laxodling kan avfallet från laxen i form av fekalier och rester av foder renas".



*Figur 38. Skisser flerartsodling (IMTA) med fisk/lax, blåmussla, alger och andra kräftdjur (botten).Illustration av Miljöstiftelsen Bellona – Ocean Forest.*

**• Musholm, Danmark**

Den danska miljöstyrelsen ålade år 2008 företaget (som är den största danska havsbaserade producenten) att minska kväveutsläppet med 10 % (10 ton N), vilket skulle reduceras på något sätt, t.ex. via förbättrat foder, reducerad foderanvändning eller kompenserande kväveackumulerande odling. Musholm driver numera en musselodling av Smart-farmsmodell som kompensationsodling för de kväveutsläpp som fiskodlingarna orsakar (figur 39) i närområdet kring sin fiskodling. De låter musslorna växa under ett år och skördar musslorna som då är relativt små. Dessa små musslor placerar de sedan ut på en musselbank där de får växa till konsumtionsstorlek. De har ett samarbete med en fiskare som har licens att fiska på musselbanken.

*Figur 39. Musholm AS, kompensationsodling (IMTA) med blåmusselodling. Foto: Anette Ungfors.*

5.2.3 Öppet system (kassodling)

Ett axplock av odlare i olika skalor av produktionsvolym presenteras: från den minsta och faktisk enda producenten på Västkusten, som gränsar till hobbyodling (Fjärholms lax), till småskalig kommersiell kassodling (Tiraholms fisk) i sjö eller kust (Tjärö lax), till storskalig svensk (Ålands fiskförädling Sverige AB) och danska produktion (Musholm AS).

**• Fjärholms lax, Björkö, Göteborgs skärgård**

Leif Bengtsson har bedrivit småskalig regnbågsodling sedan 1982, i 32 år vid Björkö, Göteborgs skärgård. 1982 gick han en vattenbrukskurs på Öckerö, 7-8 kvällar under hösten. Odlingen sköts på deltid, numera mest som hobby. Idag produceras ca 1,5-2 ton men företaget har tidigare producerat det tredubbla (5-6 ton) med lönsamhet. Leif jobbar skift på Volvo varannan vecka (långa 10-12 timmars dagar, men åker ändå ut till kassarna för manuell matning varje dag). Har haft automatiska utfodrare men gillar den manuella matningen mer och den funkar bättre. Tills för några år sedan bedrevs verksamheten tillsammans med pappan, som dock fick avveckla sina insatser vid 80 års ålder.

Leif har regnbågen under främst en säsong, i två fyrkantiga kassar om 4 x 4 m, ca 8 m djupa (figur 40). Företaget sätter ut två olika storleksklasser i april/maj, dels 1-kg regnbågar dels 300-400 grams. Dessa får växa till sig under säsongen och slaktas sedan under september-november. De stora väger då kring 4 kg och de små drygt ett kg. Leif får t.o.m. sluta mata regnbågarna eftersom handlare vill ha ca. 1 kg och inte för stora, annars kan de små bli upp till 1,6 kg under en säsong. Leif köper sättfisk via Antens laxodling, Alingsås (Thomas Fahlström). Antens laxodling har liten tankbil som kan transportera laxen från kläckeriet. Inköpspriset för 1-kg regnbåge är ca 42-45 kr samt en mindre transportkostnad oberoende av mängd.

De mindre regnbågarna säljs till lokala handlare, t.ex. Torslanda fisk eller på Björkö. De större kallröker de själva på ”Feskeboa på Björkö”. Leif köper Skretting pellets från Antens laxodling, ca 1,5-2 ton används per år.

Seaside (restaurang på Björkö) bedriver olika turist-turer (ribb-båt) varav man ibland stannar till vid odlingen för att gruppen ska få mata fiskarna och få historik från en tidigare verksamhet med rep-impregnering som skett på denna holme. Leif har även testat att övervintra regnbågarna på land i ett fåtal kar. Till dessa har han pumpat upp vatten som lägst 1°C från ca 22 meters djup. Detta har fungerat bra, vattnet har inte fryst, och företaget har inte upplevt någon dödlighet med koppling till övervintringen.

Leif byter kasse en gång under säsongen p.g.a. påväxt av blåmussla. Företaget har haft en större rymning för något år sedan, detta orsakat av hål i kassen.

*Figur 40. Småskalig regnbågsodling, Fjärholmen, Björkö juni 2014. a) lokalisering, b) de två kassarna, c) fyrkantiga ramar, d) matning av regnbåge, f) foder. Foto: Anette Ungfors.*

**• Tjärö lax, Blekinge.**

Ett småskaligt företag som bedriver regnbågsodling i havet i Östersjön, i Blekinge skärgård mellan Karlshamn och Ronneby. Företaget producerar 50 ton/året. Förutom ägaren Johan Håkansson så arbetar två man deltid (bland annat yrkesfiskaren Glenn Fridh). De har oftast 8-9 st. kassar i drift om 10x10 m alternativt 12x12 m, 5-8 m djupa (figur 41-42).

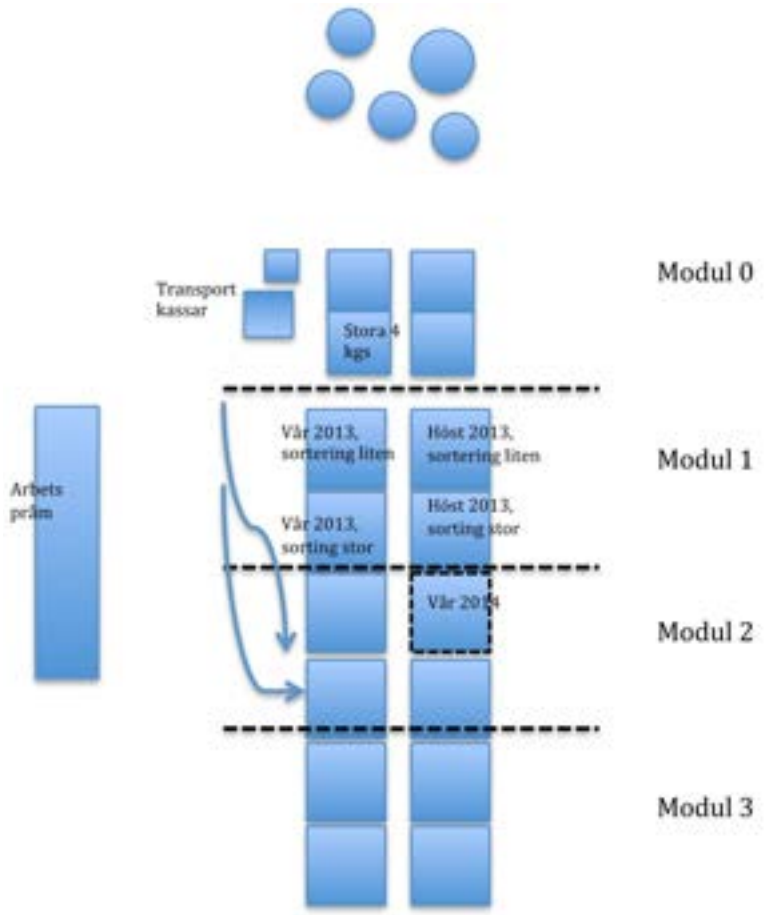
Produktionen går till så att man sätter ut 25 000 st. 30 grams yngel före midsommar samt 10 000 st. under hösten i september-oktober för att förlänga produktionen över året. Regnbågen sorteras vid två tillfällen före slakt (till två storlekar per omgång), och 1,5-2 år senare är den slaktklar kring 2 kg. Sättfisken köps av EM-lax AB i Klavreström (2 mil NO Växjö) och vaccineras på plats hos sättfiskodlare av Johan och kollegor före de sätts ut m.h.a. manuell vaccinering. Den årliga vaccinkostnaden ligger på ca 25000 kr (tabell 2). Yngel kostar 25 kr/kg upp till 10 grams (0,75 kr/st.) och sedan 3 kr/st. för > 10 gram. Andra kostnader såsom foder, kostnader för logistik vid försäljning, inköpa av arbetsbåt, och annan utrustning som kran eller förbrukningsmaterial som kolsyra samt löner har inte specificerats.

Tabell 2. Identifierade kostnader, årliga samt mer oregelbundna.

| Kostnadsslag | Specifikation | Kostnad |
|---|---|---|
| Sättfisk exkl. transport (årligen) | 25000 st, a´30 gram, 3 kr/st, 10000 a 10 gram 0,75/st. | 82500 SEK |
| Vaccin (årligen) | 0,70 kr/st (0,5 l vaccin till 5000 st, 3500 kr). | 25000 SEK |
| Kassar exkl. transport | Minst 20 000 kr/st från Indien | Då och då med några års mellanrum. |
| Ramarna | 3 moduler | 0,5 MSEK (värde) |

Regnbågen äter och växer som bäst vid 15-17°C, stödutmatning sker några ggr i veckan när temperaturen är 3-4°C under vintern. Vid 0°C som i januari äter den inget. Isbildning sker, is som ett lock är inget problem eller så används strömbildare. Någon gång när det sker isbildning underifrån som lyfter med kassarna och trycker upp fisken blir det värre. Men iskristaller är ovanligt så här långt in. Herrgårdslax i Ronneby skärgård (produktion 250-300 ton) flyttar in sin odling från mer exponerad till vinterförvaring längre in i skärgården.

Tjärö lax matar med hjälp av s.k. foderpinne, fisken simmar fram till denna för automatisk matning. Manuell stödutmatning ingår också i den dagliga kollen. Båt behövs för att ta sig ut till anläggningen. Slakt sker efter ca 2 år vid en vikt av 2 kg, Från slutet av april sker detta flera gånger i veckan fast man försöker slakta jämt året om. 1-2 pallar (400-800 kg) tas iland med lilla båten, annars körs arbetsprämen till land. De säljer färskfisk till storstäderna, lokala rökerier och är runt på julmarknader och säljer rökt samt strupskuren till grossister som Ålands fiskförädling och Fröglö MAT Fish. Priset per kg varierar från lågt om 30 kr/kg till 45 kr/kg. Företaget har planer på att bygga egen rensning-och filéteringsbod utrustad med kyl och frys inom 2 år i Åryd.




*Figur 41. Schematisk skiss over regnbågsodlingen Tjärö lax. Modul 0 består av 4 st. 10 x 10 m kassar, modul 1-3 av 12 x 12 m. Samtliga 7-8 m djupa. De två transportkassarna (sättfisk) är 5x5 m samt 7x7 m. 5 st. runda gamla kassar utan nät ska kasseras. Mobil arbetspråm, med utrustning för slakt (kolsyra), kar samt kran. Ca 4000-6000 st. regnbågar per kasse 12x12 m dvs 8-12 ton slaktfärdig regnbåge på 1152 m$^3$, ca 7-10 kg/m$^3$. Skiss: Anette Ungfors.*

I och med den varma sommaren 2014 med 25 °C i ytvattnet och 23°C på 7-8 m, så är dödligheten ovanligt stor. Kassarna saneras dagligen med håv från död fisk som flutit upp (ligger först på botten). Johan dyker också flera gånger (i veckan) och rensar. Om temperaturen blir över 21-22 °C (liksom denna säsong) får regnbågen en parasit, vilket gör att de hoppar mycket upp i luften för att försöka bli av med. På grund av värmen kunde man varken sortera vilket det var dags för, eller slakta (månadsskiftet juli/augusti 2014). Största djupet under odlingen är 12 m.

*Figur 42. Foto från Tjärö Lax, regnbågsodlingen augusti 2014. a) odlingen, b) arbetspråmen, c) utsikt från pråmen, d) kran, e) sorteringsmaskin, f) foder och fodertunna, g) tvättmaskin till kassar, h) håv döda regnbågar, i) tunnor för död fisk. Foto: Anette Ungfors.*

**• Tiraholm Fisk, Bolmen.**
Företaget bedriver idag regnbågsodling i sjön Bolmen, Halland, ca 20-25 ton per år men har tillstånd på 40 ton. Den odlade fisken, och även en lika stor del vildfångad gös, ål, abborre och gädda (eget fiske och uppköpt från lokala fiskare) säljs sedan tillagad i egen gårdsrestaurang eller förädlad till olika produkter i deras fiskhandel: t.ex. varmrökt regnbåge 1-1,5 kg (2-somrig), varmrökt eller kallrökt filé 3 kg (3-somrig). Företaget erbjuder även vinterförvaring av stora fiskeredskap. Tiraholm köper in 30-gram yngel, vilket fungerar bättre än när kom som 5-10 gram. Företaget fryser efter slakt in i plastade lådor som förvaras i -25°C, inte -18°C, för ökad hållbarhet före härskning. Man svälter fisken före slakt, för att den inte ska ta smak av fodret. I juli tar man inget från odlingen, då fisken har lite dyig smak då, troligen från algblomning. I restaurangen finns det sittplatser till 40 st. gäster efter renoveringen 1998, men företagets utveckling har skett gradvis sedan 1981 när man tog över efter föräldrarna (inkluderade jordbruk de första åren). Ca 10 heltidsanställda på årsbasis. År 2013 höll man öppet 120 dagar, 120 000 personer som gäster. Angående affärsplaner, de har ”inte haft några stela fördjupade sådana”, ”tiden mellan idé, handling och slutförande är väldigt kort”. Strategin är också att tjäna ihop pengar och sedan förbruka dom, inga stora lån.

På företagets hemsida kan man läsa följande “En bit utanför vår brygga ligger odlingen av regnbågslax (figur 43). Laxsmolten kommer till Tiraholm vid cirka tre månaders ålder i månadsskiftet juni-juli och väger då omkring 15 gram. Fisken delas på tre kassar och den första tiden innebär en intensiv period av handutfodring. Vi åker ut till småttingarna flera gånger per dag och matar dem. När de har acklimatiserat sig får de sin mat via en finurlig automat. Från automaten hänger en pinne, när fisken simmar mot den faller lite foder ner, detta gör att de har tillgång till foder hela dagen och växer bättre. Mot slutet av andra sommaren väger de omkring 1-1,2 kg och är i princip tillräckligt stora för att konsumeras. Vi låter dock en del bli lite större innan vi tar in dem i produktionen. Under tredje sommaren växer fiskarna ordentligt och de används nu i verksamheten både i affären och i restaurangen. Under den kommande

hösten kan de kvarvarande regnbågarna väga upp till fyra kilo. De skall då slaktas, storlekssorteras och frysas in för att användas till rökning och gravning nästa vår”.

*Figur 43. Tiraholms fiskodling, Bolmen. Foto: Tiraholms Fisk.*

Kuriosa: Ägarna var med i tv-programmet ”Sveriges skönaste gårdar” i januari 2014, och tävlade med inlagd gösrygg. Nisse och Vicky var även inbjudna som talare/inspiratörer på seminariet ”Förädling Marknad och Ekonomi – Odlad fisk” på Rökeriet, Strömstad, 17 januari.

**• Ålands fiskförädling Sverige AB**
Informationen om företaget kommer från deras hemsida (www.alandfish.com/sv/var-verksamhet/). Företaget etablerades sig i Sverige på 2000-talet. Först osm utlänsk filial till det Åländska företaget men sedan 2011 drivs verksamheten som ett separat AB.

Företaget är i dagsläget Sveriges största producent av odlad matfisk. De producerar ca 5000 ton regnbågslax per år på totalt 11 odlingsplatser dels i sötvatten i Värmland/Dalsland och dels på ostkusten i Östersjön (Höga Kusten, Västernorrland) (figur 44). Odlingsenheterna har en årsproduktion på 300-700 ton fisk. Varje odlingsenhet sköter den dagliga driften självständig med en ansvarig platschef och 2-3 anställda/odling. Företaget producerar och levererar även odlad sik. 8 000-10 000 ton foder går åt, vilket är företagets största utgift. Sedan fiskodlingarna startade på åttiotalet har fisktätheten, halverats. I odlingarna finns nu 20-25 kilo fisk per kubikmeter vatten. Den svenskodlade fisken förs efter bedövning, slakt och avblodning i isvatten, till centralslakteriet i Degerby, Åland. Här sysselsätts ca 20 personer året om, omkring 35 ton fisk rensas per dag.

*Figur 44. Foton från hemsidan (www.alandfish.com/sv/var-verksamhet/)*

**• Musholm AS, Stora Bält, Danmark**
Nedan berättelse om företaget (figur 45) kommer ifrån en reserapport efter en studieresa till företagets havsbaserade verksamhet i maj 2013, vilken utarbetats fram av studieresans deltagare tillsammans med Ulla Olsson, Lysekils kommun och nätverket Fiskekommunerna.

*Figur 45. Musholms lokaler i a) Reersø Havn, där även processing sker, b) studieresans deltagare förbereder sig för båttransport till odlingen, c) transportbåt. Foto: Anette Ungfors.*

Musholm AS är ett fiskodlingsföretag som sedan 2005 ägs av två parter: 87 % ägs av Koichi Okamura i Japan och 13 % av Niels Dalsgaard i Danmark, som tog emot oss under studiebesök (redogjorde för verksamheten samt visade upp odlingen dagen efter). De har en gedigen och lång erfarenhet av regnbågsodling och har bedrivit vattenbruk sedan 1979. Numera har de specialiserat sig på regnbåge och producerar idag ca 3 800 ton. De omsätter ca 200 miljoner Dkr varav 95 % går på export till kunder i Europa, Ryssland, Sydostasien och Japan. Musholm har idag 22 fast anställda, men under säsong anställs ytterligare ca 70-80 personer. Sammantaget genererar detta 40 årsanställda.

En av företagets styrkor är att de själva har kontroll över hela processen:
1. Kläckeri
2. Smoltanläggning
3. Offshoreodling
4. Slakteri
5. Infrysning (i samarbete med ett företag)
6. Sälj och administration

1. Genom kläckeriet har de noggrann kontroll på aveln. Regnbågen kläcker i februari och ynglen befinner sig i kläckeriet under ca sex månader.
2. Smoltanläggningen utgörs av ett s.k. dammbruk med färskvatten. Hela anläggningen har ett recirkulerande system med fyra olika typer av rening: mekaniskt filter, bottenfilter, biofilter samt proteinavskiljare. Här växer fisken under ca 1,5 år.
3. När fiskarna är runt två år sätts de ut i odlingarna ute till havs. Anläggningarna som vi besöker är gjorda för att klara upp till fem meter höga vågor. Det finns även fiskar som sätts ut tidigare om de skall gå till en marknad som efterfrågar en mindre fisk.
4. När fisken skall slaktas sker detta ute till havs. Fisken bedövas före slakt och avblodas. Allt avfall tas omhand. De klarar att slakta upp till 80 ton er dag.
5. Infrysningen är viktig för hållbarheten. Fisken glaseras och passerar genom frystunneln i åtta timmar.

Foder
Fodret som Musholm använder är ett godkänt foder som består av 15-20% fiskolja, 20% fiskmjöl och resten utgörs vegetabiliska råvaror. Musholm eftersträvar att producera en produkt av hög kvalitet och som innehåller de goda fettsyrorna omega 3 och 6, vilket man vill ha i fiskköttet. De använder därför ett foder som håller en god balans mellan vegetabilisk- och fiskråvara för att uppnå detta. För att minska utsläppet i havet optimeras utfodringen/matningen genom en mycket noggrann övervakning.

Foderkoefficienter under odlingsprocessen (kg foder per kg odlad fisk):

- Kläckeri: under 1
- Smolt 0,8
- Ute till havs 1,2

Beskrivning av odlingsmetoden
Regnbågen är en robust fisk att hantera och i Danmark har man mångåriga erfarenheter från dammbruk. Musholms damm-anläggning utgörs av betongdammar med recirkulerande reningssystem. Filtren består av både mekaniska- och biofilter. Syre tillsätts i vattnet, vilket även reducerar bort $CO_2$ upp i luften. Fisken vaccineras två gånger. Första gången sker när de är ca 5 cm stora genom s.k. doppvaccinering och andra gången sker ca två månader innan de sätts ut i offshoreodlingen. Då sker vaccinationen genom stickvaccinering.

Offshoreodling
Odlingskassarna är lokaliserade relativt långt ut till havs i ett område som kan få upp till 5 meter höga vågor. Strömmen i området är ungefär 4-5 knop. I detta område har Musholm tre anläggningar, den största omfattar 22 kassar (figur 46). Kassarna har olika storlekar och omkrets – 60, 90 och 120 meters omkrets.

Utsättningen av fisk till kassarna sker med tankbåt vanligtvis under de två första veckorna i april. Vattentemperaturen är då omkring 3-4 °C. Regnbågen har inga problem att flyttas direkt från sötvatten till saltvatten. Om förhållanden är de rätta börjar fisken att äta redan dagen efter utsättningen. Dödligheten i kassodlingen är vid bra förhållanden runt 5 %. Odlingskassarna rensas i stort sett dagligen med håv från ev. döda fiskar. Död fisk samlas i tankar och skickas sedan till en biogasanläggning. Utfodringen/matningen sker från en ”foderflotte” som placeras i anslutning till anläggningen. En person arbetar varje dag vid foderflotten för att kunna ha noggrann kontroll på utfodringen så att den blir så exakt som möjligt. Fodret kostar ca 10.-/kg och utgör en betydande del av odlingskostnaden. Detta innebär att den person som arbetar med utfodringen har en viktig roll för företaget både ur miljösynpunkt men även för att garantera en kostnadseffektiv utfodring. Musholm använder sig även av ett datorprogram för att följa upp utfodringen som sker 3-5 gånger per dag.

Antalet fiskar per kasse varierar mellan 45 000 – 60 000 individer, beroende på kassens storlek. Idealet för odling till havs är en temperatur på 12-16 C. När det är varmare äter fisken mindre och utfodringen sker då kanske bara två gånger per dag.

Vid skörd pumpas den levande fisken upp i tankbåten. Fisken bedövas och avblodas ute till havs för att sedan transporteras till fabriksanläggningen där den rensas maskinellt och kyls. Hela skördeperioden omfattar ungefär tre månader – Musholm processar även fisk från andra odlingar. Regnbågens rom tas också tillvara.

När all fisk är upptagen i december tas odlingskassarna i land för underhåll. I mars/april sätts de ut i havet igen. Storleken för ett odlingsområde med upp till 22 kassar är runt 700 x 500 m. Foderflotten är försedd med ljus och har både solceller och dieselgenerator som energikälla. Även bojar i utkanten av odlingsområdet är försedda med ljus. Kassarna undersöks kontinuerligt av dykare för att minimera risken för skador på riggen som skulle kunna föranleda rymningar. Om det ändå skulle ske en rymning kontaktas kommunen, yrkesfisket och sportfiskarna.

Musholm har ett egenkontrollprogram och utvärderar anläggningen kontinuerligt för att kunna göra ständiga förbättringar. Prover på miljön tas två gånger per år – i samband med utsättning och strax före skörd. Proverna tas 500 meter från anläggningen i strömriktningen, 300 m från övriga sidor samt under anläggningen. Observationerna visar på en liten slambildning under anläggningen medan prover från de andra områdena inte visar någon påverkan. De har även kunnat notera ett rikare djurliv i närheten av odlingarna.

*Figur 46. a) Anläggningen samt foderbåt, b) studie av kassar, c) kasse och skyddsnät, d) foder, d) foderbåt. Musholm maj 2013. Foto: Anette Ungfors.*

## 5.2.4 Offshore

Många offentliga aktörer vill se en utveckling av vattenbruket, men oron för att öka miljöbelastningen längs våra kuststräckor bidrar till en försiktighet inför beslut om etableringar av odlingar. Utflyttning av vattenbruksverksamhet till områden längre ut från kusten (offshore), för att minska miljöbelastning på till känsliga kustområden och för att minska konflikter med annan verksamhet är ett tänkbart framtida scenario. Kassar eller annan odlingsteknik som ska placeras längre ut från kusten eller på större djup kräver oftast innovativa lösningar eller i varje fall robusta sådana (Kankainen and Vielma 2013).

• **Musholm AS, Danmark**
Nedsänkbara kassar för offshorebruk kan vara ett alternativ för att periodvis kunna undkomma dåligt väder som odlingen utsätts för i offshore exponerade lägen t.ex. vintertid. Musholm bedriver ett projekt tillsammans med danska forskare för att utprova en kassmodell som kan sänkas ner under vattenytan i vid hårt väder (figur 47). Detta är en åtgärd som skall stödja utvecklingen av offshoreodlingar och därmed minska den kustnära näringsbelastningen. Pilotprojektet om 400-500 ton fisk innebär ett utsläpp på ca 12 ton kväve vilket kan jämföras med utsläpp från ett lantbruksföretag med en djurbesättning på ca 120 kor, enligt danska förhållanden.

*Figur 47. Musholm AS offshore kasse. Foto på nedsänkbar kasse modell stor (160 m). På kassen kan ett nätlock fästas med dragkedja. Foto: Anette Ungfors.*

# 6. SWOT-ANALYS OLIKA TEKNIKER

Med hjälp av en SWOT-analys påvisar vi tre olika produktionsteknikers för- och nackdelar: 1) Recirkulerande akvatiska system (RAS) på land, 2) semislutna havsbaserade system, och 3) öppen kassodling i havet. I tabell 3-5 presenteras detta i punktform, och grundar sig på våra erfarenheter från studiebesöken hos odlare som nyttjas olika tekniker, möten och konferenser och skriftliga rapporter som vi tagit del av. Fler punkter kan säkerligen adderas inom varje teknik, och dess sannhet beror specifikt på hur odlingen bedrivs (nödvändiga investeringar, vilken marknad man riktar sig mot, samarbete med andra aktörer).

S - Strengths – Styrkor
W – Weaknesses – Svagheter
O – Opportunities – Möjligheter
T –Threats – Hot

**Tabell 3. SWOT: LANDBASERAT RECIRKULERANDE VATTENSYSTEM**

| | Positivt–Hjälpsamt–för att uppnå mål | Negativt–Skadligt–för att uppnå mål |
|---|---|---|
| Interna/ Inne-boende orsaker | **Styrkor** (Strengths)<br>• Total rening av vatten, eliminerar lösta (kväve, fosfor) och fasta ämnen<br>• Rymningar förhindras<br>• Ingen sjukdomsspridning till vilda bestånd<br>• Kontinuerlig tillväxt, ökad produktion under året<br>• Låg vattenförbrukning (relativt genomströmmande)<br>• Flertalet arter kan odlas från varmvatten (tilapia) till kallvatten (röding) | **Svagheter** (Weaknesses)<br>• Startfas dyr, instrument och utrustning<br>• Driftskostnader t.ex. pumpar, kylning, uppvärmning<br>• Daglig kontroll, erfaren personal krävs<br>• Katastrofeffekter om systemfel. Säkerhetstänk!<br>• Om sjukdomar kommer in i systemet behövs sanering. |
| Extern/ utan-förlig-gande orsaker | **Möjligheter** (Opportunities)<br>• Strategisk placering av RAS, logistiska vinster, t.ex. i områden utan annat värde<br>• Marknaden får tillgängliga produkter året om | **Hot** (Threats)<br>• Begränsat intresse hos investerare |

**Tabell 4. SWOT: HAVSBASERADE SEMI-CLOSED SYSTEM**

| | Positivt–Hjälpsamt–för att uppnå mål | Negativt–Skadligt–för att uppnå mål |
|---|---|---|
| Inne-boende orsaker | **Styrkor** (Strengths)<br>• Slamavskiljning fasta ämnen (fekalier, foderrester)<br>• Rymningar förhindras<br>• Djupvatten ger Stabil och optimal temperatur<br>• Minskad laxlusförekomst pga djupvatten kan pumpas upp<br>• Låg investeringskostnad relativt landbaserad verksamhet<br>• Flyttbar anläggning<br>• Lägre pumphöjd relativt RAS | **Svagheter** (Weaknesses)<br>• Lösta näringssalter läcker ut<br>• Placeras främst kustnära<br>• Startfas dyr, instrument och utrustning<br>• Driftskostnader t.ex. pumpar, O2<br>• Ny teknik kräver erfaren personal<br>• Katastrofeffekter om systemfel. Säkerhetstänk! |
| Externa/ utanför-liggande orsaker | **Möjligheter** (Opportunities)<br>• Minskade kostnader för avlusning<br>• Ökat marknadsvärde pga ekologisk produkt<br>• Leasing möjlig av teknik | **Hot** (Threats)<br>• Hållfasthet i mer exponerade lokaler<br>• Storskalig verksamhet, investerare behövs alternativt samorganisering av fler mindre företag |

**Tabell 5. SWOT: HAVSBASERAD TRADITIONELL KASSODLING**

| | Positivt–Hjälpsamt–för att uppnå mål | Negativt–Skadligt–för att uppnå mål |
|---|---|---|
| Interna/ Inne-boende orsaker | **Styrkor** (Strengths)<br>• Billig startfas pga relativt billig kostnad för kassar<br>• Finns stor erfarenhet av tekniken | **Svagheter** (Weaknesses)<br>• Rymningar, genetisk nedsmutsning av vilda bestånd<br>• Foderbåt krävs, kostsam investering<br>• Relativt stort foderspill, större FCR, vilket kostsamt då foder dyrt (12.5 kr/kg)<br>• Möjliga arter beror på odlingens lokalitet |
| Externa/ utanför-liggande orsaker | **Möjligheter** (Opportunities)<br>• Samodling med näringsupp-tagande arter såsom alger och blåmussla (IMTA) vilket löser näringsutsläpp och ger mervärde | **Hot** (Threats)<br>• Svårt med tillstånd pga näringsut-släpp vilket ger lokal övergödning och orsakar intressekonflikt med boende/turism |

# 7. VILDFÅNGAD TORSK I LANDBASERAT SLUTET SYSTEM

Ett s.k. praktiskt case, ett praktiskt delprojekt i pilotskala, har även genomförts inom projektet. Intagande av vildfångad torsk från havskräftburar för uppmatning i landbaserat slutet system. Denna verksamhet bedöms som intressanta från medverkande i det seminarium på temat ”Marknad, Förädling och Ekonomi-odlad fisk” som genomfördes inom projektet.

## 7.1 Systemet och tillstånd

Utfodring av fisk i fångenskap för ökad tillväxt (odling) kräver odlingstillstånd från Länsstyrelsen i det län där anläggningen är lokaliserad. Ifylld blankett ”Ansökan om fisk –och kräftdjursodling” för landbaserad torskodling om 750 kg i slutet system skickades till Länsstyrelsen i Västra Götaland (Fredrik Larson) under andra veckan i mars 2014, sökande Ingemar Granqvist. Tillstånd beviljades i mitten april. Dispens erhölls från HAV den 16 april för att ta in maximalt 500 st. undermåliga torskar (< 30 cm) under en begränsad tidsperiod (t.o.m. september 2014, Dnr 1753-14). Dispensen gäller specifikt till forskaren Anette Ungfors eller genom skriftligt uppdrag från henne till de tre namngivna fiskarna (skriftligt uppdrag till dessa tre fiskare den 2 juni samt HAV). För ytterligare detaljer om tillståndsprocesser och kontakter med myndigheter se nedan.

Ett enkelt reningssystem för förvaring och uppmatning av vildfångad torsk har satts ihop i anläggningen i Fjällbacka. Fiskarna som bedriver havskräftförvaring (Ingemar Granqvist, Karl Karlman och Ove Leandersson) har i samarbete med företaget Flocazur (Luc Antelme, Ninni Petersson) designat och monterat systemet (figur 48). Montering påbörjades i slutet av april, och systemet fick gå med vatten under sista delen av maj för uppstart av biofilter. Första veckan i juni togs sedan de första torskarna in.

**Plastkar** – ett åtta-kantigt kar med lutande botten, centralt utlopp i botten. Mått 2x2x1.5 m, ca 4,5-6 $m^3$ vatten. Karet rustades upp genom omplastning.

**Biologiskt och mekaniskt filter** i en sump: två cylindriska enheter (diameter 40 cm, höjd 80 cm) där den ena är fylld med biobollar Anox Kaldes som varit aktiva i rening i havskräftanläggningen under lång tid d.v.s. bakterieproduktion uppstartad, samt den andra cylindern med en finmaskig duk som samlar upp partikulärt material.

**Kylare** – 1) Aqua Medic Titan 4000, kostnad 15499 SEK, New Jet Pump 6000 (900 SEK), www.dogman.se kontaktperson Jan-Olof Seyer, 2) mindre kylare (märke Hailea) som lånades i början från Kristineberg.

**Luftpump –** systemet drivs av två membrankompressorer på 90 W vardera. Levererad luft volym är 8 kubik/timme per kompressor.

*Figur 48. Foton på försökskaret och reningsutrustning under montering. Foto: Anette Ungfors.*

*Kaldnesmedia* från levandeförvaring havskräfta till biofiltret samt uppsaltat kranvatten (industrisalt) fylldes på system den 22-23 maj (figur 49). Biofiltret fick byggas upp och stabiliseras *under* 2 veckor före första torskarna släpptes i (figur 50). *Tillväxten av bakterier på kaldnesmediet påskyndades genom användandet av kaldnesmedia* som redan hade bakteriepåväxt då denna kom *ifrån Flocazurreaktorn*. Kylaren var inte påkopplad under denna period som kännetecknades av periodvis 26°C utelufttemperatur (*18° C* vattentemperatur) för att påskynda uppstartsprocessen.

*Figur 49. Färdigställande av fiskkar och biofilter med vatten i slutet av maj, under uppstart av biologisk rening. Foto: Ninni Petersson.*

*Figur 50. Karen i juli med intagna torskar. a) kar med presenning, b) nyfiken torsk, c) smal torsk, d) aktivt rörligt biofilter, e) kalk för justering pH, f) kylare (mindre). Foto: Anette Ungfors.*

## 7.2 Tillståndsprocess

Redogörelse för tillståndsprocessen och erfarenheter från kontakt med berörda myndigheter:

- Ansökan om odlingstillstånd för 750 kg torsk skickades in Länsstyrelsen (handläggare Fredrik Larson) första veckan i mars 2014 (bilaga 1). Denna ansökan beviljades i mitten av april.
- Dispens för intagande av undermålig torsk beviljades av Martin Rydgren, HAV, efter förfrågningar och påminnelser under en tid.
- Angående Miljölagstiftning togs kontakt med Tanum kommuns miljöavdelning för information om, och i så fall hur man anmäler om miljöfarlig verksamhet till kommunen. 3 april skickades via epost information om verksamheten inklusive foton till berörd tjänsteman. Efter utredning av kommunbiolog Lilja Gunnarsson fick vi besked (29 april, förtydligande 5 maj) om att användning av <1.5 ton foder per år inte är anmälningspliktigt, dock så har kommunen fortfarande tillsyn över verksamheten. (Vid >1,5-40 ton foder räknas det som en C-verksamhet och då är det anmälningspliktigt).
- En notering finns även om att (förnyat) bygglov kan behövas för verksamhet som väsentligt ändrar sin verksamhet.
- Efter kontakt med miljöavdelningen på Länsstyrelsen för att kontrollera att vi inte missar något djuretiskt tillstånd, så fick företagarna även lämna in ansökan om ”Anmälan för registrering – primärproduktion, livsmedel”.

## 7.3 Utvärdering teknik

Regelbunden mätning av vattenparametrar från start och under försöksperioden planerades för (figur 6). Även mätning av torskens längd m.h.a. mätbräda samt vikt m.h.a. hushållsvåg och mättråg. En pärm med plastprotokoll för notering om torskinsättning (datum, storlek) samt vattenparametrar ställdes iordning. Mätningar av temperatur, salthalt, syre och pH görs med givare och mätutrustning. Kemiska analyser av kyvettmetod görs m.h.a. förpreparerade rör med streckkod som tillsätts specifik mängd provvatten mha pipett, 1 ml (Hach-Lange). Mätvärden fås på plats med spektrofotometer (Hach-Lange DR 3900): ammonium, nitrit, nitrat och fosfor. Det är för tidigt för BOD/COD analyser (biologisk och kemisk syreförbrukning i vattnet) då fosfor- och kvävevärden uppvisade så låga halter. Mätningar gjordes främst av Flocazurs personal i samband med sina mätningar i havskräftförvaring.

Temperaturen var alldeles för hög första veckan i juni då ingen kylare var påkopplad då slangdelar till denna saknades. Avsaknad av kylare i tillägg till ovanligt varm period orsakade temperaturer på omkring 18°C i fiskkaret, vilket resulterade i dödlighet. Den mindre kylaren kopplades på andra veckan i juni och temperaturen sjönk gradvis under någon vecka, ner till 12-13°C. Temperaturen kunde hållas lägre på omkring 10°C när den kraftigare kylaren installerades i första veckan av juli. Kylaren genererade dock värme till lokalen och effekten sänktes därför till att hålla 13°C.

Trots låg temperatur de tre sista veckorna i juni var dödligheten av intagna torskar oväntat stor (tabell 7). Karet tömdes delvis på vatten den 1 juli och 1-1.5 $m^3$ havsvatten togs in genom ett nyöppnat hål i golvet som leder till under bryggan (havsvattnet ses direkt). Därefter sjönk dödligheten varför felaktig jonbalans orsakad

av uppsaltning med industrisalt av kranvatten troligtvis var orsaken till dödlighet ca 2 dygn efter isättning.

Ammonium, nitrit och nitrat har varit låga under försöket. Belastningen har inte varit stor men reningsaktivitet i biofiltret har fungerat då halterna har varit nära noll av ammonium och en viss ökning av nitrat kan ses (ammonium omvandlas till nitrat i biofiltret) (tabell 6). Det är dock svårt att säga hur stor täthet av torsk som systemet kan hålla. För detta behöver vi upprepa försöket med större täthet av torsk.

Foderrester och fekalier avlägsnades enstaka gång.

*Tabell 6. Vattenparametrar i torskkaret. Matning påbörjades främst efter den 19 juni.*

| datum | Temp-eratur | Salt-halt (PSU) | syre % | syre mg/l | pH | ammoni-um (mg/l $NH_4$-N) | nitrit (mg/l $NO_2$-N) | nitrat (mg/l $NO_3$-N) | Fosfor mg/l |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 16 juni | 16,5 | | 101 | 9,99 | 7,91 | 0,589 | 0,236 | 0,402 | 0,0 |
| 17 juni | 14,3 | | 101 | 9,99 | 7,94 | | | | |
| 18 juni | 14,3 | | 102 | 10,6 | 7,94 | | | | |
| 19 juni | 13,4 | 24,9 | 100 | 10,2 | 8,15 | 0,927 | 0,250 | 0,420 | 0 |
| 1 juli | 10,5 | | | | | | | | |
| 29 juli | 12,5 | | 100 | 10,7 | 8,01 | 0,059 | 0,053 | 2,20 | 0,001 |
| 31 juli | 14,4 | | 102,1 | 10,4 | 7,95 | 0,05 | 0,15 | 2,75 | 0,079 |

*Tabell 7. Sammanfattning av intag torsk och dödlighet.*

| Antal | In | Dör | I karet |
|---|---|---|---|
| 2 juni | 12 | | 12 |
| 3 juni | | 2 | 10 |
| 18 juni | 3 | | 13 |
| 19 juni | | 3 | 10 |
| 24 juni | | 6 | 4 |
| t.o.m. Aug | | | 4 |

## 7.4 Utvärdering foder, överlevnad och tillväxt

De tre yrkesfiskarna tog in torsk i olika storlek (över och undermålig, 12-45 cm längd) i juni med start 2 juni. Småtorskar var mest känsliga att få i bra skick in till systemet, de dog i karet ombord, flöt på ytan medan större torskar låg lugnt på botten. Olika lösningar användes för de olika yrkesfiskarna för att hålla torskarna ombord: isolerad tankar men även kokkärlet för kräfta. Nytt vatten fylldes på mellan vittjningen av länkar, vilket är var 40:e min. Eftersom värmen i ytvattnet steg under perioden till mellan 21-25 °C så var det väldigt svårt att få in torsk i bra skick. Störst överlevnad verkar vara från fiskaren som använde störst kar ombord. Temperaturen i augusti var fortfarande för hög (21 °C) för att ta in ytterligare torsk. Som mest hölls 13 st. torskar i karet, men under slutet endast 4 st. (11 av 15 intagna torskar dog, 73 % dödlighet).

Eftersom yrkesfiskarna upplevde det som för stressande för fisken att mäta dessa vid intag (svårt ombord, tidsbrist) och isättning i karet gjordes inga noggranna mätningar på längd eller vikt före. Längden på torskarna skattades endast. Längd och vikt togs på två torskar för att utvärdera tillvägagångssätt (Anette Ungfors). Genom att lyfta torsken liggande i nätduk gick det att genomföra men bedövning mha sövningsmedel är att rekommendera för framtiden (pers.kommentar Kristina ”Snuttan” Sundell, t.ex. AquaCalm som innehller Metomidate hydrochloride beställs från Syndel Laboratories Ltd). Därför går det inte att belägga tillväxt eller ökad konditionsindex (vikt per längd). Planen var annars att mäta torskarna före och efter uppmatningsperioden om minst två månader för att studera förändring av konditionsindexet som grupp. Planen var att ta in upp till 80-100 st. torskar i karet (ca 20 kg/$m^3$) men vi skulle utvärdera antalet under tiden beroende på storlek av torskarna som kom. Denna täthet uppnåddes inte.

Utfodring har skett några gånger i veckan med start kring 20 juni (före bara matning med enstaka småfiskar). Fryst råräka har ätits av torskarna med god aptit. De föredrar råräkan före fryst småsill (agnsill): först äts råräkan upp, sedan sillen. En stor torsk åt t.ex. 14 st. råräkor vid ett tillfälle. En annan observation är att det är vissa fiskar som är intresserade av att äta men inte alla.

En presenning täckte fiskkaret till ca hälften för att ge skydd och mindre stressad torsk, vilket torskarna verkar trivas med. Torsken befann sig i denna del men simmade även till den ljusare delen.

### 7.5 Slutsatser

Pilotförsöket med att ta in vildfångad torsk för uppmatning och tillväxt försvårades av att det genomfördes mitt under sommaren, som dessutom varit väldigt varm med ytvattentemperaturer om 25°C i fält. Försöket var planerat till våren men kom igång senare än beräknat då både tillståndshantering och praktisk montering tar tid.

Försöket får ses som en första erfarenhet för yrkesfiskarna att ta in torsk i levande tillstånd och hur utfodring kan ske. Råräka införskaffades och hölls fryst för enkel hantering och torskarna åt med aptit. Yrkesfiskarna drar även slutsatsen att torskarna bör storlekssorteras, och man kan inte blanda för olika storlekar. Den större fisken tar all mat som ges samt kan i värsta fall agera kannibalistiskt. Daglig skötsel krävs varför ett joursystem måste upprättas.

# 8. LÄNKAR

**Nätverk och projekt**
http://www.svensktvattenbruk.se
http://www.nordicras.net
http://www.aquacircle.org/
http://www.aquacircle.org/vandrensning
http://www.aquabestproject.eu
http://www.kyst.no/

**Utrustning**
http://aquahive.co.uk
http://www.akvagroup.com
http://www.aquahouse.dk/
http://www.aquatec-solutions.com/
http://www.billund-aqua.dk/
http://www.arvotec.fi/en
http://www.rkbioelements.dk/
http://www.hydrotech.se/
http://flocazur.com/
www.interaqua.dk
www.rkbioelements.com
http://www.aquafarm.no/
http://www.preline.no/
http://www.ecomerden.no/

**Pumpar**
www.grundfos.com

**Foder**
http://www.biomar.com/sweden
http://www.ewos.com
http://www.skretting.no/

**Sättfiskföretag**
http://www.emlax.se/
www.til-aqua.com
http://www.maximus-fry.dk/
http://www.adrien.fr/web/p711_turbot-production.html
http://www.stolt-nielsen.com/en/Stolt-Sea-Farm.aspx
http://www.glasseel.com/

**Akvaponik**
Kattastrands kretsloppsodling http://www.rainbowfish.se
Scandinavian aquasystems Scandinavia
aqhttps://www.facebook.com/scandinavianaquasystems?fref=ts
http://www.holisticgardening.se/

**Alger**
http://www.lunduniversity.lu.se/o.o.i.s?id=24965&postid=3563635
SP http://www.sp.se/sv/centres/spbiofuels/Sidor/default.aspx

**Nordiska odlare (urval)**

a) **Sverige**

Ålands fiskförädling Sverige AB http://www.alandfish.com/sv/var-verksamhet/
Tiraholm www.tiraholm.se
Ekofisk i Öved (http://www.eko-fisk.se/)

a) **Norge**

Marine Harvest http://www.marineharvest.no/
SalMar http://www.salmar.no
StirlingHalibut http://www.sterlingwhitehalibut.com/

b) **Danmark**

Danish Salmon http://www.danishsalmon.dk
Langsand Laks http://langsandlaks.dk/
Musholm AS http://www.musholm.com/
Hoven mølle dambrug http://www.hoven-dambrug.dk/
Bornholm, försöksodlingar: http://aquabaltic.dk/

c) **Finland**

Ålands fiskodling
http://www.ls.aland.fi/naringsavd/fiskeribyran/Guttorp_recirkbilder.pbs

e) **Island**

http://www.samherji.is/
http://www.samherji.is/en/operations-in-iceland/fishfarming/islandsbleikja

f) **Övriga världen**

http://www.namgis.bc.ca/CCP/Pages/default.aspx

**Rådgivande företag och forskningsmiljöer**

Nationells kompetenscentrum för Vattenbruk http://www.nkfv.se/
VattenbruksCentrum Väst http://www.vbcv.science.gu.se/
VattenbruksCentrum Norr AB http://www.vbc.nu/
Fiskhälsan http://www.fiskhalsan.se/
Oceanlight www.*oceanlighthb*.com
Stigebrandt www.stigebrandt.se
Norsk sjömatcenter http://www.sjomat.no/
SLU/Inst. Vilt, fiske och miljö http://www.slu.se/viltfiskmiljo
Vattenbrukarnas Riksförbund http://vattenbrukarna.se/
Hammarby Sjöstadsverk dvs Sweden Water Innovative Center http://sjostad.ivl.se/
Norsk oberoende miljöorganisation http://bellona.no/
Konsult http://www.aqua-kompetanse.no/

**Projekt**
Aquabest http://www.aquabestproject.eu/
AquaFima http://www.aquafima.eu/
Submariner http://www.submariner-project.eu
Seafarm http://www.seafarm.se/

**Seminarier och workshops**

- NordicNet RAS workshop, Ålborg, Danmark, 10-11 okt 2013
- Nationella Vattenbrukskonferensen, Simrishamn, 28-29 januari 2014
- Slutkonferens för Aquabest & AquaFima, Mariehamn, Åland 5-6 februari 2014.
- Seminar Resirkulering av vann i oppdrett. Sunndalsøra 27.-28. februar 2008. Arrangør: Nofima.
- Fremtidens smoltproduksjon - Andre konferanse om resirkulering av vann i akvakultur. 23-24 oktober 2012. Arrangør: Nofima, Sunndal Næringsselskap og Møre og Romsdal fylkeskommune. http://www.nofima.no/fagdag/2012/03/fremtidens-smoltproduksjon-andre-konferanse-om-resirkulering-av-vann-i-akvakultur

## REFERENSER


Anon. 2010. Vurdering av nye tekniske løsninger for å redusere utslippene fra fiskeoppdrett i sjø. Rapport Iris 2010/134.

AquaBioTech Group. KLT 01 / 12 ~ Se

Foss, A., Imsland, AK., Falk-Petersen, I-B och Öiestad, V. A review of the culture potential of spotted wolffish *Anarhichas minor* Olafsen. Reviews in Fish Biology and Fisheries (2004) 14: 277–294.

Hansson, J. 2013. Är vissa västerhavsarter mer miljövänliga än andra att odla? Uppsats för avläggande av masterexamen I Miljövetenskap 30 hp. Institutionen för biologi och miljövetenskaper, Göteborgs Universitet.

Heldbo, J (ed.), Richard Skøtt Rasmussen och Susan Holdt Løvstad. 2013. Bat for fiskeopdræt i **N**orden, Bedste tilgængelige teknologier for Akvakultur i Norden. TemaNord 2013:529. ISBN 978-92-893-2560-8. 409 pp.

Jeffery *et al*. (2011), FED220: A review of the land-based, warm-water recirculation fish farm sector in England and Wales

Pedersen, L-F, Suhr, K, Skov, PV och Pedersen, PB. Drifts- og miljømæssig optimering af recirkulerede Opdrætsanlæg. DTU Aqua-rapport nr. 264-2013. 101 pp (Danish).

Öberg, O. 2012. Abborrös Slutrapport TRITA-LWR REPORT 3038, Department of Land and Water Resources Engineering, Royal Institute of Technology (KTH, ISSN 1650-8610.

Bellona (2013). "Tradisjonelt og Integrert Havbruk, Dagens miljøutfordringer og morgendagens løsninger." Bellona Rapport: 114 pp. .

Bergström, U., G. Sundblad, A.-L. Downie, M. Snickars, C. Boström and M. Lindegarth (2013). "Evaluating eutrophication management scenarios in the Baltic Sea using species distribution modelling." **50**(3): 680-690.

Braaten, B., G. Lange and A. Bergheim (2010). "Vurdering av nye tekniske løsninger for å redusere utslippene fra fiskeoppdrett i sjø." Rapport Iris - 2010/134.

Crab, R., T. Defoirdt, P. Bossier and W. Verstraete (2012). "Biofloc technology in aquaculture: Beneficial effects and future challenges." Aquaculture **356–357**: 351–356.

Dalsgaard, J., I. Lund, R. Thorarinsdottir, A. Drengstig, K. Arvonen and P. B. Pedersen (2013). "Farming different species in RAS in Nordic countries: Current status and future perspectives." Aquacultural Engineering **53**: 2-13.

Dreyer, B. M., B. H. Nøstvold, K. Ø. Midling and Ø. Hermansen (2008). Capture-based aquaculture of cod. In A. Lovatelli and P.F. Holthus (eds). Capture-based aquaculture. Global overview. . FAO Fisheries Technical Paper. Rome. **No. 508:** 183-198.

Heldbo, J., R. Skøtt Rasmussen and S. Holdt Løvstad (2013). "Bat for fiskeopdræt i Norden, Bedste tilgængelige teknologier for Akvakultur i Norden. TemaNord 2013:529. ISBN 978-92-893-2560-8. 409 pp. ."

Isaksen, B. and K. Midling (2012). "Fangstbasert akvakultur på torsk - en håndbok. 42 s.".

Jordbruksverket (2011). "Redovisning av uppdrag att föreslå regelförenkling m.m. för vattenbruksverksamhet. Diarienr 8175/2011. ."

Jordbruksverket (2012). "Svenskt vattenbruk– en grön näring på blå åkrar. Strategi 2012–2020. 24 s.".

Jordbruksverket (2013). "Vattenbruk 2012. Sverige officiella statistik Statistika meddelande JO 60 SM 1301, Jordbruksverket Serie Jordbruk, skogsbruk och fiske.".

Kankainen, M. and J. Vielma (2013). "Offshore fish farming technology in Baltic Sea conditions. Reports of Aquabest project 10/2013. 23s. ."

Lovatelli, A. and P. F. e. Holthus (2008). Capture-based aquaculture. Global overview. FAO Fisheries Technical Paper. Rome. **No 508:** 298.

Midling, K., K. Aas, T. Tobiassen, L. Akse, B. Isaksen, S. Løkkeborg and O.-B. Humborstad (2005). Capture based aquaculture - life storage for the small scale fleet. Original title in Norwegian: Fangstbasert havbruk - mellomlagringsløsninger for den mindre kystflåten. Fiskeriforskning Report 22/2005**:** 28 pp.

Öberg, O. (2012). "ABBORÖS Slutrapport TRITA-LWR REPORT 3038. ISSN 1650-8610 ISRN KTH/LWR/REPORT 3038-SE. s.90.".

Ottolenghi, F., C. Silvestri, P. Giordano, A. Lovatelli and M. B. New (2004). Capture-based aquaculture. The fattening of eels, groupers, tunas and yellowtails. Rome, FAO. . FAO. Rome**:** 308p.

Rakocy, J., D. Bailey, C. Scultz and J. Danaher (2013). "Design and Operation of the UVI Aquaponic System. University of the Virgin Islands. s. 48.".

Rakocy, J., M. Masser and T. Losordo (2006). "Recirculating Aquaculture Tank Production Systems: Aquaponics—Integrating Fish and Plant Culture. SRAC Publication No. 454."

Strand, Å. (2009). "The Growth and Energetics of Perch (*Perca fluviatilis* L.) in Intensive Culture. Doctoral Thesis
Swedish University of Agricultural Sciences, Umeå.".

Skjermo, J., I. Aasen, J. Arff, O. Broch, A. Carvajal, H. Christie, S. Forbord, Y. Olsen, K. Reitan, T. Rustad, J. Sandquist, R. Solbakken, K. Steinhovden, B. Bernd Wittgens, R. Wolff and A. Handå (2014). "A new Norwegian bioeconomy based on cultivation and processing of seaweeds: Opportunities and R&D needs. SINTEF Fisheries and Aquaculture report 46s. ."

Terjesen, B. F., S. T. Summerfelt, S. Nerland, Y. Ulgenes, S. O. Fjæra, B. K. Megård Reiten, R. Selset, J. Kolarevic, P. Brunsvik, G. Bæverfjord, H. Takle, A. H. Kittelsen and T. Åsgård (2013). "Design, dimensioning, and performance of a research facility for studies on the requirements of fish in RAS environments." Aquacultural Engineering **54**(0): 49-63.

Troell, M., J. A, T. Chopin, A. Neori, A. Buschmann and G. Fang (2009). "Ecological engineering in aquaculture - Potential for integrated multi-trophic aquaculture (IMTA) in marine offshore systems." Aquaculture **297**(1-4): 1-9.

Bilaga 1

# Ansökan om tillstånd för fisk- och kräftodling

## Information

För att odla fisk krävs tillstånd av länsstyrelsen enligt förordningen (SFS 1994:1716) om fisket, vattenbruket och fiskerinäringen. Anmälan ska även göras hos berörd kommun om fiskodlingen omfattar max 20 ton per år.

För att anlägga och driva fiskodling som omfattar mer än 20 ton per år krävs dessutom tillstånd enligt miljöbalken. Kontakta Länsstyrelsen i Västra Götalands läns miljöskyddsenhet för tillstånd.

Som fiskodling räknas även odling av vissa kräftdjur, blåmusslor och ostron.

Länsstyrelsen prövar ansökan om tillstånd enligt Statens jordbruksverks föreskrifter (SJVFS 2011:34) om ändring i Fiskeriverkets föreskrifter (FIFS 2011:12) om fiskodling och flyttning av fisk.

Genom tillståndsprövningen ska länsstyrelsen förhindra spridning av olämpliga arter eller stammar av fisk och av smittsamma sjukdomar. Vid prövning av din ansökan kontrollerar Länsstyrelsen även att fiskodlingen inte är störande för natur och miljö eller hinder för sjöfart eller för annat utnyttjande av vattnen.

Om fiskodlingen drabbas av sjukdomar finns det en risk att dessa sjukdomar sprider sig till vild fisk utanför odlingen. Länsstyrelsen är mycket restriktiv när det gäller odlingar av fisk i vattenområden som är reproduktions- eller uppväxtområden för värdefulla fiskarter som till exempel lax.

För att skydda värdefulla fiskbestånd från smittsamma sjukdomar kan Länsstyrelsen föreskriva att en odling ska anslutas till fiskhälsokontroll.

Fiskhälsokontrollen sköts av Fiskhälsan AB. Odlaren skriver kontrakt med Fiskhälsan AB som besöker odlingen varje år för att kontrollera att fisken är frisk. Företaget hjälper även till med att bekämpa fisksjukdomar vid behov. Anslutning till fiskhälsokontrollen är avgiftsbelagd.

Fiskhälsan AB indelar sättfiskodlingar i fem kategorier (I-V). Hälsokontrollen bedrivs enligt vilken kategori som odlingen placerats i. Kategoriseringen grundar sig på fem kriterier:

- Odlingens biologiska material: rom eller levande fisk, sjukdomsstatus etc.
- Tidigare hälsokontroll.
- Driftshygien: hygieniska rutiner, allmänna rutiner, personalens utbildning etc.
- Vattenförsörjning och vattenområde: mottagare för avloppsvatten, förekomst av vild fisk eller odlad fisk inom vattenområdet etc.
- Byggnadstekniska förutsättningar: god driftshygien, smittskyddssäkerhet etc.

Fiskhälsan AB ägs till lika delar av Vattenbrukarnas Riksförbund och Laxforskningsinstitutet och arbetar under tillsyn av Jordbruksverket. För mer information kontakta Fiskhälsan AB telefon 026-726 30 och fax 026-726 65.

### För mer information kontakta:

Länsstyrelsen i Västra Götaland
010-224 40 00
E-post: fiske.vastragotaland@lansstyrelsen.se

Jarl Svahn 010-224 52 03
E-post: jarl.svahn@lansstyrelsen.se

## Vår service

Jarl Svahn som är ansvarig handläggare på Länsstyrelsen i Västra Götaland förklarar gärna eventuella oklarheter per telefon eller e-post.

En ansökan kan ta upp till 6 månader att behandla. För att minimera handläggningstiden är det därför viktigt att din ansökan är så komplett som möjligt när du lämnar in den.

Länsstyrelsen fattar beslut i form av tillstånd eller avslag. Ett beslut om tillstånd gäller inte förrän det vunnit laga kraft. Laga kraft har ett beslut vunnit då tiden för överklagande gått ut och beslutet inte har överklagats.

Länsstyrelsens beslut kan överklagas till Jordbruksverket.

## Instruktioner

Ansök om tillstånd i god tid före den dag då du planerar att starta odlingen.

Fyll i blanketten så noggrant som möjligt. En förklaring till några av blankettens rubriker ges nedan.

**Odlingens Läge:** Fastighetsbeteckning består av både namn och nummer. För sjöar och vattendrag anges namnet enligt den topografiska kartan. För större sjöar anges dessutom det vedertagna namnet på vattenområdet.

**Vatten:** Om annan odling finns inom vattenområdet ska läget för den anges. För sjöar anges den odling som ligger närmast. För rinnande vatten anges den odling som ligger närmast uppströms respektive nedströms.

**Odlingens inriktning och vattenförsörjning:** Fyll i det alternativ som motsvarar din planerade odling. Recirkulerande system innebär att anläggningen är helt eller delvis sluten. Tråg avser enheter för uppfödning av yngel och småfisk.

**Odlingens omfattning och foderåtgång:** Med undantag av regnbåge (Oncorhynchus mykiss före detta Salmo gairdneri) anges både vilken art och vilken stam som planeras att odlas. För kräftodlingar anges om flodkräfta eller signalkräfta ska odlas.

**Beredning av fisk:** Ansökan om tillstånd för fisk- och kräftodling ersätter inte anmälan eller ansökan om tillstånd för fiskberedningsanläggning.

**Övriga upplysningar:** Här anges de övriga upplysningar som kan tänkas underlätta handläggningen av ärendet. Du kan till exempel beskriva odlingens tidigare historia och om odlingen tagits över efter annan person eller firma som har eller har haft tillstånd till odlingsverksamheten.

## Nödvändiga bilagor

Följande handlingar ska bifogas ansökan:

- karta som tydligt visar odlingens läge,
- produktionsplan,
- odlingens tekniska utformning,
- beskrivning av reningsteknik för odlingen,
- beskrivning av var och hur strupskärning och sköljning sker,
- beskrivning av avfallshantering,
- beskrivning av beredningsanläggningens utformning,
- beskrivning av reningsteknik för beredningsanläggningen och
- beskrivning av mark- och vattenanvändningen i närheten.

### Karta

Rita skalenligt in odlingens läge på en ekonomisk karta skala 1:10 000. För kassodlingar ska även förtöjningsanordningar, eventuella vinterlägen och eventuella vandringshinder för fisk i vattenområdet ritas in. Mark- och vattenanvändningens inverkan på fisk och fiske i närheten ska redovisas på kartan.

### Produktionsplan

Produktionsplanen ska visa hur odlingen ska bedrivas. Fiskens eller kräftornas ålder, vikt eller storlek och mängd vid insättning, utfiskning och övervintring ska anges. Fiskens ålder anges enligt följande: rom, yngel, 1-somrig (1-s), 1-årig (1-å) o.s.v.

### Odlingens tekniska utformning

För odling bestående av enbart kassar eller jorddammar räcker en skiss. För odlingar som inbegriper byggnader eller recirkulationssystem ska konstruktionsritningar lämnas.

### Mark- och vattenanvändning i närheten

Endast inverkan på fisk och fiske ska redovisas.

## Ansökan skickas till:

Länsstyrelsen i Västra Götaland
Vattenvårdsenheten
542 85 MARIESTAD

## Information om personuppgiftslagen

Länsstyrelsen i Västra Götaland registrerar och behandlar de personuppgifter som du lämnar till oss för att vi ska kunna hantera din ansökan på ett smidigt sätt och fullgöra våra arbetsuppgifter. Vi behandlar personuppgifterna enligt bestämmelserna i personuppgiftslagen (SFS 1998:204). Syftet med lagen är att skydda människor mot att deras personliga integritet kränks genom felaktig behandling av personuppgifter. Du har rätt att efter skriftlig ansökan få besked om hur dina personuppgifter behandlats. Upptäcker du felaktigheter är vi skyldiga att på din begäran rätta uppgifterna.

# Ansökan om tillstånd för fisk- och kräftodling

Länsstyrelsen i Västra Götaland
Vattenvårdsenheten
542 85 MARIESTAD

## Sökande

| Namn | | Telefon | Mobiltelefon |
|---|---|---|---|
| Ingemar Granqvist | | | 0703-407550 |
| Adress<br>Trädgårdsgatan 1 | Postnummer<br>45740 | Ort<br>Fjällbacka | |
| Kontaktperson<br>Anette Ungfors / Erland Lundqvist | | Telefon | Mobiltelefon<br>0766-229676 / 0706-590531 |

## Odlingens läge

| Var ska odlingen placeras? | Fastighetsbeteckning |
|---|---|
| Norra Hamnen, Fjällbacka | Fjällbacka 203:1 (Norra hamngatan 38) |
| Fastighetsägare<br>Marine Invest | Kommun<br>Tanums Kommun |

## Vatten

| Vattnets namn (anges även för vatten som tar emot utsläpp från odling på land) | | Vattensystem enligt SMHI |
|---|---|---|
| Avloppsverket Fjällbacka | | |
| Fiskerättsägare | | Finns flodkräfta i vattensystemet? Nej |
| Finns andra fisk- eller kräftodlingar i vattnet?<br>Nej | Om svaret är ja ange vem som är ägare | |
| Läge för annan närliggande odling | | |

## Odlingens inriktning och vattenförsörjning

| **Alternativ 1**<br>Odling i kassar | Lägsta vattenföring under odlingssäsong för rinnande vatten ($m^3/s$) | Total sjöyta för sjö (ha) |
|---|---|---|
| Vattendjup vid kassarna | Vattendjup från kassarnas botten till sjöbotten | Eget eller arrenderat vatten |
| Vem arrenderas vattnet av? | | |
| **Alternativ 2**<br>Övervintring i kassar | Flyttas kassar med övervintrande fisk? | Ange vart kassarna flyttas. Markeras även på karta |
| Vattendjup vid kassarna | Vattendjup från kassarnas botten till sjöbotten | Utfodring (kg) |

| | |
|---|---|
| **Alternativ 3**<br>Landbaserat slutet marint system | Maximalt uttag av grundvatten (l/min)<br>Noll |
| Maximalt uttag av kommunalt vatten (l/min)<br>Noll | Maximalt uttag ur sjö eller rinnande vatten (l/min)<br>Noll |
| Lägsta vattenföring under odlingssäsong för rinnande vatten ($m^3/s$) | Recirkulationsgrad för recirkulerande vatten (%)<br>90-95% |

## Odlingens omfattning och foderåtgång

| | | |
|---|---|---|
| Planerad tidpunkt för odlingsstart<br>10 mars 2014 | Produktion av<br>Tillväxt torsk | Mängd fisk eller kräftdjur som maximalt avses hållas i odlingen (ton)<br>0.75 |

| | | |
|---|---|---|
| Art<br>*Gadus morhua* | Stam<br>Vildfångad | Mängd (kg)<br>750 |
| Art | Stam | Mängd (kg) |
| Art | Stam | Mängd (kg) |
| Art | Stam | Mängd (kg) |
| Art | Stam | Mängd (kg) |

| | | |
|---|---|---|
| Antal bassänger<br>2 | Yta bassänger ($m^2$)<br>4 m2 x 2 bassänger=8 m2 | Volym bassänger ($m^3$)<br>6 m3 x 2 bassänger=12 m3 |
| Antal jorddammar | Yta jorddammar ($m^2$) | Volym jorddammar ($m^3$) |
| Antal kassar | Yta kassar ($m^2$) | Volym kassar ($m^3$) |
| Antal tråg | Yta tråg ($m^2$) | Volym tråg ($m^3$) |
| Antal annan odlingsenhet | Yta annan odlingsenhet ($m^2$) | Volym annan odlingsenhet ($m^3$) |

| | |
|---|---|
| Typ av foder<br>Främst simkrabba och råräka, eventuellt sill och pellets. | Beräknad foderåtgång vid maximal produktion (ton/år)<br>0.5 ton/år |

## Beredning av fisk

| | | |
|---|---|---|
| Ska fisk beredas?<br>Ja | Typ av beredning<br>Slakt, rensning | Manuell eller maskinell rensning och filetering<br>Manuell |

| | |
|---|---|
| Mängd fisk som avses beredas (ton/år)<br>0.75 ton/år | Mängd fisk som maximalt avses att beredas (kg/dygn)<br>50 kg/dygn |

## Fiskhälsokontroll

| | |
|---|---|
| Ska odlingen anslutas till fiskhälsokontrollen?<br>Ja | Vilken kategori enligt Fiskhälsans indelning ska odlingen anslutas till?<br>Enligt kontakt med Fiskhälsan är indelningen under omarbetning |

## Övriga upplysningar

Torsk som fångats som bifångst i kräftburar tas in för tillväxtförsök i slutet landbaserat system. Torskarna matas med deras naturliga föda såsom simkrabba, men visst foder i pelletsform kommer att prövas. Torskas planeras att hållas i systemet för tillväxt i 6 månader. Slutet recirkulerande system, och vattnet som lämnar är renare än det vi tar in från havet. Vatten påfylles systemet pga avdunstning.

## Underskrift

| Ort och datum | Namnförtydligande |
|---|---|
| Namnunderskrift | |

Bilagor Odlingstillstånd Samförvaltning Norra Bohuslän

Följande handlingar ska bifogas ansökan:

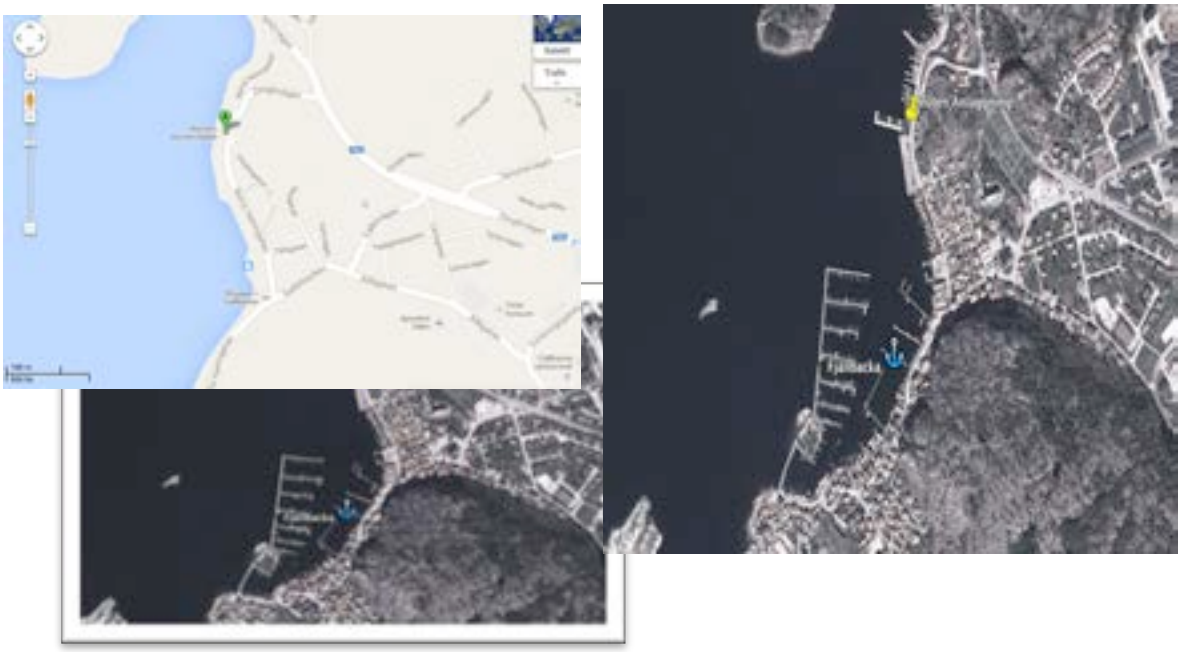
- karta som tydligt visar odlingens läge,
- produktionsplan,
- odlingens tekniska utformning,
- beskrivning av reningsteknik för odlingen,
- beskrivning av var och hur strupskärning och sköljning sker,
- beskrivning av avfallshantering,
- beskrivning av beredningsanläggningens utformning,
- beskrivning av reningsteknik för beredningsanläggningen och
- beskrivning av mark- och vattenanvändningen i närheten.

**Karta**

*Rita skalenligt in odlingens läge på en ekonomisk karta skala 1:10 000.*

Google map, Norra hamnen 38, Fjällbacka. Grön symbol A i a) och gul i b) visar anläggens läge.

a) b)



**Produktionsplan**

*Produktionsplanen ska visa hur odlingen ska bedrivas. Fiskens eller kräftornas ålder, vikt eller storlek och mängd vid insättning, utfiskning och övervintring ska anges. Fiskens ålder anges enligt följande: rom, yngel, 1-somrig (1-s), 1-årig (1-å) o.s.v.*

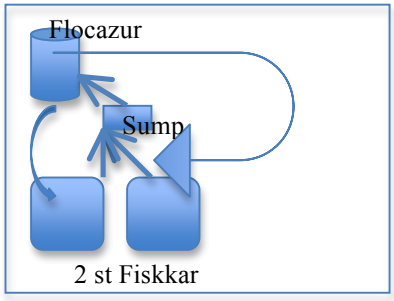
Upp till 500 vildfångade 1-3 åriga torskar om 100-600 gram (skattad medelvikt 500 gr) tas in under mars-april 2014. Dispens har erhållits ifrån HaV och Länsstyrelsen för att landa torsk under minsta landningsbara storlek (MLS) om 30 cm. En 30 cm torsk väger ca 300 gram. Tillväxteffektivitet är skattad till 3.6 kg på 18 månader om 100 gram yngel sätts i kasse (Finfo 2005:12). Vi anser därför att en möjlig tillväxt under 6 månader är max 1 kg per individ, vilket innebär att vi maximalt kommer att hålla 750 kg (500 x 1.5 kg) torsk i systemet.

Torskarna kommer att gå i två kar om 6 m3/kar (2x2x1.5 m). Eftersom en täthet om 40 kg/m3 rekommenderas (Finfo 2005:12) så kommer planerar vi för 27 st 1.5 kg torskar i slutskedet per m3. Dvs vi startar med 162 st torskar per kar. Torskarna utfodras 1-2 ggr om dagen med simkrabba, ibland med råräka, sillbitar samt foder (med lägre fetthalt än för lax). Foderkonversion skattas till 1 varför 500 kg foder beräknas gå åt under 6 månader. Temperaturen ska ligga på 12-13 °C.

**Odlingens tekniska utformning**

*För odling bestående av enbart kassar eller jorddammar räcker en skiss. För odlingar som inbegriper byggnader eller recirkulationssystem ska konstruktionsritningar lämnas.*

Ritning över fiskdelen i anläggningen i Fjällbacka, ytan uppgår till 6 x 4 m. Utrustning kommer att placeras i ena hörnet av byggnaden som är utmärkt på kartan ovan. I resterande hålls havskräfta i levandeförvaring i ett annat separat slutet system med rening.




**Beskrivning av reningsteknik för odlingen**

Reningen för det slutna systemet består av ett kombinerat biofilter och flockningsfilter (ansamling av partiklar) som benämns Flocazur (kontaktperson Ninni Peterson och Luc Antelme, Flocazur AB, telefon 0704164685, email ninni.petersson63@gmail.com, www.flocazur.com).

**Beskrivning av var och hur strupskärning och sköljning sker**

Strupskärning kommer att ske i anläggningen, i små mängder per gång. Sköljning göres i kranvatten för packetering i lådor.

**Beskrivning av avfallshantering**

Avfall i form av inmäte (magtarmkanal) går till lokal avfallsstation.

**Beskrivning av beredningsanläggningens utformning**

Aluminiumdiskar, kranvatten finnes, brunnar för avlopp, våg.

**Beskrivning av reningsteknik för beredningsanläggningen**

Avfallskontainers.

**Beskrivning av mark- och vattenanvändningen i närheten.**

Reningsverket ligger i närheten.

Bilaga 2

# Möjlighetsstudie för småskalig, miljöanpassad marin fiskodling i kustvatten – ekonomisk beräkningsmodell

Daniel Wikberg & Jenny Wikner
Vattenbrukscentrum Norr AB

## 1. Bakgrund

En workshop anordnades den 17 januari 2014 med temat ” Marknad, Förädling och Ekonomi för odlad fisk”. Workshopen rekommenderar efter analysarbete i grupper att regnbåge samt havskatt utreds vidare som möjliga odlingsarter på västkusten. Hälleflundra och piggvar är också intressanta arter. Det gäller även torsk, men i dagsläget är det sannolikt svårt att få ekonomi i en torskodling. Det föreslogs även att använda bifångst såsom vildfångad torsk från burfiske av havskräfta för vidare uppmatning

**Två odlingsmetoder av ovan har valts ut** för vidare detaljerad ekonomisk analys för småskalig odlingsverksamhet. Att minimera miljöpåverkan är prioriterat och sätter ramarna.

Motiv till urvalet i korthet:
**Småtorsk** fångas i dagsläget som bifångst under kräftfisket och idag får denna inte tas iland. Torsken kastas tillbaka och riskerar att dö, bli uppäten av fåglar etc. Småtorsk kan tas iland levande om system för detta utvecklas på båtarna. Torsken kan därefter placeras i befintligt landbaserat levandeförvaringssystem som idag finns för havskräfta, alternativt nybyggd och för ändamålet optimerad RAS-anläggning. Utfodring med råräka och blåmussla kan vara möjligt. Uppodling till en storlek som efterfrågas genom att skapa en unik premiumprodukt som man kan marknadsföra som ”hållbar torsk från Bohusläns kust” (bifångst som skulle ha dött vid utkast, fisket kan ligga ett steg före utkastförbudet).

Småskalig odling av **regnbåge** kan försörja en lokal marknad och kan förädlas på många sätt, rommen, skinnet, filén kan tas tillvara och förädlas på många sätt. Viktigt att regnbågen marknadsförs som ”havsodlad på västkusten” eller liknande för att särskilja den från sötvattensodlad regnbåge samt att den är lokalt producerad på hållbart sätt. Odling kan startas upp relativt enkelt och i liten skala. Miljöaspekterna kan kontrolleras, och ett varumärke för lokalt odlad fisk kan utvecklas.

**Syfte**
Att utreda de ekonomiska aspekterna för småskalig, miljöanpassad marin fiskeodling i kustvatten.

## 2. Teori

### 2.1 Ekonomiska förutsättningar för odling av torsk

De faktorer som främst påverkar produktionskostnader för torskodling är könsmognad, vattentemperatur, sättfiskpris, foderkostnad, dödlighet och investeringskostnader för anläggningar. Även kostnad för sättfisk är en stor påverkande faktor (Bailey, Pickova & Alanärä, 2005).

*Könsmognad*

Efter att torsken blivit könsmogen omvandlas inte längre energi till protein, dvs. tillväxten avstannar. Styrning av ljus för att fördröja könsmognad kan därför signifikant öka slaktvikten.

*Vattentemperatur*
Den optimala vattentemperaturen för torskens tillväxt sjunker med dess stigande kroppsvikt, från att vid 2 gram ha en optimal temperatur på 15 °C till att vid 2000 g ha en optimal temperatur på 9 °C (Björnsson et al. 2012): Enligt Biomar AB optimal vid 2000 g 12°C. Jobling (1988) menar att optimal vattentemperatur för torsk är 13-15 grader. Större vildfångade torskar verkar inte tåla en längre exponering för temperaturer över 16 grader. Däremot finns exempel på vatten vars temperatur ligger runt 20 grader flera månader om året och att detta inte har påverkat torskens tillväxt och överlevnad.

*Sättfiskpris*
Sättfiskpriset för en 100 grams torsk var 2005 ca 10 kr/st. (Bailey et al. 2005) och enligt professor Jana Pickova, SLU, bör sättfiskpriset vara detsamma idag. Dock medför de stränga reglerna gällande import av fisk från Norge att det är mycket svårt att få tillstånd till import av sättfisk. Därför kommer endast de enskilda fiskarnas bifångst att räknas som en variabel i denna modell.

Fångstkvot för torsk i Västra Östersjön 2014 är 2649 ton (Havs och vattenmyndigheten, 2014).

Fångstbaserad torskodling har konkurrensmässiga fördelar jämfört med traditionell fångst av torsk, bland annat att möjliggöra för fiskaren att sälja sin fångst till högsta marknadspris genom att erbjuda färsk fisk i de tider då utbudet av nyfångad torsk är låg. (Dreyer et al., 2008)

*Foderkostnad*
Som för de flesta andra vilda fiskar som fångas i vuxen ålder, kan omställningen till fångenskap innebära svårigheter för torsken. Dreyer et al (2008) menar dock att torsken har en rad beteendemässiga tillgångar som möjliggör för dem att anpassa sig till fångenskap inom några veckor. Om torsken ges en blötmatskost börjar de flesta torskar äta cirka 4 veckor efter fångst. Om de istället erbjuds traditionellt torskfoder från start, vägrar de allra flesta fiskar att äta. Odlare måste således ta hänsyn till att det vid fångstbaserad torskodling förekommer en tillvänjningstid för att få torsken att börja äta i fångenskap, och eventuell ytterligare tid för den att övergå från färsk fisk som föda till att börja äta fiskfoder, vilket påverkar torskens tillväxt efter fångst. Enligt Sæther et al. (2012) är det så mycket som 60 procent av torsken, vid försök till tillvänjning till traditionellt torskfoder, som inte äter i fångenskap. Cirka 20 % av torsken äter heller inte naturliga (men döda) bytesdjur. De torskar som äter växer dock efter förväntat tillväxtmönster. Ingen signifikant skillnad har hittats mellan den andel fisk som börjar äta och den andel som inte började äta, varken när det gäller storlek, skick eller genom storlekssortering.
Laxfiskar utfordras vanligen i två intensiva måltider per dygn, morgon och kväll. Det mesta tyder på att liknande utfordringsstrategier passar för torsk, men att även utfodring en gång per dygn kan vara ett alternativ. Dock kan en intensiv utfordring av torsk (troligtvis på grund av utfordring med foder av för högt fettinnehåll) medföra en

ökad risk för leversjukdom, vilket leder till ökad dödlighet. Torsk bör utfordras med särskilt torskfoder innehållande 12-17 % fett, vilket kan jämföras med laxfoder som innehåller ca 20 % fett. Fetthalten ersätts med protein, vilket gör priset på torskfoder högre än för laxfoder. (Bailey et al. 2005)

Skretting AB har två foder som är specialanpassade för torsk: Amper Neptune, ett marint fiskfoder med uteslutande marina råvaror och högt proteininnehåll, och Optiline Cod, ett växtbaserat foder. Aktuellt foderpris för dessa (exklusive fraktkostnad) är 14,50 kr/kg (Amper Neptune) och 13,50 kr/kg (Optiline Cod).

*Foderkonvertering*
Enligt Bailey et al. (2005) är torskens förmåga till foderkonvertering är mycket god och ligger nära nivåerna för laxfiskar. Bailey et al (2005) använder i sin studie ett medelvärde på foderkoefficient, med inkluderad säkerhetsmarginal, på 1.1, varför vi kommer att lägga detta värde som ett rekommenderat värde i modellen.

*Dödlighet*
Bailey et al. räknar med en dödlighet på ca 15 % över hela produktionstiden. Det är dock på anpassat till kassodling från sättfiskstadie, vilket medför att det därför är svårt att med säkerhet ange en genomsnittlig dödlighetsgrad för vildfångad torsk.

*Investeringskostnader/anläggningskostnader*
Investeringskostnader för landbaserade system, till exempel RAS-system, är betydligt högre än vid etablering av kassodling. Fördelen med RAS-system är att genom att använda sig av biologiska och mekaniska filter rena och återanvända anläggningens vatten i stor utsträckning, vilket minskar odlingens lokala påverkan på omgivande vatten (Albertsson et al. 2012). I RAS-anläggningar kan även vattentemperatur och ljusstyrning kontrolleras, vilket ger odlingsmässiga fördela då det bland annat finns större möjlighet att styra vattentemperaturen utifrån den specifika artens tillväxtoptimum.

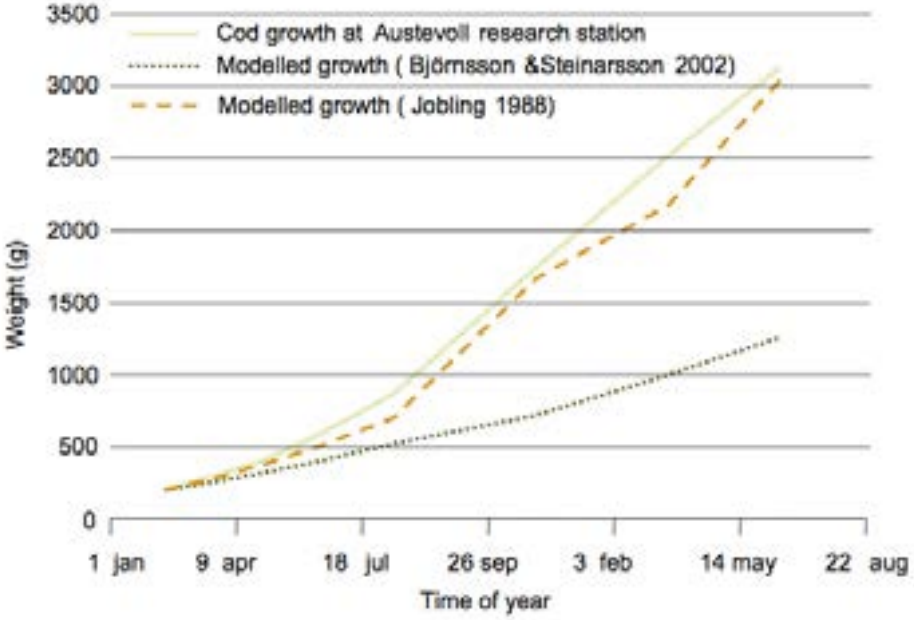
### 2.1.1 Torskens tillväxtmönster

Det finns olika modeller som beskriver torskens tillväxtmönster. Bailey et al. (2005) menar att den modell som bäst beskriver den svenska torskens tillväxt (vid kassodling) är Joblings modell från 1988, vilken uttrycks på följande vis:

Ln Specifik Tillväxthastighet (%/dag) = $(0{,}216 + 0{,}297 * T - 0{,}000538 * T^3) - 0{,}441 * \ln W$

T = Vattentemperatur
W = Biomassa (g)

Bailey et al. (2005) menar att tillväxtfasen för torsk i kassodling, där torsken växer från ca 100 g till en slaktvikt på 2-4 kg, är 18-19 månader. De tillägger dock att produktion i landbaserad anläggning, där miljön är mer kontrollerad och vattentemperaturerna är stabilare, kommer att påverka tillväxtfasen som kommer att vara kortare, alternativt att slaktvikten vid sluttiden kan komma att vara högre.




Figur 1. Bailey et al. 2005. Tillväxtkurva i öppen kassodling. Jämförelse av teoretiska (Jobling + Björnsson) mot observerade värden.

## 2.2 Ekonomiska förutsättningar för odling av regnbåge

### 2.2.1 Regnbågens tillväxtmönster

Alanärä (2000) använder sig av modellen Thermal-unit growth coefficient (TGC) för att beräkna regnbågens dagliga tillväxtkapacitet. TGC beräknas med hjälp av följande formel:

$$TGC = ( (W2^{1/3} - W1^{1/3}) / ( T * D) ) * 1000$$

W1 = Startvikt
W2 = Slutvikt
T = Vattentemperatur
D = antal dagar mellan vägningar

(T * D = temperatursumman i dygnsgrader)

Olika studier på regnbåge i tråg i sättfiskstadie ger ett medelvärde för TCG på ca 2.0 (utan säsongsvariationer), medan medelvärdet över en odlingssäsong för stor regnbåge i kassar är ca 3.0. Generellt minskar TGC över säsongen för regnbåge i storleksklassen 0,5-3 kg. Under försommaren är TGC ca 3-4, för att gradvis minska mot hösten till ca 2.0. Denna nedgång av TGC, som en effekt av säsong, är oberoende av kroppsvikt och temperatur och uppstår även under konstanta odlingsförhållanden. Detta troligen på grund av att fisken minskar sitt födointag när den uppnått tillräckligt med energireserver för att överleva en vinter med låg tillgång på föda.

Vi har i modellen använt oss av ett TCG på 2 för mindre fiskar och 3 för större fisk.

Viktökning (W2) beräknas enligt följande formel:

$$W2 = ( (W1^{1/3} + TGC / 1000 * T * D)^3$$

I de fall säsongstillväxten påverkas av dålig tillväxt under sommaren (t.ex. på grund av hög vattentemperatur, sjukdom och underfodring), kan regnbågen kompensera den dåliga tillväxten med att, som kompensation, växa bra längre in på hösten om de rätta förutsättningarna finns. Den optimala temperaturen för tillväxt hos regnbåge ligger vid ca 17 grader.

## 3. Metod

### 3.1 Framtagande av ekonomisk beräkningsmodell för torskodling

Den ekonomiska beräkningsmodellen är framarbetad i Excel där tillväxtmönster från Jobbling (1988) använts som grund för beräkning av tillväxtmönster, vilket ligger till grund för beräkning av biomassa.

#### 3.1.1 Värden på variabler som använts i beräkningar

*Vattentemperatur*
Tillväxtmönstret anpassar sig efter den vattentemperatur odlaren själv väljer i modellen.

*Foderkonvertering*
(Bailey et al. 2005) använder dock i sin studie ett medelvärde med inkluderad säkerhetsmarginal på 1,1 och därför detta värde valt som rekommenderat värde i våra beräkningar.

*Marknadspris*
Medelpriset 2011 som fiskare erhöll 15,7 kr/kg torsk. Prisutvecklingen på torsk har varierat, men mellan 1999-2011 ökade medelpriset endast med 1,9 %, vilket reellt innebär att priset under perioden på grund av inflationen under samma period minskat (Albertsson et. al. 2012).

Enligt Stefan Jensen på Rökeriet i Strömstad är marknadspriset på torsk svårt att exakt svara på. Den storlek på torsk som ger högst marknadspris är den över 7 kg, på vilket ett marknadspris på ca 70-80 kr/kg kan fås. Priset faller sedan med sjunkande storlek. En storlek på 2-4 kg genererar ett marknadspris på ca 30-40 kr/kg medan en storlek under 1 kg ger ca 20-30 kr/kg.

*Investeringskostnad*

Investeringskostnaden för det landbaserade systemet är svårt att säga exakt, då det är starkt beroende av odlarens förutsättningar och individuella val. Ett prisexempel på en RAS-anläggning från den danska anläggningsproducenten Billund kan dock se ut på följande vis (vid en kapacitet upp till 40 ton):

Ett komplett system består av kläckeri, start/fry och tillväxt (ongrowing). Ongrowing är från 30 g. Bifångst kommer inte vara under 30 g och därför är det i modellen aktuellt att endast räkna med ongrowing. Cirkapriset för det grundläggande systemet blir då ca 4,7 miljoner SEK.

**Price specification for design, equipment, installation and services**

| Quantity | Description | Price (EUR) |
|---|---|---|
| 1 pc. | Hatchery | 65.850,00 |
| 1 pc. | Start feeding/Fry | 262.350,00 |
| 1 pc. | Ongrowing | 442.050,00 |
| 1 pc. | PC monitoring | 71.500,00 |
| **Total price EXW Billund, Denmark** | | **841.750,00** |

Det som inte ingår:
Byggnad, byggnadstillstånd, ventilationssystem för byggnad, avlopp och vattenledningar, reservgenerator, syregenerator, fisktankar, arbetskraft (Billund beräknar 2 anställda) under konstruktionsperioden. mm.

Då dessa variabler varierar med odlingens storlek, samt att annan utrustning kan behövas för den specifika odlingen läggs ingen rekommenderad investeringskostnad för dessa, utan de måste odlaren själv bedöma utifrån den beräknade odlingsstorleken och själv lägga in värden i modellen.

## 3.2 Framtagande av ekonomisk beräkningsmodell för regnbåge

Den ekonomiska beräkningsmodellen är framarbetad i Excel där tillväxtmönster från Alanärä (2000) använts som grund för beräkning av tillväxtmönster, vilket ligger till grund för beräkning av biomassa,

### 3.2.1 Värden på variabler som använts i beräkningar

*Foderkoefficient*
Foderkoefficienten går att variera i modellen, men rekommenderat värde efter avstämning med odlare är 1,3.

*Foderkostnad*
I modellen finns ett rekommenderat cirkapris på 14 kr/kg. Detta utgår från foderproducenten Skrettings regnbågsfoder Sprit Örret som har ett pris på 13-14 kr/kg exklusive fraktkostnad.

*Marknadspris*
Aktuellt marknadspris som vi använt som rekommenderat värde i modellen är enligt odlare ca 33 kr, men det finns en stor prisvariation. Användaren måste därför själv undersöka marknadspriset och lägga in korrekt värde.

*Investeringskostnad*

Investeringskostnaden för nyetablering varierar starkt beroende på odlingens storlek och inköpspris på exempelvis kassar, ramar, bryggor etc. I modellen finns inget riktpris för skillnaderna är stora beroende på vilken utrustning odlaren väljer. Odlaren själv ta kontakt med leverantörer för att undersöka pris. För att hålla nere investeringskostnaderna kan odlaren undersöka om det finns begagnad utrustning som alternativ.

## 4. Resultat

### 4.1. Ekonomisk beräkningsmodell för landbaserad torskodling

Den ekonomiska beräkningsmodellen är uppbyggd av följande avsnitt:

**Biomassa (BM)**

| | Ingående BM (kg) | Tillväxt ingående BM (kg) | Startvikt bifångst (kg | Antal | Bifångst period BM (kg) | Tillväxt BM (kg) nyfångst | Antal till slakt från period | | | BM till slakt (kg) | Utgående BM (kg) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tertial 1 | | | | | | | T1 | T2 | T3 | | |
| | 0,0 | | 0,1 | 1000,0 | 100,0 | 331,7 | | | | 0,0 | 431,7 |
| | 0,0 | | 0,3 | | 0,0 | 0,0 | | | | 0,0 | 0,0 |
| | 0,0 | | 0,5 | | 0,0 | 0,0 | | | | 0,0 | 0,0 |
| | 0,0 | | 0,7 | 1000,0 | 700,0 | 731,4 | | | | 0,0 | 1431,4 |
| Summa | 0,0 | 0,0 | | 2000,0 | 800,0 | 1063,1 | 0 | 0 | 0 | 0,0 | 1863,1 |
| Tertial 2 | | | | | | | | | | | |
| | 431,7 | 591,7 | 0,1 | | 0,0 | 0,0 | | | | 0,0 | 1023,4 |
| | 0,0 | 0,0 | 0,3 | | 0,0 | 0,0 | | | | 0,0 | 0,0 |
| | 0,0 | 0,0 | 0,5 | | 0,0 | 0,0 | | | | 0,0 | 0,0 |
| | 1431,4 | 1021,3 | 0,7 | | 0,0 | 0,0 | | | | 0,0 | 2452,7 |
| Summa | 1863,1 | 1613,0 | | 0,0 | 0,0 | 0,0 | | | | | 3476,1 |
| Tertial 3 | | | | | | | | | | | |
| | 1023,4 | 872,0 | 0,1 | | 0,0 | 0,0 | | | | 0,0 | 1897,4 |
| | 0,0 | 0,0 | 0,3 | | 0,0 | 0,0 | | | | 0,0 | 0,0 |
| | 0,0 | 0,0 | 0,5 | | 0,0 | 0,0 | | | | 0,0 | 0,0 |
| | 2452,7 | 1324,0 | 0,7 | | 0,0 | 0,0 | 1000 | | | 3760,7 | 0,0 |
| Summa | 3476,1 | 2196,0 | | 0,0 | 0,0 | 0,0 | | | | 3760,7 | 1897,4 |

Vattentemp. 9

| Utgående vikt (kg) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Startvikt (kg) | 4 mån | 8 mån | 12 mån | 16 mån |
| 0,1 | 0,43 | 1,03 | 1,90 | 3,07 |
| 0,3 | 0,81 | 1,59 | 2,66 | 4,04 |
| 0,5 | 1,13 | 2,04 | 3,26 | 4,78 |
| 0,7 | 1,43 | 2,45 | 3,78 | 5,43 |

*Bifångst*
Vi har valt att inkludera fyra olika vikter på bifångsten; 100 g, 300 g, 500 g samt 700 gram.

*Biomassa*
Efter att antalet fiskar som infångats läggs in i modellen i kolumnen ”antal” övergår allt att beräknas som biomassa (BM) detta för att beräkna tillväxt, foderkostnad. BM som kan slaktas och BM som finns kvar efter slakt beräknas utifrån BM. Syftet med att konsekvent arbeta med BM som enhet är att underlätta för användaren samt att det är korrekt underlag för de förkalkyler som ligger inlagda i modellen.

Rutan ”Utgående vikt” är en hjälp för odlaren att beräkna ungefärlig slakttidpunkt. Odlaren fyller sedan i under vilken tertial som denne beräknar att slakta den fångade bifångsten. Ex: Under tertial 1 fångas 1000 torskar med vikt 0,7 kg. Den beräknade vikten vid slutet av tertial 3 (12 månader) är då ca 3,8 kg. Odlaren väljer att slakta ut all bifångst och fyller därför i, under tertial 3, 1000 st. torskar till slakt från period T1.

*Temperatur*
Temperaturförhållandet har stor påverkan på tillväxten och fördelen med landbaserad odling är att den går att hålla stabilare i anläggningen än vid havsbaserad odling. Användaren fyller i vald temperatur i fliken ”biomassa år 1”. Detta styr sedan den beräknade tillväxten.

*Dödlighet*
I alla odlingar kommer det finnas viss dödlighet, både beroende på naturliga orsaker men även de som kan försvinna i hanteringen.
Här kommer naturliga förutsättningar samt odlarens skicklighet vara av stor betydelse. Odlaren bör räkna med några procents bortfall för att inte skapa en för positivt beräkningskalkyl.
Det finns inte tillräckligt med data för att ge rekommenderade värden.

**Försäljningsbudget**

| | | Tertial 1 | Tertial 2 | Tertial 3 |
|---|---|---|---|---|
| **Intäkter** | | | | |
| Försäljning fisk (kr) | + | 0 | 0 | 113 421 |
| **Summa intäkter** | | **0** | **0** | **113 421** |
| **Kostnader** | | | | |
| Direkt kostnad bifångst | - | | | |
| | - | | | |
| **Summa direkta kostnader bifångst (kr)** | = | **0** | **0** | **0** |
| Foderkostnad (kr) | - | 16 685 | 23 567 | 30 858 |
| **Summa direkta kostnader** | = | **16 685** | **23 567** | **30 858** |
| **Täckningsbidrag (tb1)** | = | **-16 685** | **-13** | **82 562** |
| **Täckningsbidrag (%)** | | **0%** | **0%** | **73%** |

| **Variabler** | |
|---|---|
| Försäljningspris slaktad fisk 4-7 kg (kr/kg | 30 |
| Direkt kostnad bifångst (kr/st) | |
| Foderkostnad (kr/kg) | 15 |
| Foderkoefficient | 1,10 |

Alla kostnader utom övriga direkta kostnader följer automatiskt med från fliken biomassa. Det innebär att användaren inte kan föra in felaktiga siffor. Användaren skall dock föra in korrekta siffror i rutan variabler. För att korrekta siffror ska följa med till nästa flik är det av största vikt att användaren säkerställer korrekta värden i rutan variabler.

## Budget

| Försäljning och direkta kostnader | Verksamhetsår | Verksamhetsår | Verksamhetsår 3 |
|---|---|---|---|
| Summa försäljning slaktfisk | 113 421 | 425 272 | 699 119 |
| Kostnad bifångst | 0 | 0 | 0 |
| Kostnad foder | 71 111 | 185 708 | 270 757 |
| **Bruttovinst/TB1** | **42 310** | **239 564** | **428 362** |
| Täckningsbidrag (%) | | | |

| Övriga kostnader | | | |
|---|---|---|---|
| Lokalkostnader | | | |
| Fastighetskostnader inkl el | | | |
| Förbrukningsinventarier | | | |
| Reparation och underhåll | | | |
| Fordonskostnader | | | |
| Resekostnader | | | |
| Annonsereklam | | | |
| Representation | | | |
| Transporter och emballage | | | |
| Tele- och post | | | |
| Fastighets- och företagsförsäkring | | | |
| Förvaltningskostnader/Revision | | | |
| Tillsynsavgifter | | | |
| Kontorskostnader | | | |
| Övriga externa kostnader | | | |
| **Summa Övriga kostnader** | **0** | **0** | **0** |

| Personalkostnader | | | |
|---|---|---|---|
| Lön anställda | | | |
| Lön företagsledare/ägare | | | |
| Bilersättning | | | |
| Sociala avgifter | 0 | 0 | 0 |
| Arbetsmarknadsförsäkringar inkl pension (7% av lön) | 0 | 0 | 0 |
| Övriga personalkostnader | | | |
| Övrigt | | | |
| Bidrag | | | |
| **Summa Personalkostnader** | **0** | **0** | **0** |

| Avskrivningar | | | |
|---|---|---|---|
| Byggnader | | | |
| Maskiner och inventarier | | | |
| **Summa Avskrivningar** | **0** | **0** | **0** |

| Räntekostnader | | | |
|---|---|---|---|
| Räntekostnader rörelsekredit | | | |
| Räntekostnader övriga lån | | | |
| **Summa Räntekostnader** | **0** | **0** | **0** |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Summa Kostnader exkl direkta kostnader** | **0** | **0** | **0** |
| **RESULTAT** | **42 310** | **239 564** | **428 362** |

Alla siffor i rutan försäljning och direkta kostnader följer automatisk med. All övrig information är företagsspecifik och fylls i manuellt. Se kommentarrutor för vidare information. Om osäkerhet råder, rådfråga någon som är insatt i företagsekonomi.

## Finansiering

### Kapitalbehov

| Anläggningskapital | |
|---|---|
| Anskaffning mark | |
| Anskaffning byggnader | |
| Anpassa anläggning | 2 700 000 |
| Maskiner och inventarier | 2 000 000 |
| Övriga inventarier | |
| Markarbete | |
| Övrigt kapitalbehov anläggning | |
| **Summa anläggningskapital** | **4 700 000** |

| Rörelsekapital | |
|---|---|
| Fisk | 0 |
| Foder | 88 889 |
| Personal och övriga kostnader | 0 |
| Likvida medel | 500 000 |
| **Summa rörelsekapital** | **588 889** |

| | |
|---|---|
| **Totalt kapitalbehov** | **5 288 889** |

### Finansiering

| Eget kapital | |
|---|---|
| Aktiekapital | 400 000 |
| Annat ägarkapital | |
| **Summa eget kapital** | **400 000** |

| Skulder | |
|---|---|
| **Långfristiga skulder** | |
| Rörelsekredit | 500 000 |
| Banklån | 2 300 000 |
| Övrig långfristig finansiering | |
| **Summa långfristiga skulder** | **2 800 000** |

| Övrig finansiering | |
|---|---|
| Investeringsstöd | 2 000 000 |
| | 88 889 |
| **Summa övrig finansiering** | **2 088 889** |

| | |
|---|---|
| **Summa eget kapital och skulder** | **5 288 889** |

Kapitalbehov tydliggör storleken på de inköp som behövs vid en etablering. Se kommentarrutor och dela upp olika investering enligt hjälprutan ”Exempel på utrustning som behövs vid en nyetablering”.
I rutan finansiering anger användaren hur kapitalbehovet ska lösas. Undersök möjligheten till investeringsstöd samt bolagets möjligheter till lån.

## Likviditetsbudget

Många ingångsvärden hämtas automatisk från andra flikar men användaren måste själv fylla i när under verksamhetsåret in- och utbetalningarna sker. Se kommentarrutor för vidare information.

## 4.2. Ekonomisk beräkningsmodell för regnbågsodling i kasse

Den ekonomiska beräkningsmodellen är uppbyggd av följande avsnitt:

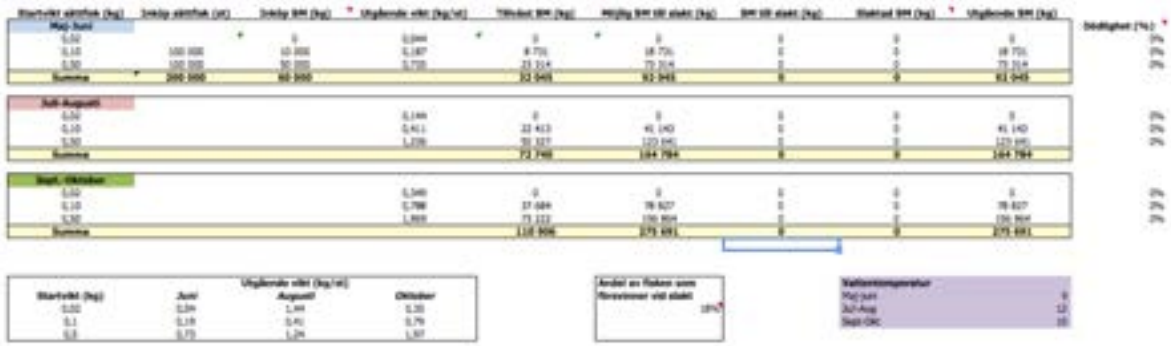
### Checklista

Checklistan ger exempel på viktiga faktorer och en tidslinje för lokalisering och etablering. Odlaren kan även påvisa för extern finansiär att de strukturerat testar sin affärsidé.

Generell checklista för småskalig marin regnbågsodling
Innehåller några frågor som bör besvaras inför en etablering

| | Check |
|---|---|
| Gör en första ekonomisk beräkning av en etablering | |
| Förutsättningar för övervintring/vinterförvaring | |
| Om behov av medicinsk behandling förligger | |
| Skapa en första enkel affärsplan | |
| **Parametrar för lokalisering** | |
| Lämplig odlingslokal, vattengenomströmning och djup | |
| Områden med restriktioner | |
| Strandnära djup | |
| Infrastruktur | |
| Osäkerheter och ytterligare parametrar | |
| Konkurrerande intressen | |
| Tidigt samråd | |
| Undersök finansieringsmöjligheterna och färdigställ den ekonomiska underlaget | |
| Tillståndsprocess årlig foderförbrukning understigande 40ton | |
| Ta kontakt med kommunen, anmäla miljöfarlig verksamhet | |
| Ansökan Länsstyrelsen om tillstånd för miljöfarlig verksamhet | |
| Ansökan för livsmedelshantering | |
| Utsättningstillstånd, Länsstyrelsen | |
| Säkerställ finansiering av etableringen/företaget | |
| Undersök vilken odlingsutrustning som är relevant för odlingen | |
| Upphandla markarbeten mm. | |

**Biomassa (BM)**



*Sättfisk*
Vi har valt att inkludera tre olika vikter på sättfisken. För att optimera tillväxten och att utfallet blir snarlikt den tillväxt som ligger till grund för beräkningsmodellen så ska fisken sättas ut i kassarna i början av tillväxtperioden, dvs. maj. Den förväntade användaren av beräkningsmodellen kommer troligen odla regnbåge där hela odlingen slaktas ut senast i slutet av tillväxtperioden eller om så önskas i slutet av kalenderåret. För den normala användaren är 100 och 500 grams sättfisk då det optimala.

Odlaren fyller själv i, i kolumnen ”inköp sättfisk” vilket antal sättfisk som köps in av de olika vikterna.

Sättfisk som väger 100 gram i maj kommer kunna slakats i oktober/november och nå en slutvikt om ca 900 gram. Troligen behöver fisken sorteras minst en gång. Sättfisk som vägen 500 gram i maj kommer kunna slaktas from juni/juli och vid tillväxtperiodens slut väga ca 2000 gram. Om odlaren avser sälja sättfisk eller hålla fisk över vinterhalvåret är det lämpligt att sätta ut fiskar som väger 20 gram. Dessa kommer behöva sorteras. Om avsikten är att slakta ut hela odlingen samma verksamhetsår är det olämpligt att välja 20 grams sättfisk som startvikt.

*Biomassa*
Efter att antalet sättfiskar läggs in i modellen övergår allt att beräknas som biomassa (BM) detta för att tillväxt, foderkostnad, BM som kan slaktas och BM som finns kvar efter slakt beräknas utifrån BM. Underliggande flik beräknas på antal men omvandlas automatiskt till BM av samma skäl som ovan. Syftet med att konsekvent arbete med BM som enhet är att underlätta för användaren samt att det är korrekt underlag för de förkalkyler som ligger inlagda i modellen.

I kolumnen ”Möjlig biomassa till slakt” ser odlaren vilken beräknad biomassa som kan gå till slakt och väljer därefter att själv lägga in i kolumnen ”Biomassa till slakt” hur många kg som väljs att slaktas ut.

*Temperatur*
Temperaturförhållandet har stor påverkan på tillväxten men kommer skilja sig åt beroende på vart odlingen är lokaliserad och av den anledningen en variabel som odlaren själv fyller i. Detta görs i den lila rutan. Tillväxten ändras då automatisk.

*Dödlighet*
I alla odlingar kommer det finnas viss dödlighet, både beroende på naturliga orsaker men även de som kan försvinna i hanteringen. Om den variabeln ändras, ändras automatisk utgående BM avseende de sista två månaderna. Här kommer naturliga förutsättningar samt odlaren skicklighet vara av stor betydelse. Det förekommer dock dödlighet varför odlaren bör räkna med några procent för att inte skapa en för positivt beräkningskalkyl.

*Rens*
Rens avser den del av fisken som försvinner i samband med slakten, kan variera något men 18 % är ett rekommenderat bortfall. Det är en variabel och odlaren kan själv lägga in värdet så räknas BM bort från BM till slakt till Slaktad BM. Slaktad BM är grunden för den intäkt som odlaren får.

**Försäljningsbudget**

**Försäljningsbudget**

| | | Verksamhetsår 1 | Verksamhetsår 2 | Verksamhetsår 3 |
|---|---|---|---|---|
| **Intäkter** | | | | |
| Försäljning slaktad fisk (kr) | + | 0 | 4 746 486 | 4 746 486 |
| Övrig försäljning (kr) | + | 0 | 0 | 0 |
| **Summa intäkter** | | **0** | **4 746 486** | **4 746 486** |
| **Kostnader** | | | | |
| Direkt kostnad sättfisk 20 gram | - | 0 | 0 | 0 |
| Direkt kostnad sättfisk 100 gram | - | 0 | 0 | 0 |
| Direkt kostnad sättfisk 500 gram | - | 800 000 | 800 000 | 800 000 |
| **Summa direkta kostnader sättfisk (kr)** | = | **800 000** | **800 000** | **800 000** |
| Foderkostnad (kr) | - | 2 100 151 | 1 914 051 | 1 914 051 |
| Övriga direkta kostnader | - | 0 | 0 | 0 |
| **Summa direkta kostnader** | = | **2 900 151** | **2 714 051** | **2 714 051** |
| **Täckningsbidrag (tb1)** | = | **-2 900 151** | **2 032 435** | **2 032 435** |
| **Täckningsbidrag (%)** | | **0%** | **43%** | **43%** |

**Variabler**

| | |
|---|---|
| Försäljningspris slaktad fisk (kr/kg) | 33 |
| Inköpspris 20 grams sättfisk | 2,0 |
| Inköpspris 100 grams sättfisk | 5,0 |
| Inköpspris 500 grams sättfisk | 8,0 |
| Foderkostnad (kr/kg) | 11,0 |
| Foderkoefficient | 1,3 |

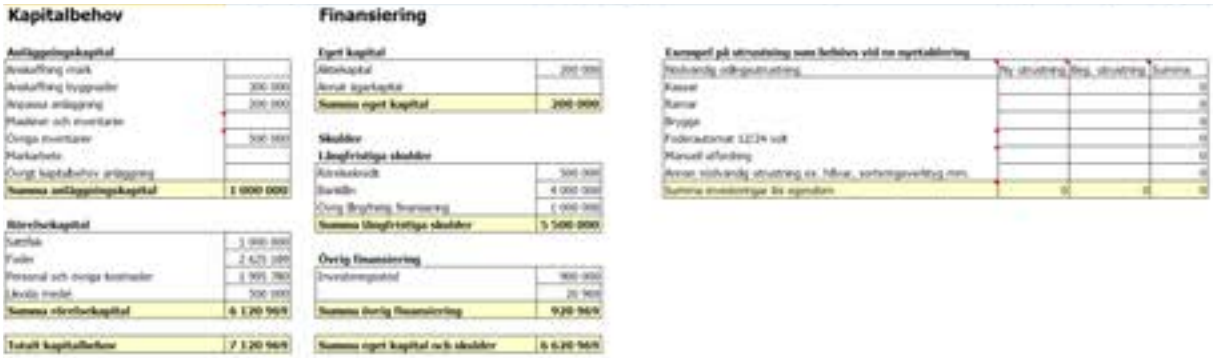
Alla kostnader utom övriga direkta kostnader följer automatiskt med från fliken biomassa. Det innebär att användaren inte kan föra in felaktiga siffor.
Användaren skall dock föra in korrekta siffror i rutan variabler. För att korrekta siffror ska följa med till nästa flik är det av största vikt att användaren säkerställer korrekta värden i rutan variabler.

## Budget

| Försäljning och direkta kostnader | Verksamhetsår 1 | Verksamhetsår 2 | Verksamhetsår 3 |
|---|---|---|---|
| Summa försäljning | 0 | 4 746 486 | 4 746 486 |
| Kostnad sättfisk | 800 000 | 800 000 | 800 000 |
| Kostnad foder | 2 100 151 | 1 914 051 | 1 914 051 |
| Övriga direkta kostnader | 0 | 0 | 0 |
| **Bruttovinst/TB1** | **-2 900 151** | **2 032 435** | **2 032 435** |
| Täckningsbidrag (%) | **0%** | **43%** | **43%** |
| | | | |
| **Övriga kostnader** | | | |
| Lokalkostnader | | | |
| Fastighetskostnader inkl el | 200 000 | | |
| Förbrukningsinventarier | 400 000 | | |
| Reparation och underhåll | | | |
| Fordonskostnader | | | |
| Resekostnader | | | |
| Annonsetreklam | | | |
| Representation | | | |
| Transporter och emballage | | | |
| Tele- och post | | | |
| Fastighets- och företagsförsäkring | | | |
| Förvaltningskostnader/Revision | | | |
| Tillsynsavgifter | | | |
| Kontorskostnader | | | |
| Övriga externa kostnader | 0 | 0 | 0 |
| **Summa Övriga kostnader** | **600 000** | **0** | **0** |
| | | | |
| **Personalkostnader** | | | |
| Lön anställda | 900 000 | 0 | 0 |
| Lön företagsledare/ägare | | | |
| Bilersättning | | | |
| Sociala avgifter | 282 700 | 0 | 0 |
| Arbetsmarknadsförsäkringar inkl pension. (7% av lön) | 63 000 | 0 | 0 |
| Övriga personalkostnader | | | |
| Övrigt | | | |
| Bidrag | | | |
| **Summa Personalkostnader** | **1 245 700** | **0** | **0** |
| | | | |
| **Avskrivningar** | | | |
| Byggnader | 50 000 | | |
| Maskiner och inventarier | 100 000 | | |
| **Summa Avskrivningar** | **150 000** | **0** | **0** |
| | | | |
| **Räntekostnader** | | | |
| Räntekostnader rörelsekredit | 25 000 | | |
| Räntekostnader övriga lån | 250 000 | | |
| **Summa Räntekostnader** | **275 000** | **0** | **0** |
| | | | |
| **Summa Kostnader exkl direkta kostnader** | **2 270 780** | **0** | **0** |
| **RESULTAT** | **-5 170 931** | **2 032 435** | **2 032 435** |

Alla siffor i rutan försäljning och direkta kostnader följer automatisk med. All övrig information är företagsspecifik och fylls i manuellt. Se kommentarrutor för vidare information. Om osäkerhet råder, rådfråga någon som är insatt i företagsekonomi.

## Finansiering




Kapitalbehov tydliggör storleken på de inköp som behövs vid en etablering. Se kommentarrutor och dela upp olika investering enligt hjälprutan ”Exempel på utrustning som behövs vid en nyetablering”. I rutan finansiering anger användaren hur kapitalbehovet ska lösas. Undersök möjligheten till investeringsstöd samt bolagets möjligheter till lån.

## Likviditetsbudget

Många ingångsvärden hämtas automatisk från andra flikar men användaren måste själv fylla i när underverksamhetsåret in- och utbetalningarna sker. Se kommentarrutor för vidare information.

## 5. Diskussion och slutsats

### 5.1 Torsk

Modellens uppbyggnad är så långt det går automatiserad, detta i syfte att minska risken för att användaren själv fyller i felaktiga värden. Tidigare erfarenheter från företagsetableringar är att det råder osäkerhet om framför allt kostnader. Alla variabler kräver att användaren säkerställer korrekta värden för att mesta möjliga information korrekt ska framgå av modellen.

Modellen kan användas med vilken flik som helst som utgångspunkt.
Exempelvis: om odlaren har ett visst kapital kan han/hon beräkna hur mycket som kan investeras vid etableringen. Det kan även ge en ungefärlig uppfattning om låneutrymme samt storleken på investeringsstöd. Det ger vidare underlag för att beräkna behovet av likvida medel för amortering och betalning av ränta.

Om odlaren har ett visst krav på resultat måste odlaren säkerställa foderkostnad, dödlighet, faktisk kostnad för bifångst. Det påvisar även behovet av likvida medel och ger även underlag för en avkastningskalkyl på efterfrågade ekonomiska värden och nyckeltal. Viktigt är att de manuellt införda värdena motsvarar de verkliga kostnader som finns vid en företagsetablering.

Genom likvidetsbudgeten går det att påvisa nödvändiga likvida flöden under verksamhetsåret. Det som ger det bästa resultatet kan kanske inte är möjligt att genomföra om de likvida medel som finns till förfogande inte räcker till.
En konsekvens av det kan vara att odlaren behöver sälja fisk under del av året som inte prismässigt är optimalt. Det kan avhjälpas med en större rörelsekredit. Man kan även sträva efter att fördela betalflöden för att utjämna likvidfluktuationer.

Kortfattat ger modellen användaren mycket goda möjligheter att beräkna förutsättningar för en investering i landbaserad fiskodling, men innan beslut tas om investering ska odlaren begära en (gärna fler) offerter för anläggningen. Likväl som att modellen kan påvisa möjligheten till en etablering så ger den underlag för att avstå om så är fallet.

Genom att möjliggöra för användaren att ändra variabeln försäljningspris, kan användaren välja att antingen lägga in bedömt snittpris per år eller tertial, eller undersöka vilket minsta försäljningspris som krävs för att säkerställa ett visst resultat.

Vi anser att en småskalig odlare bör arbeta nära slutkunden för att minimera antalet försäljningsled och gärna fastställa flöde över tid med exempelvis en restaurang och/eller någon som jobbar med vidareförädling. Eftersom det är förenat med stora kostnader att anlägga ett slakteri kan flera odlare med fördel gå samman för att dela på drifts- och investeringskostnader. Alternativt kan det vilket troligtvis är bättre drivas i ett separat bolag, det minskar risken för att olika odlare har olika intressen i slakteriet. Ytterligare en fördel med att driva ett gemensamt slakteri är att det troligtvis ger säkrare flöden till kunden.

För att en landbaserad fiskodling som kräver stora initiala investeringskostnader överhuvudtaget ska vara möjlig måste det finnas tillräckligt stora volymer med bifångst, gärna väl fördelade över året.

Småskaliga odlare måste bygga ett starkt varumärke för att kunna ta ut ett högre försäljningspris än vad den vad den vildfångade torsken betingar. En småskalig odlare måste konkurrera med andra värden än pris, exempelvis att produkten är närodlade och det är därför viktigt att odlaren säkerställt efterfrågan på den lokala marknaden innan en etablering. Odlaren kan även undersöka även möjligheten till ett samarbete med någon som erbjuder vidareförädling.
Odlaren bör sträva efter att sälja då den vildfångade fisken är som dyrast. Det är en av fördelarna med landbaserad odling.

Sammanfattningsvis är det tveksamt om en landbaserad torskodling som utgår från bifångst går att få ekonomisk bärkraftig. Anläggningskostnaderna är för höga, marknadspriset är generellt för lågt. Tillgången på vildfångad fisk är för god.

Om det trots finns intresse av att beräkna ekonomisk bärkraft i en anläggning, är prissättningen och årsvolymen för att maximalt nyttja anläggningen nyckelfaktorer. För att få tillräcklig årsvolym kan flera fiskare bilda ett gemensamt bolag och i den anläggningen samla all bifångst.

## 5.2. Regnbåge

Modellens uppbyggnad är så långt det går automatiserad, detta i syfte att minska risken för att användaren själv fyller i felaktiga värden. Tidigare erfarenheter från företagsetableringar är att det råder osäkerhet om framför allt kostnader. Alla variabler kräver att användaren säkerställer korrekta värden för att mesta möjliga information korrekt ska framgå av modellen.

Modellen kan användas med vilken flik som helst som utgångspunkt.
Exempelvis: om odlaren har ett visst kapital kan han/hon beräkna hur mycket som kan investeras vid etableringen och hur mycket sättfisk som kan köpas in. Det kan även ge en ungefärlig uppfattning om låneutrymme samt storleken på investeringsstöd. Det ger vidare underlag för att beräkna behovet av likvida medel för amortering och betalning av ränta.

Om odlaren har ett visst krav på resultat måste odlaren säkerställa foderkostnad, kostnad för sättfisk samt om det mest lämpligt att sätta ut 100-, 500 grams fisk eller möjligtvis båda. Det påvisar även behovet av likvida medel och ger även underlag för en avkastningskalkyl på efterfrågade ekonomiska värden och nyckeltal. Viktigt är att de manuellt införda värdena motsvarar de verkliga kostnader som finns vid en företagsetablering.

Genom likvidetsbudgeten går det att påvisa nödvändiga likvida flöden under verksamhetsåret. Det som ger det bästa resultatet kan kanske inte är möjligt att genomföra om de likvida medel som finns till förfogande inte räcker till. En konsekvens av det kan vara att odlaren behöver sälja fisk under del av året som inte prismässigt är

optimalt. Det kan avhjälpas med en större rörelsekredit. Man kan även sträva efter att fördela betalflöden för att utjämna likvidfluktuationer.

Kortfattat ger modellen användaren mycket goda möjligheter att beräkna förutsättningar för en etablering. Likväl som att modellen kan påvisa möjligheten till en etablering så ger den underlag för att avstå om så är fallet.

Genom att möjliggöra för användaren att ändra variabeln försäljningspris, kan användaren välja att antingen lägga in bedömt årligt snittpris eller undersöka vilket minsta försäljningspris som krävs för att säkerställa ett visst resultat.

Vi anser att en småskalig odlare bör arbeta nära slutkunden för att minimera antalet försäljningsled och gärna fastställa flöde över tid med exempelvis en restaurang och/eller någon som jobbar med vidareförädling. Eftersom det är förenat med stora kostnader att anlägga ett slakteri kan flera odlare med fördel gå samman för att dela på drifts- och investeringskostnader. Alternativt kan det drivas i ett separat bolag, det minskar risken för att olika odlare har olika intressen i slakteriet. Ytterligare en fördel med att driva ett gemensamt slakteri är att det troligtvis ger säkrare flöden till kunden.

Småskaliga odlare måste bygga ett starkt varumärke för att kunna ta ut ett högre försäljningspris än storskaliga odlare. En småskalig odlare måste konkurrera med andra värden än pris, exempelvis att produkten är närodlade och det är därför viktigt att odlaren säkerställt efterfrågan på den lokala marknaden innan en etablering. Odlaren kan även undersöka även möjligheten till ett samarbete med någon som erbjuder vidareförädling.

Att variera storleken på slaktad fisk underlättar likviditetsplanering. Exempelvis kan en restaurang vara intresserad av fisk i portionsstorlek och ett rökeri av större fisk, och en diversifiering i utbudet av storlek på slaktad fisk kan därför hjälpa till att hålla ett jämn efterfrågan på leverans.
Som alternativ till att köpa ny utrustning kan en händig odlare köpa begagnad utrustning, dock inte kassar som är förbrukningsvara och slits med åren. Ramar, bryggor, foderautomat samt andra inventarier kan även de köpas begagnade.

Vidare är det viktigt att innan etablering att odlingsplatsen har rätt förutsättning enligt checklistan.

Sammanfattningsvis finns det relativt goda förutsättningar för småskalig marin regnbågsodling i kassar om odlaren kan säkerställa ”rätt” försäljningspris och ha rätt förutsättningar vid val av lokalisering.

## Referenser


Alanärä, A. 2000. *Optimering av utfodring vid kommersiell fiskodling.* Vattenbruksinstitutionen, Sveriges Lantbruksuniversitet, Umeå. Rapport 21

Albertsson, E., Strand, Å., Lindegarth, S., Sundell, K., Eriksson, S. & Thrandur Björnsson,B. 2012. *Marin fiskodling på den svenska västkusten – Biologiska förutsättningar. Rapport från VattenbruksCentrum Väst, Göteborgs Universitet, 96 s.*

Bailey, J., Pickova, J & Alanärä, A. 2014. *The prerequisites for, and potential of, cod farming in Sweden.* Finfo 2005:12

Dreyer, B.M.; Nøstvold, B.H.; Midling, K.Ø.; Hermansen, Ø. 2008. *Capture-based aquaculture of cod*. FAO Fisheries Technical Paper. No. 508. Rome, FAO. pp. 183–198.

Havs och vattenmyndigheten. 2014. https://www.havochvatten.se/hav/fiske--fritid/yrkesfiske/kvoter-och-fiskestopp/svenska-kvoter-i-ostersjon-2014.html

Jobling, M. 1988. *A Rewiew of the Physiological and Nutritional Energetics of Cod, Gadus morhua L., with Particual Reference to Growth Under Farmed Conditions.* Aquaculture, 70 (1988) pp 1-19.

Sæther, B., Noble, C. Humborstad, O., Martinsen, S., Veliyulin , E., Misimi, E. och Midling, K. 2012. *Fangstbasert akvakultur- Mellomlagring, oppfôring og foredling av villfanget fisk.* Nofima.

Bilaga 3

# Förädling, marknad och ekonomi för odlad fisk

*– Referat från workshop inom projekt Småskalig marin fiskodling Rökeriet, Strömstad den 17 januari 2014*

**Deltagare:** Workshopen samlade ett 40-tal deltagare med olika bakgrund – på plats fanns både odlare, yrkesfiskare, myndighetsrepresentanter, forskare och detaljister inom fiskhandeln samt från restaurangbranschen.

**Syfte och bakgrund:** Syftet med dagen var att starta en dialog kring produktutveckling, varumärkesbyggande och marknadsfrågor för odlad fisk i norra Bohuslän. Nyckelord var småskalighet, värdeskapande åtgärder och närproducerat med få mellanhänder på en lokal marknad. Målsättningen var att identifiera produkter och marknader för ett antal lovande fiskarter som kan bli aktuella för odling. Dagen syftade också till att ge inspiration och förmedla erfarenheter och kontakter.

**Resultat:** Workshopen rekommenderade efter analysarbete i grupper, att regnbåge utreds vidare som för småskalig odling på västkusten. Havskatt lyftes i dialogen, men artens lämplighet för odling behöver utredas vidare. Även hälleflundra och piggvar lyftes fram som intressanta arter. Så även torsk, mötet konstaterade dock att det i dagsläget kan vara svårt att få ekonomi i en torskodling. Detta främst pga ökad tillgång på vildfångad torsk. Flera deltagare pekade på möjligheten att ta i land småtorsk (bifångst i kräftfiskeburar) för uppfödning till önskad storlek i landbaserat odlingssystem.

Ett förslag på odlingsmodell där fiskodling kombineras med en kompenserande musselodling diskuterades. Ett annat alternativ som lyftes fram var odling i en havsbaserad, halvsluten anläggning där utsläppsvattnet renas. Att minimera miljöpåverkan är prioriterat, även i ett småskalig marin odling.

**Havskatt – fläckig havskatt växer snabbt i odling.** Den är inte så utrymmeskrävande och kan trivas i relativt hög täthet. Fortsatt kunskapsuppbyggnad om artens förutsättningar som odlingsart anses behövas, bland annat för att lösa utmaningar ifråga om reproduktion (parning och äggförvaring hör till artens utmaningar). Under förutsättning att det går att få tag i havskattyngel från ex. Norge skulle odling av havskatt kunna komma igång i närtid. Mer om motiven till möjliga odlingsarter:
Småskalig odling av regnbåge kan försörja en lokal marknad och kan förädlas på många sätt – rommen, skinnet, filé etc, allt kan tas tillvara och förädlas. Viktigt att regnbågen marknadsförs som ”havsodlad på västkusten” eller liknande för att särskilja den från sötvattensodlad regnbåge samt att den är producerad lokalt och med hållbara metoder. Odling kan startas upp relativt enkelt och i liten skala. Miljöaspekterna kan kontrolleras, och ett varumärke för lokalt odlad fisk kan utvecklas.

**Torsk är fin matfisk med stark lokal förankring.** Småtorsk som fångas i kräftburar kan tas iland levande om system för detta utvecklas på båtarna. Torsken kan därefter placeras i befintligt landbaserat levandeförvaringssystem som idag finns för havskräfta. Utfodring med råräka och blåmussla är möjligt.

# Föredragen i sammanfattning

**Välkommen**

Erland Lundqvist, mötesledare och processledare för Samförvaltningen i Norra Bohuslän, redogjorde kort för Samförvaltningens bakgrund, hur organisationen byggts upp och hur den fungerar i dagsläget. Här deltar representanter för både myndigheter, forskningen och yrkesfisket. Samförvaltningen beskrevs som en arena där alla idag har förtroende för varandras uppdrag. Uppslutningen bland samarbetsparterna kring det gemensamma intresset – ett hållbart, småskaligt kustfiske, ansågs god.

Erland beskrev också bakgrunden till det projektet där workshopen ingår; projekt ”Småskalig marin fiskodling” – ett underprojekt till Samförvaltningen i syfte att ge yrkesfisket ”fler ben att stå på”.

– Många fiskare är beredda att göra mer, förädla det som fiskas och kanske samarbeta med besöksnäringen, sade Lundqvist. Odling av fisk och skaldjur ses som högintressant.

# Om förädling och varumärkesbyggande

Stefan Jensen äger och driver restaurang och fiskaffären Rökeriet i Strömstad. På workshopen berättade han om hur det gick till när han tog steget från ett yrke inom vården till fisk- och restaurangbranschen med en egen passion för mat som stark drivkraft. Fisk- och skaldjursrestaurangen Rökeriet i Strömstad växer och levererar idag produkter till både lokala grossister och dito på Östkusten. Utöver restaurangverksamhet och egen fiskaffär har Rökeriet även fiskbutiker i två ICA-varuhus i norra Bohuslän.

Bygget av fisk- och skaldjursrestaurangen Rökeriet i Strömstads fiskhamn har han genomfört med hustrun Åsa. Satsningen invigdes år 2007. Ett välvilligt kommunalråd och en positiv bank (Sparbanken i Tanum) lyftes fram som nyckelfaktorer till uppstarten. Jensen reste inledningsvis på inspirationsresor till bl.a. Skåne och Bornholm på jakt efter exempel på vad han beskriver som mål med sin verksamhet – att erbjuda ”ärlig”, riktig mat, lagad med stolthet.

Jensen berättade också om Njord – ett lokalt varumärke som vill stärka lokala fisk- och skaldjursprodukter (www.njord.se). Rökeriet är med i Njord, ett varumärke som backar upp Jensens affärsidé: Rak, enkel rustik mat med bra råvaror. Råvarorna får därtill gärna vara småskaligt producerade. Jensen fick frågan om vad som är småskaligt? Svaret blev kort och gott: ”Hantverksmässigt” och Jensen betonade att det inte är så noga med definitionerna.

Jensens förädlade produkter faller under kategorin ”premiumprodukter”, och krögaren fick frågan om konsumenterna vill betala för hans varor?

– Den stora majoriteten vill kanske inte det. Men det är religion för mig, och jag tror faktiskt att folk tänker mer och mer på vad de äter. Småskalighet och fina produkter har framtiden för sig.

Från en odlare med erfarenhet av försäljning i större skala kom rådet att nogsamt tänka igenom valet av storlek på förpackning/produkten. Kilopriset kan vara mindre viktigt, vad produkten kostar per förpackning betyder mer för många konsumenter.

# Möjlighetsstudie marin fiskodling

**Susanne Lindegarth** är marinbiolog och forskare vid institutionen för Biologi och miljövetenskap vid Göteborgs universitet, på Tjärnölaboratoriet i Strömstad. Hon sitter även i styrgruppen för Vattenbrukscentrum Väst (VBCV). På workshopen berättade hon om samarbetet mellan Samförvaltningen Norra Bohuslän och Vattenbrukscentrum Väst, ett samarbete som idag sker i flera projekt där Samförvaltningen är ”projektägare” och där VBCV bidrar med kunskap.

Susanne Lindegarth konstaterade att det idag inte finns några fiskodlingar i havet på västkusten. Hon presenterade Vattenbrukscentrum väst vid Göteborgs universitet och en ur centrumbildningen önskad framtidsbild; ett vattenbruk även på västkusten med odling av efterfrågade arter där odlingen anpassats till lokala förutsättningar. Gärna också ett kläckeri för olika marina arter.

Till stöd för utveckling inom marint vattenbruk har VBCV under 2013 genomfört studien ”Marin fiskodling på den svenska västkusten: biologiska förutsättningar”. Studien beskriver de odlingsbiologiska förutsättningarna för marin fiskodling – dvs vilka arter som skulle kunna odlas utmed västkusten därför att det finns tillräcklig kunskap om arternas biologi och odlingsbarhet.

– Kartläggningen resulterade initialt i hela 97 lokala marina fiskarter, berättade Susanne Lindegarth. Efter flera urvalskriterier, bland annat potential för lönsamhet (arter med ett pris under 20 kr/kg hos förstahandsmottagaren valdes bort), landar studien i ett tiotal arter som anses ha ett tillräckligt kommersiellt värde och som ur biologisk synvinkel, bör kunna odlas utmed västkusten. Studien har även kartlagt kunskap om de olika arterna, bland annat i fråga om tillväxthastighet. Det slutliga urvalet av kandidatarter lyfter fram hälleflundra, äkta tunga, piggvar, lyrtorsk, torsk och havskatt. En reservation avs ekonomi för torskodling utfärdades, i dagsläget är kilopriset lågt för torsk vilket sannolikt gör det svårt att få ekonomi vid odling av arten från äggstadiet till matfisk.

Erfarenheter från odling av kandidatarterna i andra länder redovisades. Alla har sina utmaningar i odlingssammanhang, men sammantaget konstaterades att de biologiska förutsättningarna för odling av en rad inhemska arter är goda på Västkusten. I tillägg betonades att det är viktigt att odla på lokala stammar, genetiskt anpassade till de lokala förutsättningarna.

# Tillgång, produkter och marknad – nuläget

**Ilona Miglavs – fiskexpert med erfarenhet från både grossistföretag och detaljister inom fiskhandel,** gav en bild av kandidatarternas marknadsekonomiska förutsättningar utifrån uppgifter från grossister och fiskhandlare. I sin presentation redogjorde hon översiktligt för de olika kandidatarterna med avseende på förädling, marknad och ekonomi liksom för säsongsvariationer och gastronomi per art.

Resan började med **hälleflundra**. Här konstaterades en positiv prisutveckling, men odling av arten kan hämmas av konkurrens av konkurrenten från Stilla havet (Stillahavs-hälleflundra).

–Dessa separeras inte i köken, förklarade Ilona Miglavs. Marknadspriset redovisades som 350-400 kr kg, i Stockholm kan man få uppemot 500 kr/kg. Inpriset, dvs priset som förstahandsmottagaren betalar var 2013 120 kr/kg (cirkapris över året). Hälleflundra odlas i Norge.

– Ur konsumentperspektiv talar mycket för hälleflundran, det är en fisk som ofta likställs med kött, en slags marin tornedå.

Men utmaningar finns; odlad hälleflundra är enligt Ilona Miglavs, ofta mjölkig i köttet. Köttet har därtill ett svart slem som uppfattas negativt av konsumenten.

**Havskatt** hade per den 16 jan 2014 ett inpris på 17 kr. Katten beskrevs som en bra grillfisk – den efterfrågas också mycket under grillsäsongen. Deltagare påpekade att havskatten utomlands används till mycket mer än bara som matfisk. Skinnet går bland annat att använda för andra produkter. **Fläckig havskatt** beskrevs som en annan intressant art. Den har hittills bara hittats vid några enstaka tillfällen i svenska vatten, men är vanligt förekommande utmed norska västkusten ner till Bergen. Arten har visat sig vara lättodlad. Dock förekommer hanteringsproblem då fisken efter slakt tycks ha kort hållbarhet.

Ytterligare en högprisart diskuterades; **Äkta tunga** (sjötunga); föredragshållaren redovisade att under 2013 låg det genomsnittliga inpriset på mellan 80 och 140 kr / kg. En utmaning vid försäljning av vild fisk är minskade svenska fiskekvoterna – den fångas bara som bifångst i annat fiske – samt att den är rombärande under den tid den vistas i svenska vatten. Men det kan vändas till en fördel i odling eftersom det kan leda till ökad efterfrågan på odlad tunga under andra delar av året.

**Piggvar** – även den en högprisart.
– Men odlad piggvar smakar enligt fiskhandlare inte lika bra som vild, sade Illona M. Ordet var fritt och åsikter om smak ventilerades. Är odlad fisk lite träigare och trådigare? Finns där en tendens att få en viss insjösmak? Från företrädare för odlingen anfördes att smaken till stor del beror på foder, uppfödningsmetoder, transport, slakt – brister i smak kan de facto bero på brister i kunskap om hur man odlar och hanterar fisken. Fiskare inflikade att det faktiskt också är skillnad i smaken på vildfisk beroende på var den är fiskad. Det står klart att det är många faktorer som påverkar fiskens smaksättning.

**Torsk redovisades med ett inpris om** 25-40 kr. Torsk över 7 kg betingar kanske 45 kr / kg.
- Priserna har gått ner, torsken är idag svår att odla med förtjänst, de låga priserna har sin bakgrund i ökad tillgång på vild fisk. Avslutningsvis drog Ilona Miglavs en lans för både fiskkonsumtion och odling:
- Biffen är ute, fisken kommer in. 60 procent av oss svenskar vill ha mer fisk på bordet. Det är dags nu att den svenska odlingen lyfter.

# Småskalig odling och fiskförädling

**Nisse och Vicky Ekwall, Tiraholms fisk, är levande bevis på att fiskföretagande i liten skala kan fungera, även på landsbygden. Från gården Tiraholm i Hallands inre, vid sjön Bolmens västra strand, är det 1 mil till närmaste större samhälle och 4 km till grannen. Inga stora turistråk drar förbi, ska man till Tiraholm åker man dit för fiskens skull.**

Tiraholm är en släktgård som paret tidigare drev som lantbruk, men sedan 1984 är det bara fiskodling och fiske som gäller. Sjön Bolmen är en stor resurs med bra bestånd av den eftertraktade gösen och annan insjöfisk. Fiske är en viktig del i företagandet, man fiskar själv samt köper även in fisk från fiskare runt sjön. Gös och ål är de viktigaste arterna för Tiraholm, men man fiskar och handlar även med abborre, brax, gädda och mört. I Bolmen ligger också deras regnbågsodling om cirka 20-25 ton.

– Totalt hanterar vi cirka 30-35 ton fisk per år, berättade Nisse Ekwall.

**Säljer själv**

Sedan odlingen inleddes har mycket hänt. I starten sålde man sin fisk via grossister.

– Men vi fick dåligt betalt, konstaterade företagarna. Det blev en drivkraft för oss att försöka utveckla ett mervärde och själva förädla fisken, säger Nisse. Idag säljs inget via grossister, istället saluförs allt som produceras i egen butik och restaurang. Det finns annat på Tiraholm som gör verksamheten till stigfinnare. Nisse fortsätter:

– Vår kassodling är egentligen alltför liten, det går inte att få någon riktig ekonomi i den. Men fördelar finns; vi har den hemma, vi vet vad det är för fisk, och det är vår egen fisk. Vi vet att vi alltid kan få tag i regnbåge i den storlek och mängd vi vill ha.

Ungfisk köps från lokal stam av sättfiskodlare i närheten. Den väger 30 g när den tas hem för odling. Stigande temperaturer i insjöar konstaterades vara ett problem, men erfarenheten är att fisken faktiskt blivit tåligare inför temperaturökningar. Tiraholm har klarat sig bra från sjukdomsutbrott, man har medicinerat sin fisk två gånger sedan starten 1984.

**All hantering hemma**

Tiraholm har hittat sitt eget recept för framgång. All fisk skärs hemma och regnbågen slaktas på hösten och fryses in. Man jobbar sedan med fryst fisk hela året. På så sätt garanteras tillgång hela året.

– Vi har kallare frysar än normalt, minus 25 grader, inte 18, förklarade Nisse. Vi har inga problem med härskning, fisken kan ligga i frysen upp till ett år. Vi gör så eftersom vi inte kan slakta hela året. Storleken spelar stor roll, i Tiraholm vill man ha en fisk på cirka 1 kg till försäljning av varmrökt hel fisk. För varmrökning i filé får det gärna vara större fisk – gärna 3-4 kg. Samma gäller för gravning, kallrökning och för användning i egna restaurangen.

– Vi började sälja fisk i lite större omfattning 1988, men insåg snart att ska vi kunna fortsätta måste vi utveckla produkterna. Vi måste göra mer för att folk ska komma tillbaks.

Sagt och gjort, på gården började man göra patéer och presterade till och med en gäddkorv (som gav mer i marknadsvärde än pengar…). Gäddkorven uppmärksammades av SAS kundtidning och kvällstidningen GT.

**Mat till fler**
Restaurangverksamheten har sin egen historia.
– I början på 1990-talet fick vi frågan om man inte kunde äta här. Då började vi med att folk fick med sig en bit fisk ut på ett papper. Sen fick vi frågor från grupper som ville äta. Vi fixade en kall buffé, ryktet spred sig och vi behövde tillslut ett bättre restaurangkök.
Därifrån var steget inte långt till att bygga om logen till en liten restauranglokal. Vi hade 40 platser till början, efter hand har vi fått bygga ut.

Högst upp på restaurangens a la carte menyn tronar gösen. Men mångfald råder i köket; årets julbord innehöll 35 rätter med fisk från Bolmen – allt tillagat i Tiraholms restaurangkök. Öppet i restaurang och fiskbutik är det 120-125 dagar per år, 2013 serverades 120 000 pers.

**Marknadsföring viktigt**
Vicky Ekwall betonade vikten av ett bra tänk kring marknad och kommunikation, inte minst med ifråga om pressen. I området kring Tiraholm finns inte mindre än fem lokaltidningar.
– Vi bestämde oss tidigt för att vi ska göra udda saker som gör att tidningarna skriver om oss. Inte jobba med dyra annonser. Landshövdingen drar pressen till sig. Sagt och gjort, Tiraholm har vid varje utvidgning och invigning av verksamhetsgrenar eller nya lokaler lockat dit en potentat som i sin tur har givit positiv press och skapat uppmärksamhet.

Ett grepp för att locka nya besökare är att varje år ha en ny produkt i disken. Det kan vara en ny inläggning eller en ny kryddning av den röka fisken. Fin-fin uppmärksamhet fick företaget när TV4 i januari 2014 uppmärksammade gården i TV-serien ”Sveriges skönaste gårdar” där Vicky och hennes dotter Malin tävlade med sin nyskapande produkt gjord av ”byxan” från gösen, en rensdel som är full av ben och som normalt slängs bort. (http://www.tv4.se/sveriges-skönaste-gårdar)

**En framgångssaga?**
Tiraholms fisk sysselsätter fem personer på heltid året runt, dottern Malin är restaurangchef, och sonen Jonas jobbar med fisket. Dessutom sysselsätter man mellan 20 och 25 ungdomar från bygden sommartid.

Är då Tiraholms fiskföretag en framgångsaga som inte kan upprepas? Jodå, menar Vicky Ekwall.
- Det är möjligt att göra något sådant här trots att man bor långt från allfartsvägarna! Kreativiteten viktig framgångsfaktor – att man tror på sig själv! Ekonomisk försiktighet har varit vår ledstjärna – vi har tjänat ihop pengarna först, och använt dem sedan.

**Frågor:**
Från deltagarna kom frågan om gösbeståndet i Bolmen räcker? Nisse svarade att som det ser ut nu, så räcker fisken. Det är mindre fiske i Bolmen idag än för 20 år sedan. Medelvikten har minskat under årets lopp – men det har den gjort i alla sjöar oavsett om man har fiske el ej. Tankar på gösodling finns, men kunskap saknas ännu.

## Saxat från workshopens gruppdiskussioner:

”Det är en utmaning att hålla fisk i odling över hela året. Könsmogna fiskar blir mkt sämre i köttet och hållbarheten är sämre”

”Småskalig odling kräver förädling – höga produktionskostnader vid småskalighet måste helt enkelt tas igen på annat sätt, förädling ger mervärde.”

”Det är viktigt att spetsa till produkterna, rökt hälleflundra kanske inte är modellen, kanske ska den läggas in? Eller är havskattspaté bättre? ”

”Havskatten är en bra fisk för småskalighet. Det går att producera varor av skinnet. Det är också en rolig fisk att titta på – vid odling kan man ha en tank med tama havskatter som besökarna kan mata.”

”Kilopriset är mindre viktigt, det viktigaste är vad varan eller produkten kostar per styck eller per portion.”

”Efterfrågan på hel fisk minskar – en smart fiskhandlare frågar: ”vill du att jag ska filéa den för dig?” Att erbjuda tjänster i anslutning till varan är viktigt. ”

”Småskaliga producenter har möjligheter att påverka konsumentens beslut, de kan vid försäljning informera om vilken storlek som är bäst för kundens ändamål, de kan ge tips om tillagning och anpassa sig efter varje specifik kunds behov. Storskaliga odlare säljer via återförsäljare/butiker har inte den möjligheten.”

”Ta lite räkor också för det passar bra med torsken” – ”Salesmanship” vid småskalig produktion/försäljning är något annat jämfört med vid produktion i större skala.”

”Vid småskalig odling är det viktigt att tidigt inleda samarbete med lokal förädlare (om man inte vill förädla själv).”

”Många kunder prioriterar kvalitet, i kvaliteten ligger i att man känner till produktens bakgrund. ”Storyn” bakom odlingen är viktig vid utveckling av lokalt varumärke.”

”De lokala produkternas kunder kan finnas regionalt. Jag tror inte att det är det minsta svårt att sälja fisken inom en radie på 50 mil härifrån.”

”Ett lokalt varumärke kan utvecklas och få fäste på en regional och till och med nationell marknad. Märk: Hjälmargös, Kalixrom, – i Stockholm är ett bohuslänskt ursprung lyxigt.”

”Biprodukter kan bli stödjande produkter. En mittbit av laxen ska inte behöva smulas ner i pasta… säljs istället spill som pastalax. Budskap kan ge ett mervärde: Jag slänger inget, jag tar tillvara allting.

”Det är viktigt att göra produkterna tillgängliga – olika kunder vill ha olika saker. Förpackning viktigt.”

”Kan bifångst från till exempel räktrålning kopplas till resurshushållning – vittlinglyra skulle kunna bli mat i odling. Bra story (bifångst utan kommersiellt värde lämnas i odlingen istället för att slängas).”

”Ortsnamn kan vara ett viktigt varumärke – havskatt från Fjällbacka, och hälleflundra från Grebbestad… det är närmarknaden och inte europamarknaden som gäller för småskaliga produkter… ”

Projekt Småskalig marin fiskodling drivs av Samförvaltningen i Norra Bohuslän i samarbete med Göteborgs universitet (Vattenbrukscentrum Väst) och nätverket Fiskekommunerna. Workshopen var ett led i arbetet för att nå projektets mål om att identifiera odlingsarter och realisera initiativ för diversifiering inom yrkesfisket. Fiskodling på land eller i havsbaserade system ses av många fiskare som en framtida attraktiv delsyssla i ett lönsamt yrkesfiske.

GÖTEBORGS UNIVERSITET
VATTENBRUKSCENTRUM VÄST

Samförvaltning
Norra Bohuslän

EUROPEISKA UNIONEN

**SMÅSKALIG MARIN FISKODLING OCH LEVANDELAGRING**

– Beskrivning av teknik och ekonomi

Denna rapport ger en översikt över teknik för marin fiskodling och presenterar ett urval befintliga odlingssystem i Sverige och Norden. Beskrivningen av den teknik som används är huvudsakligen uppdelad efter om verksamheten bedrivs på land eller i havet. Syftet är att ge yrkesfiskare och andra entreprenörer med intresse för odling och lagring av fisk en överblick över möjliga odlingstekniker och hjälp att bedöma dem ur ett hållbarhetsperspektiv.
Rapporten ingår i projekt "Småskalig marin fiskodling (2013-1014).
Ett projekt med Samförvaltningen Norra Bohuslän som huvudman.
Mer information: www.samforvaltningnorrabohuslan.se