

# SMÅSKALIG MARIN FISKODLING OCH LEVANDELAGRING

– Beskrivning av teknik och ekonomi



# Tekniker Vattenbruk

Landbaserad & havsbaserad  
småskalig verksamhet

Anette Ungfors &  
Susanne Lindegarth,

VattenbruksCentrum Väst,  
Göteborgs Universitet



# Upplägg presentation

- Kort om olika tekniker inom land- och havsbaserade system
- Reningsmetoder, och lite kemi
- Presentation av en anläggning från vardera teknik, grundat på studiebesök (fler finns i rapporten)
- SWOT-tabellerna

# Landbaserade system

- RAS (recirkulerande akvakultur system), < 10 % nytt vatten per dygn
- PRAS (delvis/partial RAS), > 10 % nytt vatten
- Akvaponiska system (fiskodling i kombination med växtodling)
- Genomflödessystem (vattnet används en gång, begränsad rening)

# Havsbaserade system

- Semislutna/Slutna system (möjligt att rena utgående vatten från foderrester/fekalier)
- Traditionell öppen kassodling (sjö/kust/hav)
- Integrerad multitrofisk akvakultur (IMTA)
- Offshore (robust tålig teknik)

# Vattenkemi & Reningstekniker

- Primärt att hålla **hög syrenivå** ( $O_2$  oxygen, > 80 %)
- **Stabilt pH**, kring 7,2-8,2 (bikarbonater)
- Låga halter av utsöndrade ämnen och foderrester/fekalier
  - **ammonium** ( $NH_4$ , som kan omvandlas till giftigt ammoniak  $NH_3$ )
  - **koldioxid** ( $CO_2$ ), som annars hämmande och surgörande
  - Reducera **fosfor**-och **kväveläckage** till miljön

# forts. Vattenkemi & Reningstekniker

1. Fysiska metoder – främst för reduktion av **fosfor** och organiskt mtrl

Mekaniska filter 40-90  $\mu\text{m}$ ,



Sedimentering m.h.a. minskad vattenhastighet,

Flotation med luftbubblor

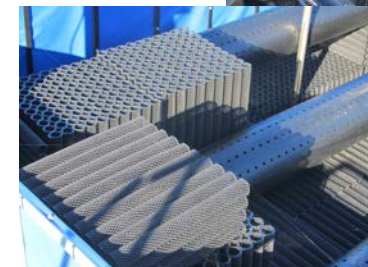


# Forts. Vattenkemi & Reningstekniker

## 2. Biologiska metoder

Främst för **kvävereduktion**, genom *nitrifierande* bakterier i syrerik miljö och *denitrifierande* bakterier i syrefattig miljö. På ytförstorande material.

- Fixa eller fasta bioelement "biobollar"
- Sandfilter
- Tricklingsfilter = biofilter/avgasning **koldioxid**/luftning



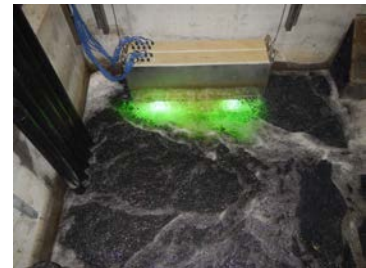
# Forts. Vattenkemi & Reningstekniker

## 3. Kemiska metoder

- Flockning - Fäller ut fosfor med järnsulfid, aggregerar och kan filtreras ut
- Polymerer – avvattnar slam
- Klor används främst som desinficeringsmedel
- Även salt och formalin för av-parasitering

## 4. Fotokemiska metoder (UV-ljus, Ozon)

Reducerar bakterier & virus, och grumlighet





# Studiebesök anläggningar



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	
		Kvalitetskraften AB	Små, Levandelagring	
		Havsbaserad	PRAS	DTU aqua saltvatten
Lerkenfeldt Damnbrug	Mellan-stor			
Akvaponik	Kattastrands Kretsloppsodling			Små
	KTH & Berga Naturbruk			Små
	Scandinavian aquasystems			Små
Genomströmmande	EM-lax AB Fengersfors		Mellan-Stor, sättfisk	
	Kälarna forskningsstation		Små, FOU, avel	
	Hoven Mølle Damnbrug		Stor, 400 ton	
	Semislutet		Neptun (AquaFarm eq.)	Stor, 1000 ton
			Preline, ClosedFishCage, Ecomerden, AgriMarine	Små, FOU's
Offshore	IMTA	Bolag Ocean Forest	Uppstart	
		Öppet (kasse)	Musholm AS	Stor, 3800 ton
			Tjörö lax	Små-Mellan, 50 ton
	Offshore	Tiraholms Fisk	Små, 20 ton	
		Fjärholms lax	Små, 2 ton	
		Musholm AS	Under utveckling	

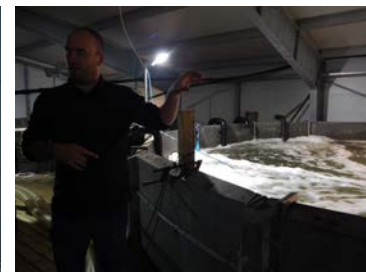
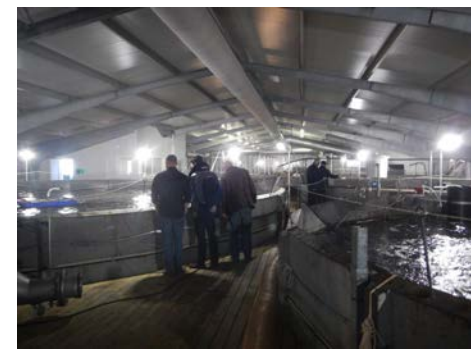
# RAS (recirkulerande)

## Langsand Laks, Danmark

- 3300 m<sup>2</sup> (120 x 28 m) byggdes 2012, och har kapacitet på 1000 ton lax per år, 4-5 kg/st.
- Stark vattenström i betongtankarna ger laxen möjlighet att träna, lägre fetthalt

Mekaniskt filter, pH-justering  
 Biofilter, fast och rörligt – max 3,4 ton foder per dag  
 Avgasningsfilter  
 Syrekonor  
 UV-ljus på del-loop  
 Denitrifikation på del-loop av utgående vatten  
 Polymer, bältesfilter - utgående

- Ca 3 kWh per kg fisk
- 250 liter vatten per kg fisk
- Produktionspris € 4,3 per kg



4 tanks off-flavour, 260 m<sup>3</sup>

3 tanks, 870 m<sup>3</sup>



Denitrifikationsfilter (anaerobt) -bottenplan

3 tanks, 450 m<sup>3</sup>

Mekaniska trumfilter, Biofilter, Trickling, UV

4 tanks 260 m<sup>3</sup>

# PRAS

## Lerkenfeldt Model Dambrug, Danmark

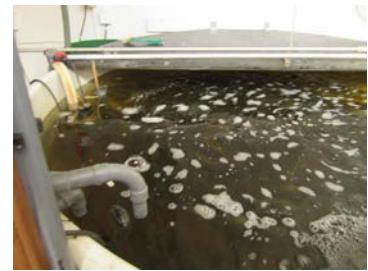
- 550 ton produktion, sættfisk regnbåge (FCR 0,95)
- Anvender grundvatten, borrarat
- Byter ut ca 50 % vatten per dag (3600 m<sup>3</sup>)
- Runda betongkar (Ø 12 m, 3,5 m djupa),
- Vattenvolym=5600 m<sup>3</sup> produktion, 1400 m<sup>3</sup> biofilter, ca 50 % fyllnad biomtri
- Mekaniska filter (40 µm)
- Syresensorer
- Avslamning, dammar, våtmark
- Energiförbrukning ca 2 kWh/kg
- 2400 liter vatten per kg fisk



# Akvaponi

## Kattastrands Kretsloppsodling, Härnösand

- Pekka Nygård har bedrivit denna verksamhet sedan 1996
- Två växthus med växtbäddar, mindre fiskkar 2 m<sup>3</sup>. Produktion ca 10:1.
- Regnbåge, röding, tilapia
- Tomat, gurka, vindruvor, sallad, Pak Choy
- Enda näring man tillför är fodret till fisken, ingen gödsel/konstgödsel. Låg vattenförbrukning. Skyddat i växthus.
- Även bedrivit projekt med vildfångad abborre samt odlad sådan.

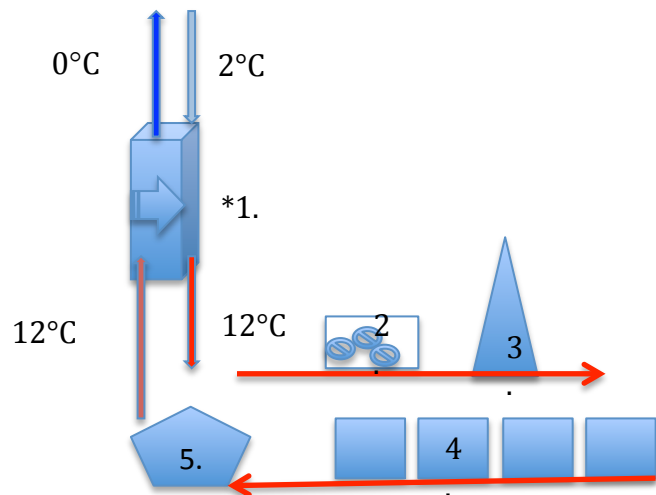




# Genomflödessystem

## EM-lax AB Fengersfors

- Sättfiskproducent regnbåge, röding, G-lax, öring
- Två huvudhallar med separata vattensystem: lilla hallen med uppvärmt vatten 10-12°C (jan-maj, (1,2 m<sup>3</sup>/min) och stora naturlig sjötemperatur.
- In (och utgående) med självtryck



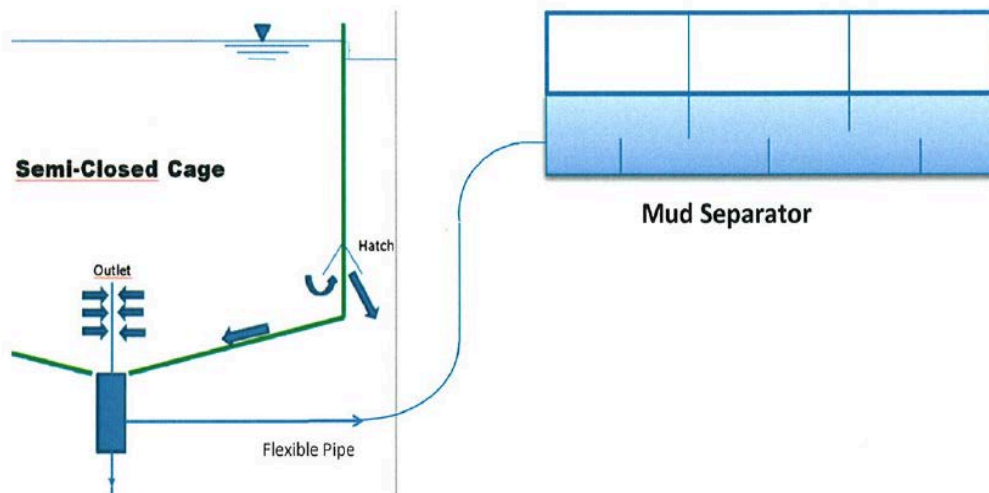
Utgående vatten renas via ett trumfilter (60 µm), reningsvattnet från trumman till slamseparator



# Semislutet

## Neptun, AquaFarm Eq., Norge

- Glasfiberplast,  $\varnothing$  40 m - 20 m djup, 21000 m<sup>3</sup> vatten
- Byts ut på 1 timme, 4 pumpar
- Djupvatten in 25-30 m
- 5-6 % av utflödet till slamavskiljare självtryck
- 200 000 post-smolt, 120 gram, ge 1000 ton
- I maj 9 kg/m<sup>3</sup>, maximal täthet på 25 kg/m<sup>3</sup>



# Traditionell kasse

## Tjärö lax AB, Blekinge

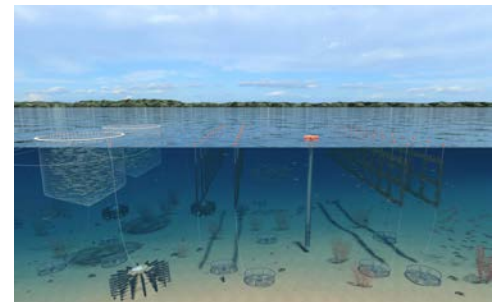
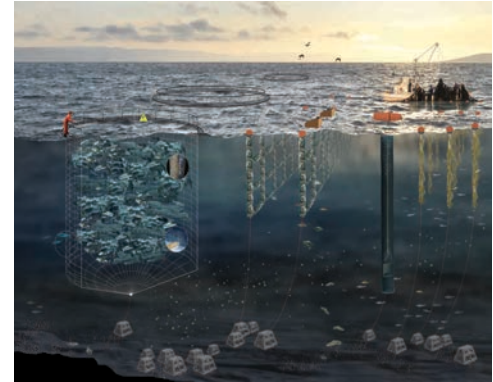
- 50 ton produktion, regnbåge
- Två utsätt/år: 30 grams i juni och 10 grams i september
- 8-9 st. kassar i drift om 10x10 m och 12x12 m, 5-8 m djupa
- Foderautomat "pinne"
- Regnbågen äter (och växer) som bäst vid 15-17°C, viss stödutmatning när temperaturen är 3-4°C. Vid 0°C (januari) äter den inget.
- Slaktklar 1,5-2 år senare, 2 kg st
- Två storlekssorteringar under denna period
- Slaktar regelbundet från april
- Säljpriset varierar från lågt om 30 kr/kg till 45 kr/kg.



# IMTA – multitrofisk odling

## Ocean Forest, Norge

- Bolag mellan Bellona + Lerøy
- Syftet är att i stor skala bygga upp en anläggning med flera arter som innebär både att vattenbruket blir mer miljömässigt hållbart, men som i det stora också bidrar till en miljöförbättring.
- Alger och musslor kan reducera näringsläckage från fiskodlingen, och dessutom använda resurser som annars inte hade varit nyttjade.
- Algerna kan användas som förnyelsebar energi såsom biogas eller bioetanol
- Algerna renar luften på CO<sub>2</sub>.

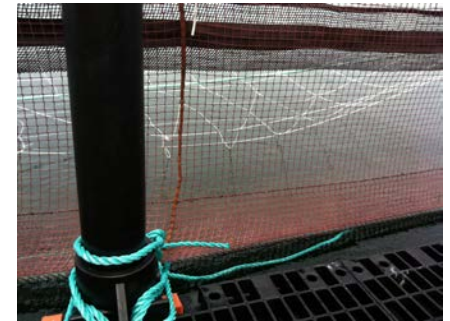




# Offshore

## Musholm AS

- Utflyttning av vattenbruksverksamhet till områden längre ut från kusten (offshore):
  - för att minska miljöbelastning till känsliga kustområden
  - för att minska konflikter med annan verksamhet är ett tänkbart framtida scenario.
  - Kräver robust extra hållbar teknik
  - Nedsänkingsbar? För stormar och isbildning.



# SWOT

- RAS

	Positivt–Hjälpsamt–för att uppnå mål	Negativt–Skadligt–för att uppnå mål
Interna/ Inne- boende orsaker	<p><b>Styrkor</b> (Strengths)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Total rening av vatten, eliminerar lösta (kväve, fosfor) och fasta ämnen</li> <li>• Rymningar förhindras</li> <li>• Ingen sjukdomsspridning till vilda bestånd</li> <li>• Kontinuerlig tillväxt, ökad produktion under året</li> <li>• Låg vattenförbrukning (relativt genomströmmande)</li> <li>• Flertalet arter kan odlas från varmvatten (tilapia) till kallvatten (röding)</li> </ul>	<p><b>Svagheter</b> (Weaknesses)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Startfas dyr, instrument och utrustning</li> <li>• Driftskostnader t.ex. pumpar, kylning, uppvärmning</li> <li>• Daglig kontroll, erfaren personal krävs</li> <li>• Katastrofeffekter om systemfel. Säkerhetstänk!</li> <li>• Om sjukdomar kommer in i systemet behövs sanering.</li> </ul>
Extern/ utan- förlig- gande orsaker	<p><b>Möjligheter</b> (Opportunities)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Strategisk placering av RAS, logistiska vinster, t.ex. i områden utan annat värde</li> <li>• Marknaden får tillgängliga produkter året om</li> </ul>	<p><b>Hot</b> (Threats)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Begränsat intresse hos investerare</li> </ul>

# SWOT

- Semislutet system

	Positivt–Hjälpsamt–för att uppnå mål	Negativt–Skadligt–för att uppnå mål
Inneboende orsaker	<p><b>Styrkor (Strengths)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Slamavskiljning fasta ämnen (fekalier, foderrester)</li> <li>• Rymningar förhindras</li> <li>• Djupvatten ger Stabil och optimal temperatur</li> <li>• Minskad laxlusförekomst pga djupvatten kan pumpas upp</li> <li>• Låg investeringskostnad relativt landbaserad verksamhet</li> <li>• Flyttbar anläggning</li> <li>• Lägre pumphöjd relativt RAS</li> </ul>	<p><b>Svagheter (Weaknesses)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lösta näringsalter läcker ut</li> <li>• Placeras främst kustnära</li> <li>• Startfas dyr, instrument och utrustning</li> <li>• Driftskostnader t.ex. pumpar, O2</li> <li>• Ny teknik kräver erfaren personal</li> <li>• Katastrofeffekter om systemfel. Säkerhetstänk!</li> </ul>
Externa/ utanför- liggande orsaker	<p><b>Möjligheter (Opportunities)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Minskade kostnader för avlusning</li> <li>• Ökat marknadsvärde pga ekologisk produkt</li> <li>• Leasing möjlig av teknik</li> </ul>	<p><b>Hot (Threats)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hållfasthet i mer exponerade lokaler</li> <li>• Storskalig verksamhet, investerare behövs alternativt samorganisering av fler mindre företag</li> </ul>

# SWOT

- Traditionell kasse

	Positivt–Hjälpsamt–för att uppnå mål	Negativt–Skadligt–för att uppnå mål
Interna/ Inne- boende orsaker	<b>Styrkor</b> (Strengths) <ul style="list-style-type: none"><li>• Billig startfas pga relativt billig kostnad för kassar</li><li>• Finns stor erfarenhet av tekniken</li></ul>	<b>Svagheter</b> (Weaknesses) <ul style="list-style-type: none"><li>• Rymningar, genetisk nedsmutsning av vilda bestånd</li><li>• Foderbåt krävs, kostsam investering</li><li>• Relativt stort foderspill, större FCR, vilket kostsamt då foder dyrt (12.5 kr/kg)</li><li>• Möjliga arter beror på odlingens lokalitet</li></ul>
Externa/ utanför- liggande orsaker	<b>Möjligheter</b> (Opportunities) <ul style="list-style-type: none"><li>• Samodling med näringsupptagande arter såsom alger och blåmussla (IMTA) vilket löser näringsutsläpp och ger mervärde</li></ul>	<b>Hot</b> (Threats) <ul style="list-style-type: none"><li>• Svårt med tillstånd pga näringsutsläpp vilket ger lokal övergödning och orsakar intressekonflikt med boende/turism</li></ul>