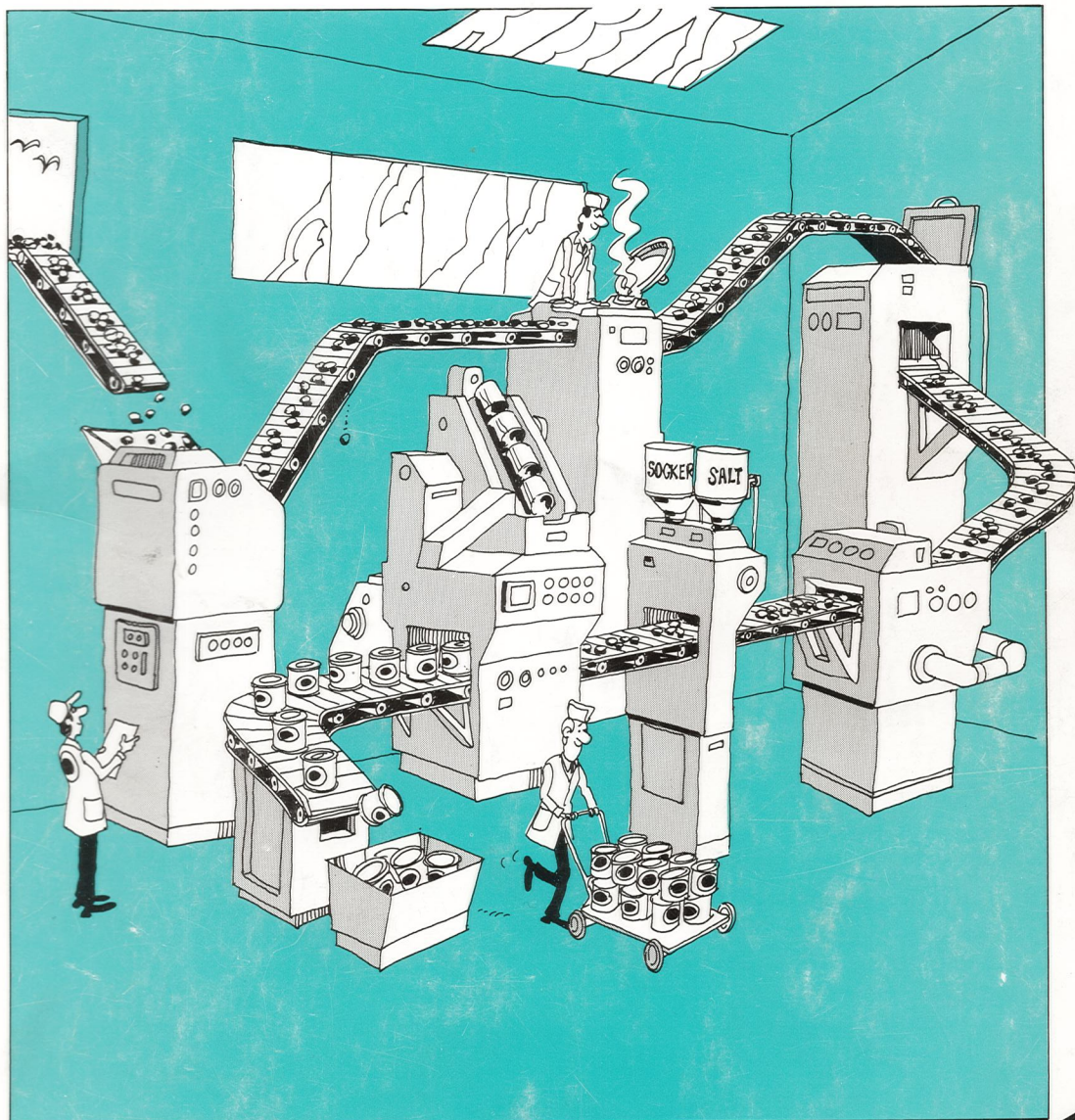


FISKODLING OCH TEKNIK

Vattenbrukets tekniska möjligheter



FORSKNINGSRÅDSNÄMNDEN
i samarbete med
HAVSRESURSDELEGATIONEN

Rapport 82:12

FISKODLING OCH TEKNIK

Vattenbrukets tekniska möjligheter

Rapport från Styrgruppen för vattenbruk
utarbetad av
Hans Ackefors, Lars Adling och Lars-Ove Eriksson

GÖTEBORGS UNIVERSITETSBIBLIOTEK



14000

000527028

*"I havsbandet står jag och tittar
på sulor och labbar och trut
som dyka bland tång och maneter.
.....*

*Makrillen fylkas och väntar och hoppas
Tomflaskor knäcks mot ett hörn utav Tjörn
Bottles of no return.*

*Då ett tu tre dyker upp en gestalt
Hej, hoppeti hå!
Det är en grodman med fenor och allt
Hej, hoppeti hå!
Hej, hoppeti jopplalaa!
"Havet gör mig så gla, så gla
Jag har knuffat en hummer!"
Hej hoppeti hå!"*

Povel Ramel



FORSKNINGSRÅDSNÄMNDEN
i samarbete med
HAVSRESURSDELEGATIONEN

Styrgruppen för vattenbruk:

Ackefors, Hans, ordf	Delegationen för naturresursforskning, FRN, och zoologiska institutionen, Stockholms universitet, Stockholm
Grip, Kjell	Delegationen för samordning av havsresursverksamheten, Göteborg
Holmström-Dhejne, Nina, v ordf	Delegationen för samordning av havsresursverksamheten, Göteborg
Johnsson, Rune	Svenska västkustfiskarnas centralförbund, Göteborg
Larsson, Bengt, sekr	Institutionen för husdjursförädling och sjukdoms-genetik, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala
Lundholm, Bengt	Delegationen för naturresursforskning, FRN, Stockholm
Nyman, Lennart	Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm
Peterson, Hans	Ewos AB, Södertälje
Sigfridson, Richard	Länsstyrelsen i Göteborgs och Bohus län, Göteborg
Westerberg, Leif	Distributions AB Dagab, Solna

Fiskodling och teknik.

Vattenbrukets tekniska möjligheter. Rapport från Styrgruppen för vattenbruk, FRN och DSH, Utarbetad av Hans Ackefors, Lars Adling och Lars-Ove Eriksson.

Utgivare: Forskningsrådsnämnden i samarbete med Delegationen för samordning av havsresursverksamheten, Göteborg, och Styrelsen för teknisk utveckling.

Copyright: FRN och författarna

Fiskvinjetter: Curt Ljungberg

Teckningar i övrigt: Nils Peterson

Tryck: Temdahls Tryckeri AB, Östervåla, 1982.

Distribution: Förlagstjänst, FRN, Box 6710, 113 85 Stockholm.

ISSN 0348-3991

ISBN 91-86174-14-2



Inneh

FÖRORD	.....
SAMMANFATT	.....
ENGLISH SUMM	.....
INTRODUKTIO	.....
HISTORIK	.....
TEKNIK FÖR O	.....
ODLINGSTEKN	.....
Lågteknologi	.....
Genomfl	.....
Dammod	.....
Tidvatter	.....
Inhägnad	.....
Flytande	.....
Nedsänkt	.....
Bottenod	.....
Sea ranch	.....
Lake ranch	.....
Högteknologi	.....
Varmvat	.....
Energikä	.....
Arter tän	.....
ODA-tekn	.....
RECIRKULATIO	.....
Vad är et	.....
Risker och	.....
Vattenbe	.....
Variabler	.....
MUSSELODLING	.....
Västkusten	.....
Odlingsteknik	.....
Skörd och för	.....
FISKODLINGSM	.....
Odling me	.....
TRANSPORT AV	.....
VATTENKVALIT	.....
Kriterier på v	.....
Desinfektions	.....
STYR- OCH REGI	.....
Mikroprocess	.....
System med in	.....

Innehållsförteckning

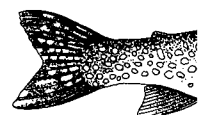
FÖRORD	5
SAMMANFATTNING	7
ENGLISH SUMMARY	9
INTRODUKTION TILL VATTENBRUK	11
HISTORIK	14
TEKNIK FÖR ODLING	16
ODLINGSTEKNIKER	21
Lågteknologi	21
Genomflödessystem	21
Dammodling	21
Tidvattenodling	23
Inhägnader av sund och vikar	23
Flytande odling	23
Nedsänkt odling	25
Bottenodling	25
Sea ranching	26
Lake ranching	26
Högteknologi	26
Varmvattenodling	26
Energikällor	27
Arter tänkbara för varmvattenodling	29
ODA-teknik	31
RECIRKULATIONSSYSTEM	33
Vad är ett recirkulationssystem?	34
Risker och fördelar	35
Vattenbehandlingsmetoder	36
Variabler i recirkulationssystem	38
MUSSELODLING	39
Västkusten som odlingsmiljö	39
Odlingsteknik	40
Skörd och förädling	41
FISKODLINGSMETODIK	42
Odling med optimal temperatur under rom- och yngelstadiet	43
TRANSPORT AV LEVANDE FISK	45
VATTENKVALITET I ODLINGSMILJÖN	47
Kriterier på vattenkvalitet	47
Desinfektionsteknik	48
STYR- OCH REGLERTEKNIK	50
Mikroprocessorer och laxodling	50
System med integrerade mikroprocessorer	52

FODER OCH FODERUTVECKLING	53
Färskfoder	53
Semi-moistfoder	53
Torr-foder	54
Distribution av foder	54
Utveckling av foderautomater	55
Utvecklingstendenser inom foderframställning	56
ENERGIANALYSER	58
Beräkningsgrunder vid energianalyser	58
Energiflödesberäkningar	60
BIOLOGISK TEKNIK	61
Genetisk manipulation	61
Hormonell manipulation	62
Miljömanipulation	62
Extensiv odling	62
ÖVERVINTRINGSTEKNIK	63
Problem vid övervintring	63
Metoder för övervintring	63
MILJÖTEKNIK	65
Dammodling	66
Genomflödessystem	67
Kassodling	68
Musselodling	68
STORLEKSSORTERING OCH SLAKT	69
DISTRIBUTION OCH FÖRÄDLING	71
Distribution av färsk fisk	71
Fryslagring	72
Torkning och rökning	72
FORSKNING OCH UTVECKLINGSARBETE	73
Forskning och teknikutveckling	73
Förslag till forskningsuppgifter	77
Förslag till forskargrupper	79
Kostnader	80
ORDFÖRKLARINGSLISTA FÖR VATTENBRUK	82
TEKNIKTERMER	85
ARTLISTA FÖR VATTENBRUK	88
REFERENSER	91

Föron

"Ge en människa
och hon har ma
Lär henne att o
och hon har ma

Kinesiskt ordspråk



skaldjur och alg
belyste möjlighe
internationella u
biologi, teknik s
naturresursdele
ten (DSH) 1981
analysera möjlig
ar och kustområ

Sedan 1960-tale
former för odlin
gits i anspråk i

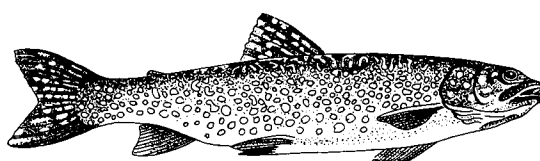
Den självklara u
biologiska mate
bart samarbete
då kan biologerr
nik. För att tek
sakkunskap. För
det ske en sund

Vid utarbetande
vet, industrin, s
rades den tekni
av ny teknik. La
och material fr
han de erhållna
och med hjälp a
sammanställts o
Lars-Ove Erikss

Förord

"Ge en människa en fisk,
och hon har mat för dagen.
Lär henne att odla fisk,
och hon har mat för hela livet."

Kinesiskt ordspråk



På initiativ av naturresursdelegationen inom FRN bildades under 1979 en arbetsgrupp för att utröna möjligheterna till kommersiell odling av fisk,

skaldjur och alger i Sverige. Våren 1980 överlämnade gruppen en rapport*, som belyste möjligheterna för vattenbruk samt gav en bakgrundsbeskrivning av den internationella utvecklingen. För att grundligare klarlägga frågeställningar inom biologi, teknik samt marknad och ekonomi m m tillsatte forskningsrådsnämndens naturresursdelegation och delegationen för samordning av havsresursverksamheten (DSH) 1981 gemensamt en styrgrupp. Dess uppgift blev att mer detaljerat analysera möjligheten till en uppbyggnad av svensk odlingsverksamhet i våra sjöar och kustområden.

Sedan 1960-talet har det pågått ett stort tekniskt utvecklingsarbete som givit nya former för odling. Teknik från jordbruk och industri har också modifierats och tagits i anspråk inom vattenbruk.

Den självklara utgångspunkten för allt tekniskt utvecklingsarbete måste vara det biologiska materialet. Men för att tekniker och biologer skall kunna få ett fruktbart samarbete så måste biologerna undersöka olika arters krav på miljön. Först då kan biologerna ställa de rätta frågorna till teknikerna vid utveckling av ny teknik. För att tekniken skall kunna anpassas till verkligheten behövs ekonomisk sakkunskap. Först när biologi, teknik och ekonomi förenas på ett riktigt sätt kan det ske en sund utveckling inom vattenbrukets område.

Vid utarbetande av denna rapport sammankallades representanter för näringslivet, industrin, statliga och halvstatliga institutioner. Vid två olika möten diskuterades den tekniska utvecklingen inom odlingstekniken och det behov som fanns av ny teknik. Lars Adling, styrelsen för teknisk utveckling, insamlade synpunkter och material från denna referensgrupp för teknologi. Därefter sammanfattade han de erhållna synpunkterna i en preliminär rapport. På basis av detta material och med hjälp av nya bidrag från olika personer har föreliggande rapport skrivits, sammanställts och redigerats av Hans Ackefors, styrgruppen för vattenbruk, och Lars-Ove Eriksson, Umeå universitet.

Författarna är speciellt tacksamma för underlagsmaterial och synpunkter som lämnats av Hans Börjesson, Curt Gelin, Joel Haamer, Per Olsson, Åke Persson, Tore Sterner och Lars Wihlborg. Vi är fullt medvetna om brister och luckor i det material som presenteras nedan. Det ger dock en överblick över de olika tekniska områden som har anknytning till fisk- och skaldjursodling.

Avsikten med denna rapport är främst att stimulera svensk industri till nytänkande och tekniskt utvecklingsarbete inom vattenodlingens område. Eftersom fiskodling befinner sig i en expansiv fas i många länder är det väl befogat att svensk industri uppmärksammar detta område. Odling av fisk, kräftdjur, musslor och marina alger kommer att utgöra en allt större del av våra skördar från hav och sjöar.

Även om Sverige har ett svagt utvecklat vattenbruk innebär det inte att vi har sämre förutsättningar än Danmark, Norge och Finland, som alla har betydligt större odlingsvolym. En satsning av svensk industri på odlingsanläggningar, utrustning och hjälpmedel vid drift och slakt samt teknik för förädling av produkterna är väl befogad, inte minst med tanke på de exportmöjligheter som finns.

Många svenska företag satsar nu också på vattenbruk utifrån olika utgångspunkter. De kan grovt indelas i sådana som tillverkar utrustning för odlingsändamål och sådana som själva ägnar sig åt att odla fisk eller skaldjur. Inom den första kategorin kan man urskilja företag, som producerar kringutrustning av konventionellt slag och sådana som tillverkar specifik odlingsutrustning eller komponenter, som enbart används i odlingar.

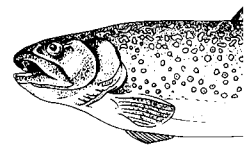
Till de företag, som själva börjat odla, hör bl a industrier, som har överskott på värme, syre m m. Spillvärme i skilda former är i vissa odlingssystem en viktig komponent vid odling av fisk och skaldjur.

Förutom FRN och DSA har styrelsen för teknisk utveckling (STU) bidragit med ekonomiska medel för tryckning av denna rapport.

Hans Ackefors

Ordförande i Styrgruppen för vattenbruk

Sammanfattning



Under 1950- och 1960-talet avsedd för intensivt bruk i silos, tråg, m m börjar utvecklas.

Även satsningar på bygga med avancerade tekniska lösningar lades för att ta tillvara kommunalt avloppsvatten.

Intressanta system för produktion av närsaltlösningar omvandlas därefter till verklighet.

Integrerade system för tomatodlingar är i utveckling. Restprodukterna används som foder. Detta kan vara broen mellan fiskodling och foderproduktion.

Experiment med O₂ i den. Det från 800- till 1000 höga koncentrationer av O₂ i vattnet.

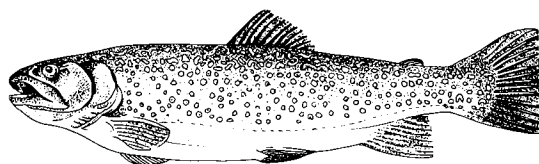
Foderteknik och närsaltlösningar. Färskfoder, semi-mässigt, ensilering av fiskavfall i system.

System med integrerat sk styr- och reglerat bruk av automater m m. Att köns mogna.

Köns mogna fiskar köns mogna stammar tekniker.

* Svensk Akvakultur — Näringsgren för framtida försörjning och sysselsättning. FRN, rapport nr 28-N 1980, sammanställd av Hans Ackefors.

Sammanfattning



I flera årtusenden har fiskodling bedrivits i Asien på ett ekologiskt riktigt sätt genom återanvändningsteknik och mångartssystem. Fiskodlingar och jordbruk har integrerats.

Under 1950- och 1960-talen påbörjades en teknikutveckling i västvärlden främst avsedd för intensiva odlingssystem och monokulturer. Kassodlingar, bassänger, silos, tråg, m m började ersätta den gamla dammodlingstekniken.

Även satsningar på högteknologiska recirkulations- eller genomflödessystem uppbyggda med avancerad teknik gjordes i flera länder. Varmvattenodlingen utvecklades för att ta tillvara geotermisk energi, spillvärme från industrier, värmen i kommunalt avloppsvatten m m.

Intressanta system med algodlingar eller odlingar av andra vattenväxter för reduktion av närsalter i recipienter håller på att utvecklas. Algproduktionen omvandlas därefter till biogas. Algodlingar på land med sprayteknik håller på att bli verklighet.

Integrerade system med tillvaratagande av sol- och vindenergi för fisk-, alg- och tomatodlingar är på experimentstadiet. System för etanolframställning, där restprodukterna används för fiskodling, provas. Avfall från industrier och jordbruk används som foder eller substrat för odling av föda åt fiskar. En modell för detta kan vara broileruppfödning, maskproduktion och fiskodling.

Experiment med OTEC-kraftverk för energiframställning görs i tropiska områden. Det från 800–1000-metersnivån till ytan pumpade havsvattnet innehåller höga koncentrationer av närsalter som utnyttjas för vattenbruk.

Foderteknik och näringsfysiologi är centrala frågor i alla intensiva odlingssystem. Färskfoder, semi-moist och torrfoder används i varierande omfattning. Teknik för ensilering av fiskavfall och industrifisk utvecklas för att passa in i vissa odlingssystem.

System med integrerade mikroprocessorer, bordsdator, mikrodator används i den sk styr- och reglertekniken för manipulation av dagsljuslängd, reglering av foderautomater m m. Avsikten är bl a att öka tillväxten per fodergiva och försena könsmognaden.

Könsmogna fiskar är ett av fiskodlingens stora problem. Framtagning av sent könsmogna stammar, enkönade populationer eller sterila fiskar görs nu med olika tekniker.

Teknik för övervintring av fisk i vatten som tillfrysar under vintern håller på att utvecklas. Frågorna hur underkylt vatten skall undvikas och hur artificiell strömsättning skall skapas liksom framställning av nya fodertyper lämpade för fiskens vinterbehov är väsentliga forskningsuppgifter.

Vatten måste kontrolleras och renas inom anläggningarna med hjälp av biofilter, mekaniska filter, UV- och ozonbehandling. En ny miljöteknik håller på att utvecklas för att reducera närsaltsutsläppet, partikulärt material, foderrester och exkrementer som bildas i odlingen och förs ut med utgående vatten.

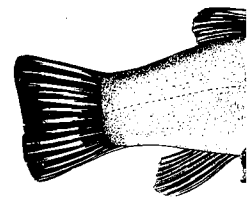
Storlekssortering, hantering och slakt är arbetsmoment som kräver delvis ny teknik. I marknaden finns dock viss maskinell utrustning tillgänglig. System med bl a mobila slakterier bör utvecklas.

Distribution och förädling av odlade produkter är viktiga moment i marknadsföringen. Filetering, frysning, rökning, torkning och förpackningsteknik är olika delar i hanteringen av råvarorna.

Forsknings- och teknikutveckling måste stimuleras inom olika områden. Förslag till forskningsuppgifter inom allmän odlingsteknik, vattenkvalitet, foderteknik, biologisk teknik, styr- och reglerteknik, miljöteknik, energiteknik, transportteknik, musselodlingsteknik samt inom hantering, bearbetning och förädling framläggs i denna rapport.

Forskargrupper för allmän odlingsteknik och för biologi/teknik föreslås liksom en arbetsgrupp för utprovning av utrustning och apparater.

Techno aquacu



In the Western world systems and monocultures, silos, throughs etc. r

Several countries have flow systems built up developed to utilize age etc.

Interesting methods reduction of nutrient is thereafter transformed on land using th

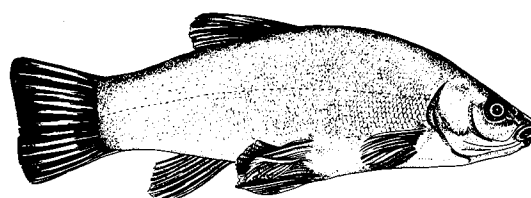
Integrated systems wing are in the expensive the waste products agricultural waste is u fish. A model for br outlined.

Experiments using in the tropics. Water large concentrations

Feeding techniques intensive culture systems le. Methods for the for adaptation in ce

Systems using integ in the so-called au length, regulation increase the ratio o

Technology and aquaculture



Fish have been farmed in Asia for several thousand years in a truly ecological manner through recycling and multi-species culture. Fish farming and agriculture have been integrated.

In the Western world a development of techniques primarily for intensive culture systems and monocultures began in the 1950s and 60s. Cage cultivation, tanks, silos, troughs etc. replaced the old dam cultivation system.

Several countries have also invested in highly technical recirculation or through-flow systems built upon advanced techniques. Warm water cultivation has been developed to utilize geothermal energy, waste heat from industry, domestic sewage etc.

Interesting methods for the cultivation of algae or other water plants for the reduction of nutrient levels in receivers are being developed. The algae produced is thereafter transformed through fermentation into biogas. The cultivation of algae on land using the spray technique is on the way to becoming a reality.

Integrated systems utilizing solar and wind energy for fish, algae and tomato growing are in the experimental stage. Methods for the production of ethanol, where the waste products are used for fish farming are being tried out. Industrial and agricultural waste is used either as food or as a substrate for the growing of food for fish. A model for broiler production, worm cultivation and fish farming has been outlined.

Experiments using OTEC plants for the production of electricity are being made in the tropics. Water pumped to the surface from a depth of 800—1000 m contain large concentrations of nutrients which are used in aquaculture.

Feeding techniques and nutritional physiology are of prime importance in all intensive culture systems. Fresh, semi-moist and dry fodder are used on a large scale. Methods for the ensilage of fish waste and industrial fish are being developed for adaptation in certain cultivation systems.

Systems using integrated microprocessors, tabletop and micro computers are used in the so-called automatic control technique for the manipulation of daylight length, regulation of feeding automats etc. The aim among other things is to increase the ratio of growth to food and to retard sexual maturity.

Sexually mature fish is one of the biggest problems in fish farming. The breeding of late maturing strains, single sex populations or sterile fish is being achieved with different techniques.

A method for the overwintering of fish in water which freezes during winter is being developed. Techniques for the avoidance of super cooled water and the creation of artificial currents and the development of new types of fodder adapted for the winter needs of fish are important research objectives.

Within the farming plants water must be checked and purified in the containers with the help of both biological and mechanical filters, ultra violet and ozone treatment. A new environmental technique is being developed to reduce the outflow of nutrients, particulate matter, food remains and excrement produced in cultivation and carried out in the outflowing water.

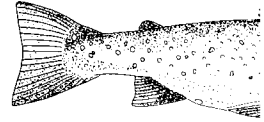
Size sorting, handling and slaughter are operations which to a certain extent crave new techniques although there are certain mechanical aids available on the market. Methods using for example mobile slaughter machines ought to be developed.

Distribution and refining are important operations in the marketing of cultured products. Filleting, freezing, smoking, drying and packaging are some of the different processes in the handling of the raw products.

Research and the development of techniques must be stimulated in all spheres of cultivations. Proposals for research objectives in general cultivation techniques, water quality, feeding and biological techniques, automatic control, environmental energy, transport and mussel culture techniques as well as handling, treatment and refining are put forward in this report.

The formation of research groups for the development of general culture techniques and biological techniques as well as a working group for the evaluation of equipment and machinery are recommended.

Introduktion vattenbruk



år. Antalet tillstånd för vattenbruk har ökat betydligt färre.

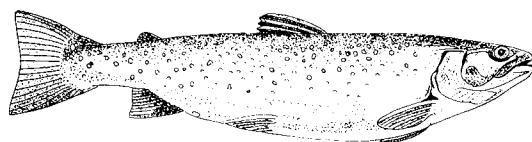
I analogi med jordbruk har vattenbruk blivit ett nytt uttryck för akvakultur och definitivt en viktig vändning och definition.



Vattenbruk innebär inte bara odling av fisk, utan även alger till skillnad från jordbruk. Därjämte kan det handla om kräftdjur. Därjämte kan det handla om odlade fisker.

Fiskevården utgör en viktig del i vattenbruk. Vattenbruk är en förutgående sättningsbar fisk och en viktig del i sportfisket. Därav kan det handla om fisker.

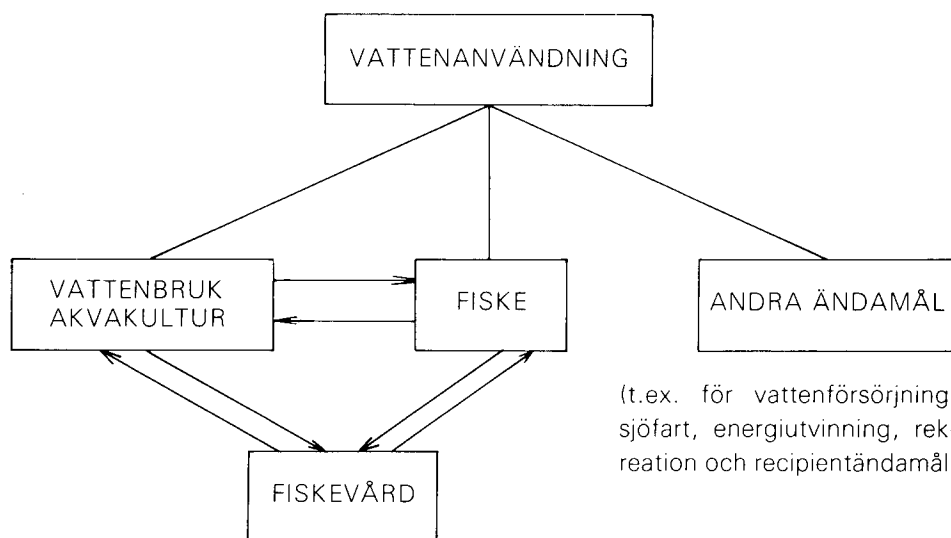
Introduktion till vattenbruk



Sedan mitten av 1970-talet har intresset för fisk-och musselodling ökat kraftigt. Antalet ansökningar om odlingstillstånd har vissa år varit mer än dubbelt så många som föregående

år. Antalet tillstånd uppgår nu till ca 500. Antalet odlingar i drift är dock betydligt färre.

I analogi med jordbruk och skogsbruk myntades begreppet vattenbruk, ett synonymt uttryck för akvakultur. Nedan följer en schematisk uppdelning av vattenanvändning och definition av olika begrepp.



Vattenbruk innebär odling av vattenorganismer som fisk, musslor, kräftdjur och alger till skillnad från fiske, där man fångar vilda bestånd av fisk, musslor och kräftdjur. Därjämte skördas icke-odlade alger i hav och sjöar.

Fiskevården utgör ett medel att förbättra och förstärka vilda bestånd genom utsättning av juvenil fisk, olika former av biotopvård samt reglering av fisket. Vattenbruk är en förutsättning för den del av fiskevården, som innebär odling av utsättningsbar fisk och andra organismer för att på sikt förbättra yrkesfisket och sportfisket. Därav följer också att vattenbruk och fiske hänger intimt samman.

Betydelsen av fisk och skaldjur i det svenska kosthåll är ofta förbisedd. Jordbrukets beroende av fiskmjöl som djurfoder är okänt för många människor, liksom olika industriernas behov av kemiska produkter framställda ur marina alger.

För närvarande grundas 3/4 av den totala fisk- och skaldjurskonsumtionen på import. Totalt har den årliga konsumtionen ett värde av 3,4 miljarder svenska kronor. Trots en betydande export av fisk var handelsunderskottet för fiskprodukter 1,1 miljard kronor under 1980.

Beträffande viktiga kemiska produkter, framställda ur marina alger för livsmedels-, läkemedels-, textil- och färgmedelsindustrin är vi helt beroende av importerade varor. Värdet av dessa är svårt att beräkna, men torde uppgå till mer än 100 miljoner kronor per år.

Konsumtionen av fisk och skaldjur är ca 27,5 kg (1980) per person och år. Motsvarande kött-, fjäderfä- och fläskkonsumtion är 64 kg. Det bör emellertid observeras att Sverige importerar ca 100.000 ton fiskmjöl per år. Därjämte producerar vi själva ca 10.000 ton. För framställning av denna kvantitet fiskmjöl behövs det ca 500.000 ton fisk. Under 1980 användes ca 100.000 ton fiskmjöl för att föda upp broiler, svin och nötkreatur. Det motsvarar 12,5 kg fiskmjöl eller 56 kg fisk

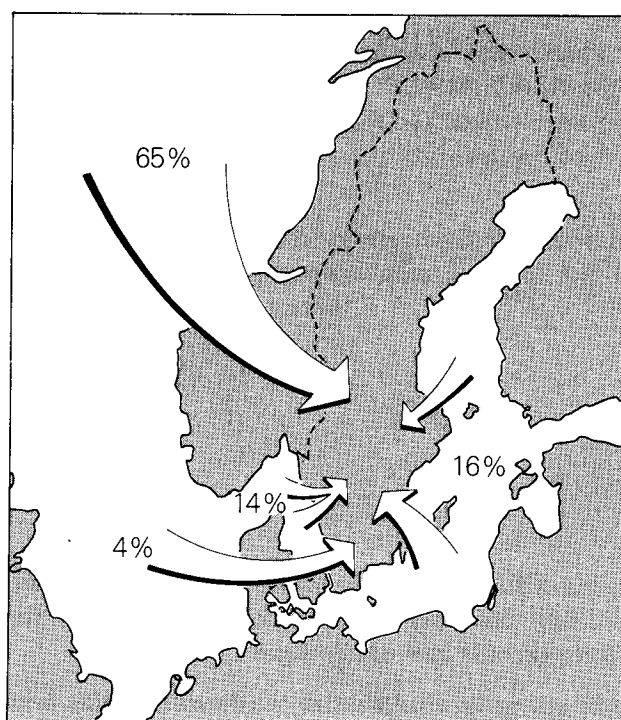
per person och år. Värde indirekt. Denna kvantitet fiskprodukter är således och fiskprodukter per

Fisk och skaldjur är näring är mycket fördelaktig lättsmält och innehåller i alla fall överlägsna näringsämnen mer medvetna om.

Prisutvecklingen med de köttsubventioner, livsmedel.

Det finns därför all anledning för fiskprodukter, så tillfredsställande sätt för odling av fisk, kräver av ett svenskt vilt och ökad sysselsättning

I förlängningen av de siella näringen i kom kunnande inom hela säljas till andra länd bildning stimulera ut



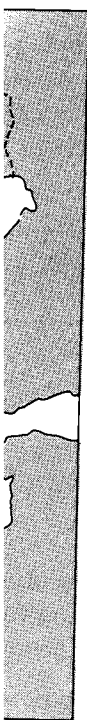
Figur 1. Sverige importerade år 1979 ca 570 000 ton fisk och fiskprodukter om fiskmjölet räknas om till färsk fisk. Vårt eget havsfiske var drygt 200 000 ton. Efter export förbrukade vi själva ca 650 000 ton. Kartans procentsiffror anger den relativa mängden av import + eget fiske från olika havsområden.

ofta förbisedd. Jordbruks-
nga människor, liksom
ur marina alger.

rskonsumtionen på im-
miljarder svenska kro-
ottet för fiskprodukter

ur marina alger för
är vi helt beroende av
en torde uppgå till mer

er person och år. Mot-
t bör emellertid obser-
. Därjämte producerar
et fiskmjöl behövs det
i fiskmjöl för att föda
skmjöl eller 56 kg fisk



produkter om fiskmjölet
Efter export förbruka-
mängden av import +

per person och år. Varje svensk konsumerar således 84 kg fisk per år direkt eller indirekt. Denna kvantitet omräknat för hela Sveriges befolkning blir nästan 700.000 ton/år. Härav utgör havsfiskets fångst ca 200.000 ton. Vårt beroende av fiskprodukter är således mycket stort. Sverige har den största importen av fisk och fiskprodukter per innevånare i hela världen (fig. 1).

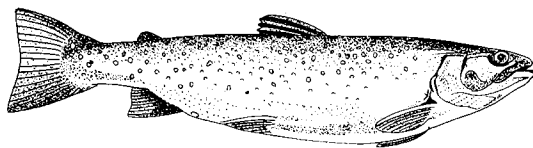
Fisk och skaldjur är näringsriktig kost. Fiskproteinets aminosyrasammansättning är mycket fördelaktig med hänsyn till vårt näringsfysiologiska behov. Fiskfett är lättsmält och innehåller fleromättade fettsyror. Fisk och skaldjur är därför i många fall överlägsna andra livsmedel, vilket konsumenterna i Sverige blir mer och mer medvetna om.

Prisutvecklingen med bl a starkt ökade priser på kött, delvis orsakade av minskade köttsubventioner, har gjort att fisk relativt sett är ett för konsumenten billigt livsmedel.

Det finns därför all anledning för en odlare att se ljust på en framtida marknad för fiskprodukter, såvida marknadsföring och distribution kan hanteras på ett tillfredsställande sätt. Räknar vi dessutom in våra goda naturliga förutsättningar för odling av fisk, kräftdjur, musslor och alger är möjligheterna stora för utveckling av ett svenskt vattenbruk — en näringsgren som kan ge ekonomisk tillväxt och ökad sysselsättning inom landet.

I förlängningen av detta resonemang ligger också förhoppningen att den kommersiella näringen i kombination med forskning och utbildning skall ge ett gediget kunnande inom hela vattenbruksområdet, ett kunnande som kan utvecklas för att säljas till andra länder. Inte minst bör det finnas en ambition att genom bl a utbildning stimulera utvecklingen av vattenbruket i olika u-länder.

Historik



I flera årtusenden har en relativt enkel teknik använts i Asien för odling av karp. I grävda eller naturliga dammar, har man i Kina utvecklat på

empirisk väg en odlingsteknik, som är mycket energisnål. Den kan tjäna som mönster för den återanvändningsteknik, som nu utvecklas i västerlandet i energikrisens skugga. Odlingarna är ofta integrerade med jordbruk. Avfall från svinodlingar och gröna växter göder dammarna. Detta skapar hög naturlig produktion av plankton och bottendjur. Polykulturer med olika karparter och andra fiskar, som utnyttjar olika näringsnischer, har givit högproduktiva odlingssystem. Det karakteristiska med denna odlingsteknik är således att ingen fabricerad föda ges till fisken utan endast energi i form av gödsel eller växter, som ger en naturlig produktion av föda. Odlingstekniken skulle kunna betecknas som halvintensiv av denna anledning.

När intresset för fiskodling blev allt större på 1950- och 1960-talen i västerlandet satsade man framförallt på monokulturer och intensiva odlingssystem. I dessa började man så småningom ge fabriksstillverkat torrfoder till fisken. I vårt grannland Danmark dominerar dock fortfarande våtfoder, som tillverkats av skrapfisk (industrifisk) och bindemedel.

Kassodlingar blev med tiden allt vanligare och ersatte dammodlingen i många länder. Man ställde också stora förväntningar på sofistikerad högteknologisk teknik som recirkulerande system. Men höjda energipriser och teknisk-biologiska svårigheter gjorde emellertid att lågteknologiska system som kassodlingar blev dominerande.

Många försök görs för närvarande att efter kinesisk modell skapa integrerade system. Avfall från olika industrier omvandlas till fiskfoder. Spillvärme från industrier och kraftverk används för att odla varmvattensarter. Vattensystem avsedda för andra ändamål används samtidigt för fiskodling o s v.

Ett effektivt utnyttjande av biologiskt material inom vattenbruket ställer stora krav på biologiska och tekniska kunskaper. Den teknik som bör användas inom vattenbruk bestäms av odlingsform, odlingens placering, vilken/vilka arter man avser att odla samt de specifikationer på slutprodukt som föreligger. Oberoende av odlingsform måste tillämpning av tekniska erfarenheter alltid ske med hänsyn till det odlade materialet och omgivande miljö.

Vattenbruk kan utvecklas både som en självständig näringsgren och som en verksamhet integrerad i industrier med överskottsenergi. För en integrering krävs högteknologiska recirkulations- eller genomflödessystem utformade efter varje

särskild industris för samarbete mellan bio

De odlingsformer som rustade. Den odlings elektroniska system/ men är sällan samma ställer på design, för odlingsgrenar kommer kunskap att öka. Det bruket att tekniken integreras på ett biologiskt rige.

särskild industris förutsättningar. Ett utvecklingsarbete måste bedrivas i intimt samarbete mellan biologer, tekniker och ekonomer för att ge ett gott resultat.

De odlingsformer som idag utgör basen för svenskt vattenbruk är tekniskt sett väl rustade. Den odlingsapparat som nyttjas är ofta uppbyggd kring mekaniska och elektroniska system/komponenter. Komponenterna kan i sig vara avancerade, men är sällan sammansatta och utvecklade för de speciella krav som vattenbruk ställer på design, funktion och driftsäkerhet. För utveckling av nya attraktiva odlingsgrenar kommer emellertid kravet på förfinad biologisk och teknologisk kunskap att öka. Det är av stor betydelse för framsteg inom det svenska vattenbruket att tekniken med utgångspunkt från biologiska kriterier anpassas till och integreras på ett biologiskt riktigt sätt i de odlingsformer som blir aktuella i Sverige.

a årtusenden har en
enkel teknik använts
för odling av karp. I
eller naturliga dammar,
in i Kina utvecklat på
nål. Den kan tjäna som
las i västerlandet i ener-
bruk. Avfall från svin-
hög naturlig produktion
parter och andra fiskar,
tiva odlingssystem. Det
ngen fabricerad föda ges
ter, som ger en naturlig
nas som halvintensiv av

1960-talen i västerlandet
odlingssystem. I dessa
till fisken. I vårt grann-
tillverkats av skrapfisk

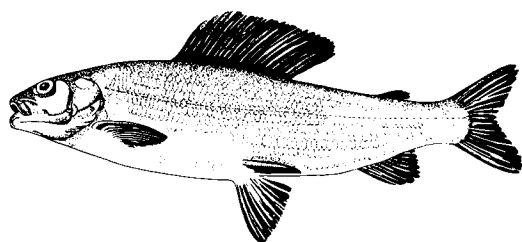
lammodlingen i många
rad högteknologisk tek-
och teknisk-biologiska
som kassodlingar blev

skapa integrerade sys-
Spillvärme från indust-
Vattensystem avsedda

tenbruket ställer stora
om bör användas inom
vilken/vilka arter man
föreligger. Oberoende
alltid ske med hänsyn

gren och som en verk-
en integrering krävs
utformade efter varje

Teknik för odling



Vattenbruk bygger på kunskap om organismernas *biologi*. Men bara med en riktig *teknik* kan man också uppnå kravet på en god *ekonomi*. Inom dessa tre huvudområden finner man olika ämnesgrenar, som var för sig är viktiga och betydelsefulla

faktorer (Ackefors & Gydemo, 1982). För att uppnå optimala betingelser måste man således ta hänsyn till många saker (fig. 2).

För att lära känna de djur och alger som man avser att odla är det väsentligt att ha grundläggande kunskaper i olika ämnesgrenar inom biologin som *ekologi*, *etologi*, *fysiologi* och *genetik*. För att odla behöver man dessutom insikter i *avelsmetodik*, *reproduktion*, *näringsfysiologi* och *patologi*.

I den här rapporten skall vi emellertid speciellt behandla tekniska aspekter på odling. Då bör man t ex ha kunskaper inom VVS-teknologi, byggnadsteknik, foder-teknologi, elektronik, biokemi, vattenkemi, styr- och reglerteknik och miljö-teknik samt stora praktiska kunskaper om redskap, båtmotorer m m. Som framgår av innehållsförteckningen har det inte varit möjligt att täcka alla områden.

I detta avsnitt skall vi främst principiellt gå igenom de olika momenten vid igång-sättandet av odlingar som (1) planering av anläggningen, (2) odlingsbehållarna, (3) praktiska färdigheter och hjälpmedel, (4) förökning, (5) yngel- och sättfiskproduk-tion, (6) transport av levande fisk, (7) produktionsmetoder, (8) foder, (9) sjukdo-mar, (10) miljöeffekter, (11) skörd och slakt, (12) förädling och (13) distribution. Genomgången blir rapsodisk och gör inte anspråk på att vara heltäckande.

Planering

Vid planering av en odlingsanläggning bör man sträva efter ett så fördelaktigt odlingsläge som möjligt. Det skall erbjuda skydd för vindexponering, skydd mot isrörelser på vintern, ha lagom strömmande vatten etc. Om anläggningen ligger på land är vattenfrågan viktigast att lösa. Finns det tillräckligt med vatten och till rätt kvalitet?

Energifrågan är också mycket väsentlig. Vilken temperatur har intagsvattnet? Finns det tillgång till industriell spillvärme?

EKOLOGI
FYSIOLOGI
ETOLOGI
REPRODUKTION
AVELSMETODIK
NÄRINGSFYSIOLOGI
PATOLOGI

VATTENKOSTNADER
ENERGIKOSTNADER
FODERKOSTNADER
MATERIAL-KOSTNADER
ARBETSKOSTNADER
INVESTERINGS-KOSTNADER
JURIDISKA ASPEKTER

KOSTVANOR
SOCIAL OCH KULTURELL TRADITION
SUBVENTIONER

Figur 2. Biologiska, tekniska och ekonomiska aspekter på vattenbrukets utvecklingen av färdiga produkter (Ackefors & Rosén, 1979 och 1982).

ibruk bygger på kunskap
ganismernas *biologi*. Men
ned en riktig *teknik* kan
också uppnå kravet på en
ekonomi. Inom dessa tre
områden finner man oli-
nesgrenar, som var för sig
tliga och betydelsefulla
timala betingelser måste

la är det väsentligt att ha
ogin som *ekologi*, *etologi*,
i insikter i *avelsmetodik*,

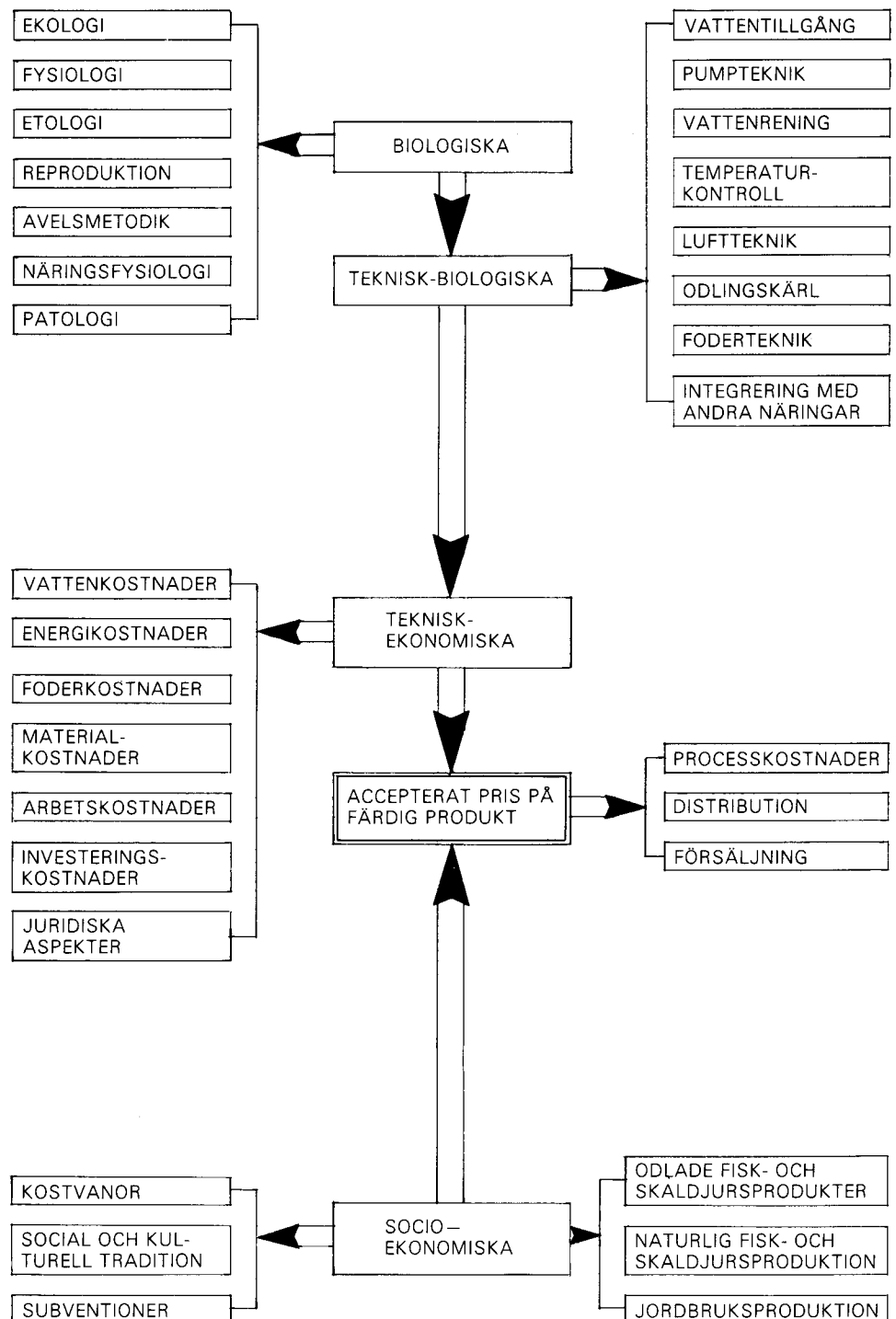
lla tekniska aspekter på
ogi, byggnadsteknik, fo-
reglerteknik och miljö-
notorer m m. Som fram-
att täcka alla områden.

ka momenten vid igång-
(2) odlingsbehållarna, (3)
ngel- och sättfiskproduk-
er, (8) foder, (9) sjukdo-
ng och (13) distribution.
vara heltäckande.

fter ett så fördelaktigt
exponering, skydd mot
m anläggningen ligger
ickligt med vatten och

tur har intagsvattnet?

Teknik för odling



Figur 2. Biologiska, teknisk-biologiska och teknisk-ekonomiska faktorer som jämte prisutvecklingen av färdiga produkter styr utvecklingen inom akvakultur. (Modifierat efter Ackefors & Rosén, 1979 och Ackefors, 1980).

När man sedan bygger anläggningen är givetvis en mängd byggnadstekniska aspekter viktiga. Goda insikter i VVS-teknik och förmåga att hitta den bästa tekniska lösningen på "att flytta vatten" är många gånger en avgörande faktor för lönsamheten om odlingen är landbaserad. För grävning av dammar är hydrologiska och geologiska kunskaper viktiga. Sist men inte minst är de juridiska och miljömässiga aspekterna mycket väsentliga (Anon. a, d, 1982).

Odlingsbehållarna

Odlingsbehållarna och deras utformning kan tyckas vara självklara och enkla saker. Men mycket forskning och utvecklingsarbete återstår innan vi vet hur dessa skall utformas. Skall nätkassen vara rund eller fyrkantig, vilken storlek och vilket djup bör den ha, skall det finnas skyddstak? Detta är väsentliga faktorer, som bör beaktas vid utformningen av nätkassar för odling av skilda arter. Konstruktionen bör grundas på etologiska och ekologiska kunskaper om varje arts beteende, behov m m. Därtill kommer frågor som rör materialkännedom för att erhålla största hållfasthet, minsta påväxt av alger m m.

Praktiska färdigheter och hjälpmedel

Praktiska färdigheter i "fiskeritekniska" spörsmål som redskapskännedom, tågvirke, reparation av nät, svetsning, enklare motorkunskap m m är viktiga för en odlare. Vattenbruket som är en ny näringsgren har i flera fall drabbats av "lycksökare" utan dessa praktiska kunskaper. Det bör betonas att odling av fisk kräver yrkesskicklighet även i praktiska göromål.

Förökning

Förökning av djurmaterialet sker i många fall vid särskilda sättfiskodlingar. Den biologiska tekniken i samband med avel förbigås här (se Anon. e, 1982). För laxreproduktionen kan nämnas de många kompensationsodlingarna som vattenfall har längs våra kuster. Utvecklingsarbete inom avelsmetodiken är väsentligt för att öka tillväxten, foderkonverteringen och försena könsmognaden. Möjligheten att genom avelsarbete få tillgång till enkönade eller sterila populationer kommer säkerligen att revolutionera fiskodlingen.

Yngel- och sättfiskproduktion

Produktionen av juvenil fisk och smolt för utsättning i vildvatten eller för produktion i konsumtionsodlingar sköts i regel av sättfiskodlare. Den använda tekniken är tråg, dammar och recirkulerande system. Lämplig teknik för värmekontroll, vattenströmning, vattenrening och avfallsteknik utnyttjas i den senare metoden. En speciell foderteknik för yngel och juvenil fisk används.

Produktion av fisk och skaldjur

Produktion av fisk och skaldjur för konsumtion kan ske extensivt (t ex musselodling eller genom ranching av fisk) och intensivt (nätkasse, damm, cirkulära bas-

sänger). Teknikerna nyttjar den naturliga eller är fastsittande (och förankringsanordningar) och lyftanordningar. Den är ett viktigt redskap

Den intensiva produktionen av torrfoder, semimoistfoder, teknisk under utveckling

Foderautomater för utvecklingsarbete återstår av odlingsarbetet.

Under produktionen av sorter, utsorter, sorter, strömbildare, tryck

I bassänger eller dammar för luftning och

Utnyttjande av spillvatten snabbare tillväxt och även styr- och reglering för att öka tillväxten

Tekniken för produktion av speciellt applicerbara få stor betydelse i n

Miljöteknik

Utsläpp av närsalter till miljön. Strävan bör hållits i miljörapport behärska avfallsproduktion jämfört med deponering, men lo

Skörd och slakt

Skörd och slakt inom 30 ton liten regnbåsa, sortering, avlivning, många arbetskräva större fisk på 2 kg och således en betydande mekanisera slakter

mängd byggnadstekniska
ga att hitta den bästa tek-
r en avgörande faktor för
ng av dammar är hydro-
minst är de juridiska och
l, 1982).

ta självklara och enkla sa-
tår innan vi vet hur dessa
g, vilken storlek och vilket
sentliga faktorer, som bör
lda arter. Konstruktionen
varje arts beteende, behov
m för att erhålla största

redskapskänedom, tåg-
ap m m är viktiga för en
fall drabbats av "lycksö-
att odling av fisk kräver

da sättfiskodlingar. Den
Anon. e, 1982). För lax-
lingarna som vattenfall
odiken är väsentligt för
smognaden. Möjligheten
la populationer kommer

lvatten eller för produk-
Den använda tekniken
nik för värmekontroll,
s i den senare metoden.
s.

ttensivt (t ex musselod-
, damm, cirkulära bas-

sänger). Teknikerna är vitt skilda. Den extensiva innebär att organismerna ut-
nyttjar den naturliga produktionen i vattenmassan och lever fritt i vattnet (fisk)
eller är fastsittande (musslor). Musselodlingstekniken med bojar, linor, plastband
och förankringsanordningar är förhållandevis enkel. Skördebåten med kraftblock
och lyftanordningar för kontroll av musselband och linor under produktionstiden
är ett viktigt redskap.

Den intensiva produktionen av fisk i t ex nätkassar innebär bl a utfodring med
torrfoder, semimoist foder eller våtfoder. Ensilering av foder är en relativt ny tek-
nik under utveckling som innebär många fördelar men även nackdelar.

Foderautomater för utfodring är bl a beroende av elektronisk teknik. Mycket ut-
vecklingsarbete återstår för att rationalisera foderhanteringen som är en tung del
av odlingsarbetet.

Under produktionens gång kommer odlaren i kontakt med problem som storleks-
sortering, utsortering av köns mogna fiskar, sjuk fisk m m. Övervintring förutsät-
ter strömbildare, tryckluftsanordning eller pumpteknik.

I bassänger eller dammodlingar på land använder man bl a pumpteknik, appa-
rater för luftning och syrsättning, förutom flera av de ovan nämnda teknikerna.

Utnyttjande av spillvärme kräver en speciell teknik som gör det möjligt att få
snabbare tillväxt och att odla varmvattenskrävande arter. I inomhusodlingar kan
även styr- och reglerteknik utnyttjas för reglering av dagslängd, utfodring m m
för att öka tillväxten. Tekniken kräver mikroprocessorer och datateknik.

Tekniken för produktion av stor fisk i recirkulerande system är ännu inte kom-
mersiellt applicerbar (jfr yngelproduktion). I en nära framtid kan sådana system
få stor betydelse i matfiskproduktionen.

Miljöteknik

Utsläpp av närsalter, exkrementer och foderrester kan lokalt bli en belastning för
miljön. Strävan bör vara att minska utsläppen med lämplig miljöteknik som fram-
hållits i miljörapporten (Anon. b, 1982). I landbaserade odlingar kan man lättare
behärska avfallsproblematiken. I stort sett är utsläppen från odlingar försumbara
jämfört med dem från industrier, skogsbruk, jordbruk, kommuner och luft-
deponering, men lokalt kan de innebära effekter på miljön.

Skörd och slakt

Skörd och slakt innebär en stor arbetsbörda för odlaren. En odlare som producerar
30 ton liten regnbåge på i genomsnitt 500 g skall handha 60 000 fiskar! Håvning,
sortering, avlivning med CO₂ och strupskärning, avblodning, rensning innebär
många arbetskrävande moment. Som jämförelse kan nämnas att produktion av
större fisk på 2 kg eller däröver hade inneburit slakt av endast ca 15 000 fiskar
och således en betydligt mindre arbetsbörda. Odlare av stora kvantiteter fisk bör
mekanisera slakten. Sorterings- och slaktmaskiner finns tillgängliga i handeln.

Musselskörden innebär kanske ännu större arbetsinsats med hänsyn till de stora kvantiteter som skall dras upp ur vattnet. Skördebåt eller skördeflotte med lyftanordning är helt nödvändiga redskap.

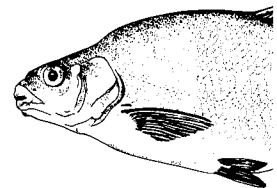
Förädling och distribution

Många odlare säljer sin skörd oförädlad medan andra förädlar produkterna innan de säljs. Förädling kräver ibland stora investeringar i kyl- och frysutrymmen, fileteringsmaskiner, rökanordningar, förpackningsutrustning etc. Förädling av blåmusslor kräver likaledes stora investeringar i maskiner för byssusdragning, autoklivering, skalseparering, frysning m m.

Vid distribution av färsk fisk måste den isas och en så rak kylkedja som möjligt är nödvändig. För längre transporter krävs särskilda ismaskiner för produktion av rund is så att fisken inte skadas.

Distributionen kan ofta kräva speciell teknik som vacuumförpackning. Hållbarheten kan också förlängas genom rökning. Kallrökning vid högst +23°C eller varmrökning vid ca 70°C är de två metoder som används.

Odlings



direkt odling för att hä
Odlingsteknikerna bru
tensiva odlingsteknike
lågteknologi avses dan
cirkulerande system, c
krävande odlingar räk

Lågteknolog

Odlingarna kan antin
skrivs schematiskt de
bassänger m m och i s
rar m m eller i öppna
är fastsittande (musse

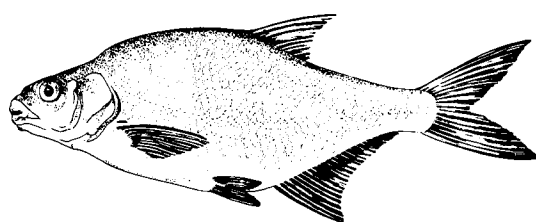
Genomflödessy

Många genomflödessy
tekniken vid sådan od
trågodlingar av laxsm
tenkvalitén (pH, grun
behövs för övervakni
mar kan genomflödet
och naturlig syrsättn

Dammodling

Dammodling lämpar
ning av sättfisk som s
odling är dammodlin
(luft) kan dock med e
rande skovelhjul för s
vid ökas avsevärt.

Odlingstekniker



För att öka den naturliga produktionen av vattenorganismer per yt- och tidsenhet kan olika odlingstekniker tillgripas förutom s k fiskevårdande åtgärder. De senare kan i vissa fall vara bättre instrument än

direkt odling för att höja produktionen (se miljörapporten "Som fisken i vattnet"). Odlingsteknikerna brukar indelas i extensiva och intensiva odlingsformer. Den intensiva odlingstekniken kan i sin tur indelas i lågteknologi och högteknologi. Med lågteknologi avses dammodling, kassodling och annan enklare teknik, medan recirkulerande system, olika typer av varmvattensodlingar eller andra mer teknikkrävande odlingar räknas till högteknologi.

Lågteknologi

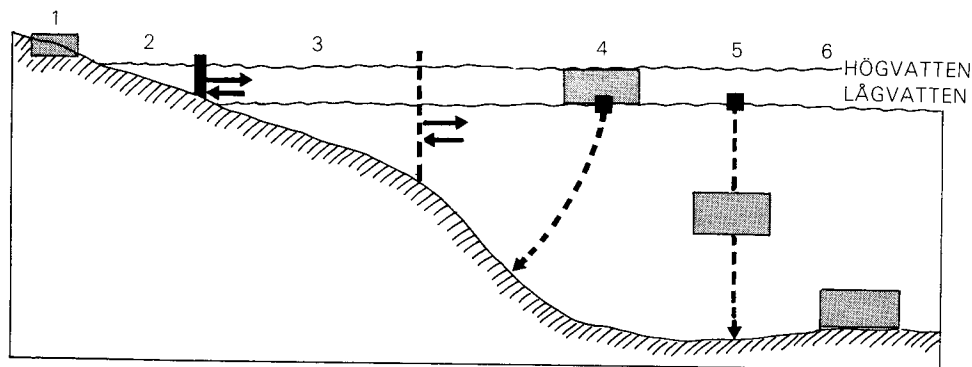
Odlingarna kan antingen placeras på land eller i olika vattensystem. I fig. 3 beskrivs schematiskt deras placering i miljön. På land odlar man i dammar, tråg, bassänger m m och i sjöar och hav kan man odla i inhägnade vikar, nätkassar, burar m m eller i öppna system där djuren rör sig fritt (sea- och lake ranching) eller är fastsittande (musselodling).

Genomflödessystem

Många genomflödessystem kräver riklig tillgång på vatten av god kvalitet. Bas-tekniken vid sådan odling är väl känd och utvecklad i Sverige och används bl a vid trågodlingar av laxsmolt. I många odlingar har man dock tidvis problem med vattenkvalitén (pH, grumlingar, gasövermättnad och närsalter) och teknikutveckling behövs för övervakning och reglering av odlingsmiljön. I andra system som dammar kan genomflödet av vatten vara mindre än i tråg på grund av bl a självrening och naturlig syrsättning.

Dammodling

Dammodling lämpar sig i Sverige framför allt vid extensiv odling och vid uppfödning av sättfisk som skall ha god överlevnadsförmåga i naturvatten. Vid intensiv odling är dammodling lämpad för arter som har låga krav på syretillgång. Syre (luft) kan dock med enkla tekniska hjälpmedel tillföras vattnet bl a genom roterande skovelhjul för samtidig cirkulation av vattnet (fig. 4). Fisktätheten kan därvid ökas avsevärt.



Figur 3. Schematisk bild över olika lokaliseringar av skilda odlingstekniker.

Landbaserad odling

1a. **Dammodling** lämpar sig vid intensiv odling framförallt för fisk med låga krav på syretillgång. Syre (luft) kan dock med enkla tekniska hjälpmedel tillföras vattnet bl a genom roterande skovelhjul för samtidig cirkulation av dammens vatten.

1b. **Genomflödessystem** kräver riklig tillgång på rent vatten. Tekniken vid sådan odling är väl känd i Sverige bl a från kompensationsodlingar av framförallt laxsmolt.

1c. **Recirkulationssystem** erbjuder de största möjligheterna att med teknologiska insatser maximera produktionen vid intensivodlingar.

Sjö- och havsbaserad odling

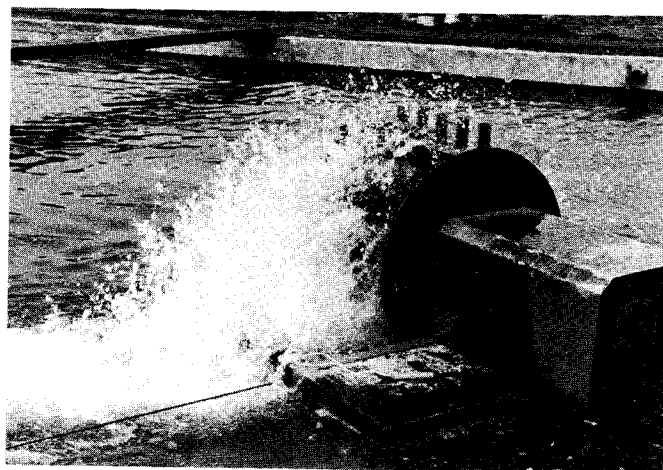
2. **Tidvattenodling** saknar naturliga förutsättningar i Sverige.

3. **Inhägnader** av sund och strandområden för fiskodling förekommer för närvarande inte i Sverige.

4. **Flytande odling** innebär framförallt odling i kassar. De naturliga förutsättningarna för denna odlingsteknik är relativt gynnsamma i Sverige. Begränsande faktorer är miljöpåverkan, låg temperatur under vinterhalvåret och isbildning.

5. **Nedsänkt odling** kallas bl a repodling av musslor. Sådan odling kan förväntas få ökande betydelse. Nedsänkta kassar kan eventuellt användas för odling och/eller övervintring av fisk.

6. **Bottenodling** kan komma till användning för odling av fisk, musslor och ostron till havs och i kustområden.



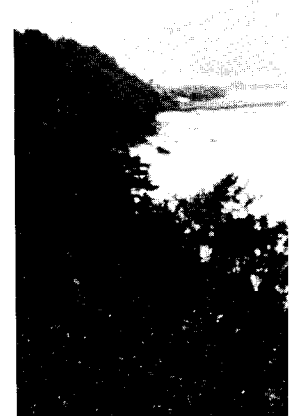
Figur 4. Roterande skovelhjul för syrsättning och cirkulation av vattnet är en mycket vanlig teknik i utländska dammodlingar. (Foto: Okänd fotograf).

Tidvattenodling

Innebär oftast extensivt bruk av vattnet för produktion av fisk. Förutsättningar i Sverige är för närvarande ytterst obetydliga och sällsynta.

Inhägnader av fisk

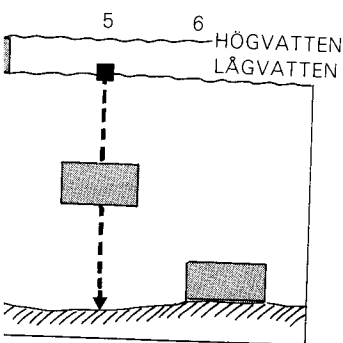
Denna form av vattenbruk är landsdelsbaserad för intensiv produktion av fisk. Den är dock inte av den naturliga produktionen för uppfödning av fisk.



Figur 5. Inhägnade vikar i kustländer. Bilden visar en avspärrad viken.

Flytande odling

Flytande odling innebär odling i kassar (fig. 6). Odlingstypen har blivit vanlig i Sverige. De naturliga förutsättningarna för denna odlingsteknik är relativt gynnsamma i Sverige, som har gott om odlingsmaterial.



av skilda odlingstekniker.
baserad odling

odling saknar naturliga för-
Sverige.

r av sund och strandområ-
ling förekommer för närva-
Sverige.

odling innebär framförallt
De naturliga förutsättnin-
na odlingsteknik är relativt
Sverige. Begränsande fakto-
verkan, låg temperatur un-
tret och isbildning.

odling kallas bl a repodling
dan odling kan förväntas få
lse. Nedsänkta kassar kan
ändas för odling och/eller
fisk.

g kan komma till använd-
av fisk, musslor och ostron
ustområden.



vattnet är en mycket vanlig

Tidvattenodling

Innebär oftast extensivt utnyttjande av den partikeltransport som sker med tidvattnet för produktion av t ex musslor. Denna form av odling har inga naturliga förutsättningar i Sverige, då skillnaderna mellan ebb och flod på västkusten är ytterst obetydliga och saknas helt i Östersjön.

Inhägnader av sund och vikar

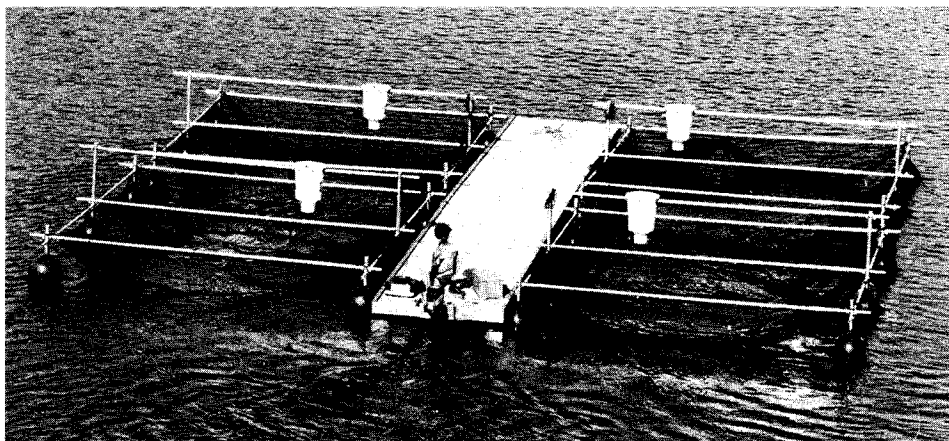
Denna form av vattenbruk förekommer inte i Sverige. Tekniken används utomlands dels för intensivuppfödning och dels för extensiv odling med tillvaratagande av den naturliga produktionen som föda åt fisken. I Japan är detta en vanlig odlingsform för uppfödning av "yellow tail" (fig. 5).



Figur 5. Inhägnade vikar och sund med nätstängsel används för intensivodlingar i många länder. Bilden visar en avspärrning för odling av "yellow tail" i Japan. (Foto: Bo Holmberg).

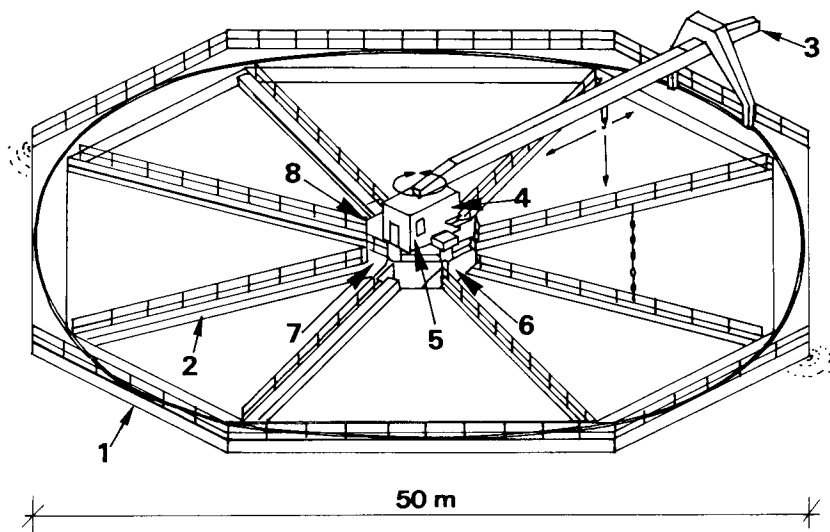
Flytande odling

Flytande odling innebär framför allt odling i kassar med en volym av 50—500 m³ (fig. 6). Odlingstypen har inneburit ett genombrott för vattenbruket bl a i Norge. De naturliga förutsättningarna för denna typ av odling är relativt gynnsamma i Sverige, som har gott om vatten med egenskaper som krävs för hög kvalitet på det producerade materialet.



Figur 6. Flytande nätkassar för odling av fisk kan ihopkopplas med en flytbrygga och framföras i vattnet med hjälp av en utombordsmotor. (Foto: Tore Sterner).

Många konstruktioner och tekniska lösningar för kassodlingssystem finns numera i marknaden. Den senaste i raden representeras av "Giant Cage". Detta är en koncentrerad, industriellt utformad flyttbar enhet på 8 000 m³ med en kapacitet för ca 160 ton fisk (fig. 7). Den innehåller mäss, foderförråd, slaktrum, kylrum maskinrum, 360° svängbar kran och har en långt driven mekanisering. Det är ännu för tidigt att bedöma om denna typ av anläggning kommer att utgöra ett konkurrenskraftigt alternativ. Hela anläggningen är flyttbar och är avsedd för öppna vatten.

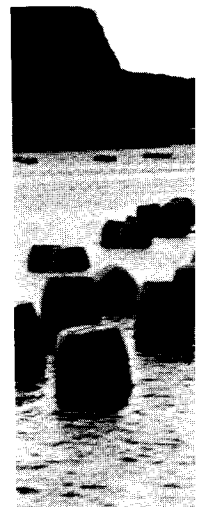


Figur 7. "Giant Cage" är en jättestor nätkassekonstruktion för fiskodling. Totalt omfattar den en odlingsvolym av 8 000 m³.

- | | |
|-------------------------------|---------------|
| 1. Yttre ponton | 5. Mäss |
| 2. Radiell ponton. | 6. Foderlager |
| 3. Kran med 360° aktionsradie | 7. Slaktrum |
| 4. Maskinrum | 8. Kylrum |

Nedsänkt odling

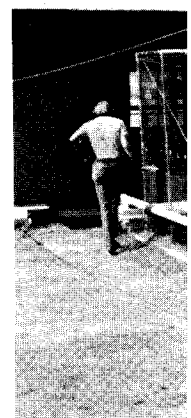
Nedsänkt odling kallas för en odlingsteknik som har stor potential utmed svenska kusterna och användas för odling av fisk.



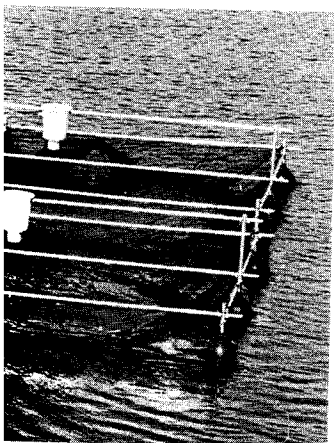
Figur 8. Musselodling på nedsänkt odling.

Bottenodling

Bottenodling används för odling av fisk i stora burar med volym på 100-200 m³.

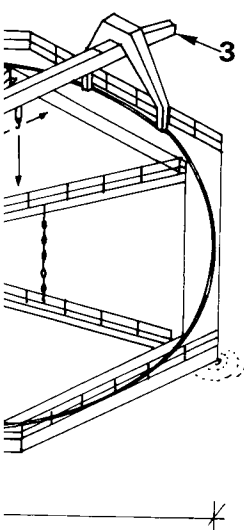


Figur 9. I varmare trakter används bottenodling för odling av fisk (Foto: Ivar).



as med en flytbrygga och fram-
e Sterner).

odlingssystem finns nume-
y "Giant Cage". Detta är en
8 000 m³ med en kapacitet
erförråd, slaktrum, kylrum
en mekanisering. Det är än-
kommer att utgöra ett kon-
par och är avsedd för öppna



r fiskodling. Totalt omfattar

Nedsänkt odling

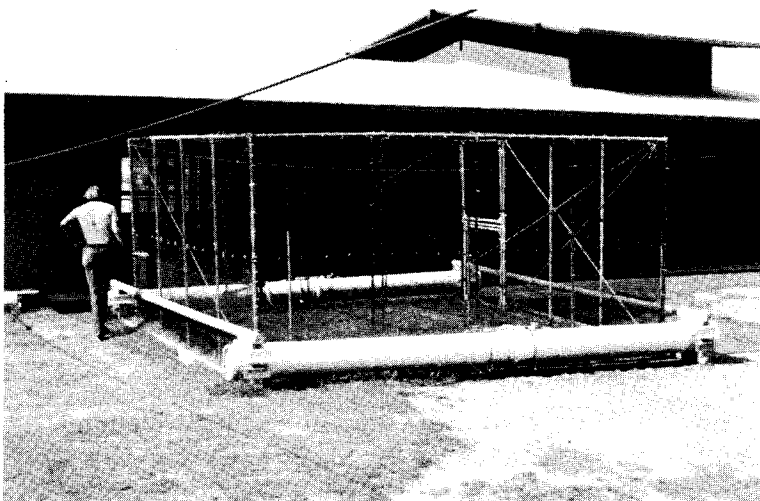
Nedsänkt odling kallas bl a repodling av musslor. Musselodling har en mycket stor potential utmed svenska västkusten (fig. 8). Nedsänkta kassar kan också användas för odling av fisk.



Figur 8. Musselodling på svenska västkusten (Foto: Hans Ackefors).

Bottenodling

Bottenodling används för odling av fisk, musslor och ostron i havs- och kustområden. Denna typ är oprövad i Sverige men utomlands påträffar man i varmare trakter stora burar med volymer på 50—100 m³ placerade på botten (fig. 9).



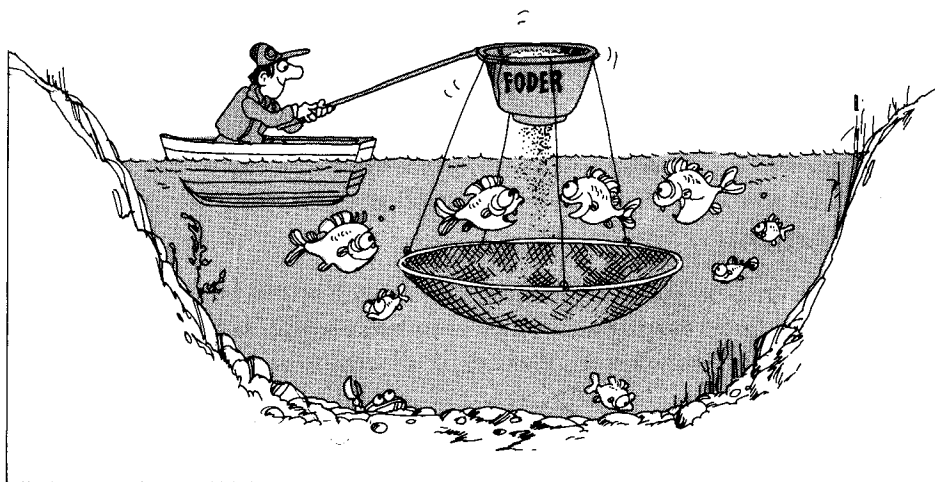
Figur 9. I varmare trakter används stora burar, som placeras på botten av ett kustområde, för odling av fisk (Foto: Hans Ackefors).

Sea ranching

Extensiv odling av framför allt laxfiskar i havet är en vanlig odlingsform. Laxsmolt utsätts i älvar och floder för utvandring. Efter en tillväxtperiod i havet återvänder de till hemälven för lek. De omfattande kompensationsodlingarna av lax längs norrlandskusten använder sig av denna teknik. Försök med icke-älvbaserad ranching av lax i Bottenhavet bedrivs för närvarande vid Ulvön, Höga kusten. Även för odling av andra fiskarter som stör används denna teknik liksom för musslor och kräftdjur.

Lake ranching

I bl a USA och Kanada pågår en rad liknande försök och ranchingidéen har framgångsrikt prövats i sjöar i Skottland vid odling av regnbåge. Man har kompletterat den naturliga fodertillgången med betingad utfodring på bestämda tider och platser (fig. 10).



Figur 10. I stället för odling i nätkassar kan man odla fisk i fria vatten om dessa är slutna vattensystem. Tekniken kallas "lake-ranching".

Högteknologi

Varmvattenodling

I fiskodlingssammanhang avses med varmvatten sådant vatten som genom uppvärmning fått en för kläckning/odling lämpligare temperatur än vad det ingående vattnet har. Odlingen kan sedan i princip ske i genomflödessystem eller i olika recirkulationssystem. Problem med varmvattenodling berör främst driftsäkerhet och vattenkvalitet.

För avloppsvatten från i
giöverföring väl känd. I
emellertid anpassas efter
kan inte tas upp utan ne
om det aktuella område

Svårigheter kan också f
mark är dyrbar och ägar
för ändamål som i fram

Principlösningar till de
tur i varmvatten och rec
dra ändamål och är i sto

Vad som därför i första l
te, där sådana kända tel
hov av dimensionering,
vecklingsarbete finns fö

1. Avsaknaden av ett k
funktionsdata.
2. Avsaknaden av nogg
av system som pröva
3. Avsaknaden av kva
organismernas tolera
giftiga substanser o s
ar relateras direkt ti
4. Avsaknaden av krite
system.

Energikällor

Energikällor för temper

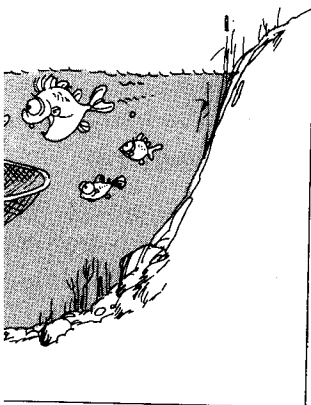
- Avloppsvatten från in
- Kylvatten
- Kommunalt avloppsva
- Geotermisk energi
- Solenergi
- Elkraft
- Ved, flis o dyl.

Avloppsvatten från ind

Avloppsvatten från bl
dustri och mejerier har
transporteras någon län

en vanlig odlingsform. Lax-
tillväxtperiod i havet åter-
pensionsodlingarna av lax
Försök med icke-älvbaserad
de vid Ulvön, Höga kusten.
ds denna teknik liksom för

och ranchingidéen har fram-
gång. Man har komplette-
ring på bestämda tider och



fria vatten om dessa är slutna

it vatten som genom upp-
ratur än vad det ingående
ödessystem eller i olika re-
erör främst driftsäkerhet

För avloppsvatten från industrier och för geotermisk energi är tekniken för ener-
giöverföring väl känd. Fiskodling baserad på industriellt avloppsvatten måste
emellertid anpassas efter industrins villkor. Odling baserad på geotermisk energi
kan inte tas upp utan noggrann undersökning av grundvattensförhållandena in-
om det aktuella området.

Svårigheter kan också finnas att samordna skilda intressen. Attraktiv industri-
mark är dyrbar och ägarna till större industrier är ofta ovilliga att upplåta mark
för ändamål som i framtiden kan hindra utbyggnad av verksamheten.

Principlösningar till de delfunktioner av teknik som behövs för intensiv akvakul-
tur i varmvatten och recirkulerande system finns i många fall framtagna för an-
dra ändamål och är i stort sett långt ifrån det praktiska användandet.

Vad som därför i första hand behövs är stimulans av ett tekniskt utvecklingsarbe-
te, där sådana kända tekniska lösningar anpassas till vattenbrukets speciella be-
hov av dimensionering, integrering och driftsäkerhet. En del hinder för detta ut-
vecklingsarbete finns för närvarande:

1. Avsaknaden av ett konsekvent språkbruk vid presentation av forsknings- och
funktionsdata.
2. Avsaknaden av noggranna utvärderingar (funktionsmässiga och ekonomiska)
av system som prövats i drift.
3. Avsaknaden av kvantitativa undersökningar av format, som rör de odlade
organismernas tolerans mot olika miljövariabler, t ex vattenkvalité, potentiellt
giftiga substanser o s v. För att vara väl användbara bör sådana undersökning-
ar relateras direkt till vattenbruk.
4. Avsaknaden av kriterier för design, konstruktion och drift av recirkulations-
system.

Energikällor

Energikällor för temperaturreglering av vatten för odling kan tänkas vara:

- Avloppsvatten från industrin
- Kylvatten
- Kommunalt avloppsvatten
- Geotermisk energi
- Solenergi
- Elkraft
- Ved, flis o dyl.

Avloppsvatten från industrin

Avloppsvatten från bl a kemisk-teknisk industri, stålindustri, pappersmassain-
dustri och mejerier har en temperatur av vanligtvis ca 30–50°C. Det kan inte
transporteras någon längre sträcka utan stora värmeförluster och måste därför

användas som energikälla på platsen. Principen för värmeväxling är enkel och kan ske till relativt låg kostnad med elementväxlare.

I Sverige och i utlandet utnyttjas värmen i industriavloppsvatten för odling. I Västtyskland används bl a spillvärmen från mejerier för karp och regnbågsodlingar. I England finns två ålodlingar, den ena i anslutning till ett whiskydestilleri. I USA finns en laxsmoltodling förlagd till en pappersmassaindustri. I samtliga fall är industrin engagerad i odlingen.

Kylvatten

Tekniken vid utnyttjandet av industriellt avloppsvatten kan med små modifikationer tillämpas för kylvatten från kärnkraftverk. Nätkassodling direkt i sådant kylvatten kan ge odlingsekonomiska fördelar (Holmberg 1979).

Intresset för fiskodlingar i anslutning till kärnkraftverk har ökat internationellt under senare år. I Europa finns sådana odlingar i ett flertal länder, bl a laxsmoltodling i Finland, karp- och ålodling i Västtyskland och Frankrike, piggvarsodling i Skottland, tilapiaodling i Belgien samt i England en ålodling i Bristol och en sjötungeodling i Hunderstedt. I USA finns en räkodling i Florida och en hummerodling i New Jersey.

Kylvatten från kemisk-teknisk industri kan vara användbart då sådant vatten (20–50°C) kan temperaturregleras med små energiinsatser. Driftsäkerheten vad gäller tillgång av uppvärmt vatten från industrier och kraftverk förblir dock ett frågetecken.

Kommunalt avloppsvatten

Då värmen i kommunalt avloppsvatten är relativt låg vintertid kan i regel inte värmeväxling användas som fallet är vid industriellt avloppsvatten. Istället används värmepumpsteknik eller sterilisering genom ozonisering (Rosen 1979, Rosenthal 1980). För att kunna utnyttja kommunalt avloppsvatten som odlingsvatten krävs dessutom att vattnet är pH-justerat och väl mekaniskt renat med sandfilter som slutsteg.

Möjligheterna till användning av kommunalt avloppsvatten kan antas vara goda av bl a följande orsaker; kommunala reningsverk ligger oftast i närheten av större vattendrag där odlingsvatten kan tas, slammet från fiskodlingar kan renas i reningsverken, reningsverken är i regel förlagda till mindre attraktiva områden där markpriserna är låga. Å andra sidan finns här en större risk för sjukdomsspridning, t ex av parasiter. Erfarenheter av utnyttjande av denna energikälla saknas dock i stort sett.

Höggradiga reningsverk med sandfilter som slutsteg är sällsynta utomlands vilket begränsat möjligheterna att där direkt utprova och använda kommunalt avloppsvatten för fiskodling.

Värmen i kommunalt avloppsvatten utnyttjas som energikälla för bl a en odling i Västtyskland och en odling i Kalifornien, USA.

Geotermisk energi

Grundvatten på ca 20 Längre ned stiger temperaturen djup än 20 m infiltrerar. Konventionell teknik (borrad rörfilterbrunn

Ofta har grundvattnet en hög salinitet, t ex höga sulfat- och natriumhalter. Detta gör att vatten renas och luftas före användning. Detta är kartlagd av Sverige

Geotermisk energi används i USA i form av vatten i geotermiska källor. Värmen på odlingsvattnet med geotermisk energi är ett problem. Det är ett stort problem i USA, där regnbågspr

Solenergi

Användningen av solenergi har ökat under de stora investeringsperioderna på senare tid sjunkit. Detta beror på att det finns ett flertal försök

Tekniken för utnyttjande av solenergi är fortfarande dyr och billigare tekniker. Ett problem är den stora energiförbrukningen. Dimensioneringen som råder under den tiden med magasin för ene

Elkraft

För större recirkulation av vatten är en viktig synpunkt utomlands. Värmning vara av intresse för dragning av yngel.

Ved, flis o dyl

När dessa energibärande material kan vara konkurrenskraftiga

Arter tänkbara

De flesta (kommersiella) arter som man med sådan vande vatten.

r värmeväxling är enkel och
e.

riavloppsvatten för odling. I
för karp och regnbågsodling-
ing till ett whiskydestilleri. I
nassaindustri. I samtliga fall

ten kan med små modifika-
åtkassodling direkt i sådant
berg 1979).

verk har ökat internationellt
flertal länder, bl a laxsmolt-
Frankrike, piggvarsodling i
ålodling i Bristol och en sjö-
i Florida och en hummerod-

vändbart då sådant vatten
satser. Driftsäkerheten vad
h kraftverk förblir dock ett

g vintertid kan i regel inte
avloppsvatten. Istället an-
onisering (Rosen 1979, Ro-
ppsvatten som odlingsvat-
mekaniskt renat med sand-

vatten kan antas vara goda
oftast i närheten av större
fiskodlingar kan renas i re-
dre attraktiva områden där
re risk för sjukdomssprid-
denna energikälla saknas

ir sällsynta utomlands vil-
h använda kommunalt av-

gikälla för bl a en odling i

Geotermisk energi

Grundvatten på ca 20 m djup har i södra Sverige en temperatur på lägst 8°C. Längre ned stiger temperaturen 1°C för var 20:e meter. Brunnar med mindre djup än 20 m infiltreras ofta av ytvatten med temperatursvängningar som följd. Konventionell teknik kan tillämpas för att utnyttja geotermisk värmeenergi (borrad rörfilterbrunn med dränkbar tryckstegringspump).

Ofta har grundvattnet en för fiskodlingsändamål olämplig fysikalisk-kemisk sammansättning, t ex höga halter av Fe, Mn, CO₂ och låg O₂-mättnad, varför det måste renas och luftas före användandet (Owsley 1977, 1979). Grundvattentillgången är kartlagd av Sveriges geologiska undersökning.

Geotermisk energi används i flera länder. I regel är det fråga om att höja temperaturen på odlingsvattnet men syftet kan också vara att sänka temperaturen. Vatten med geotermisk energi kan också användas som odlingsvatten när användbart ytvatten saknas. Det mest kända geotermiska odlingsområdet torde vara Idaho, USA, där regnbågsproduktionen uppgår till ca 25 000 ton per år.

Solenergi

Användningen av solenergi befinner sig på försöksstadiet. Det största hindret är de stora investeringskostnaderna. Emellertid har priset på effektiva solkollektorer på senare tid sjunkit och utvecklingen inom området går snabbt framåt. I USA finns ett flertal försöksodlingar baserade på solenergi.

Tekniken för utnyttjandet av solenergi utvecklas snabbt genom tillkomsten av effektivare och billigare solfångare och genom tillämpning av mikroprocessorteknik. Ett problem är dock att solinstrålningen i Sverige är lägst när behovet är som störst. Dimensioneringen av solfångare måste alltså anpassas till den instrålning som råder under den mörka årstiden. Solfångare kan emellertid också kombineras med magasin för energilagring (Nemoto 1980).

Elkraft

För större recirkulationssystem är direkt eluppvärmning inte försvarlig ur ekonomisk synpunkt utom möjligen för helt slutna system. Däremot kan sådan uppvärmning vara av intresse för mindre recirkulationssystem för kläckning och uppdragning av yngel.

Ved, flis o dyl

När dessa energibärare finns att tillgå i direkt anslutning till fiskodlingar, kan de vara konkurrenskraftiga som värmekälla.

Arter tänkbara för varmvattenodling

De flesta (kommersiella) fiskarter är i och för sig tänkbara för varmvattenodling, om man med sådan avser odling i vatten som har en temperatur högre än omgivande vatten.

Temperaturområdet för bästa tillväxt varierar med art, utvecklingsstadium och storlek hos den odlade organismen. Med tanke på den stora medvetenhet som funnits om temperaturens inverkan på tillväxten, är det förvånande få uppgifter som kan erhållas över tillväxtoptima. Tabellen nedan visar ett försök till sammanställning av tillgängliga uppgifter beträffande fisk. Som synes varierar temperaturop-tima inom ett brett temperaturområde.

Tabell 1 anger de optimalvärden för tillväxt som är redovisade i litteraturen (Brett 1979). I det övre temperaturområdet befinner sig karpar, malar och abborrar, som alla har sin bästa tillväxt mellan 25 och 30°C. För ål har inga litteratur-data erhållits. Erfarenhetsmässigt visar det sig dock att den bästa tillväxten fås vid 23–25°C. Emellertid påverkar temperaturintervall andra omgivningsfaktorer som täthet och därmed produktionsresultatet. Det har nämligen visat sig att antalet småvuxna hanar stiger vid högre temperatur och högre täthet.

Lax och laxartade fiskar kan odlas inom ett brett temperaturområde, där öring har lägst och regnbågen högst optimumtemperatur. Tillväxten är ofta starkt avhän-gig av temperaturen hos de unga stadierna av laxfisk. Äldre och större fisk har ett bredare temperaturoptimum. Hos indianlaxens yngel ligger optimal tem-peratur för tillväxt på ca 15°C, medan stor fisk på över 1 kg tillväxer i princip lika bra vid 10°C som vid 15°C. Det bör observeras att energiförlusterna för livsuppe-hållande funktioner ökar snabbt med stigande temperatur. Man får därför en sämre foderkonvertering vid den högre temperaturen.

Sjukdomsriskerna ökar också ofta med stigande temperatur. Det är därför troligt att även ur denna synvinkel den bästa ekonomin för odlaren ligger i att odla i tem-peraturer, som är något lägre än de temperaturvärden som i och för sig ger bäst tillväxt.

Temperaturområdet för kräftdjur varierar för olika arter. Optimal tillväxt för våra europeiska flodkräftor ligger strax under 20°C och signalkräftans förmodli-gen strax över.

Odling av marina arter som tunga, rödspätta, piggvar och hummer är tänkbara endast om tillväxten får ske i varmare vatten. Exotiska arter som sötvattensräkan *Macrobrachium* kräver temperaturer i närheten av 30°C för bästa tillväxt.

Varmvattenodling har i dag fortfarande svårt att hävda sig ekonomiskt, utom i de fall då man kan utnyttja billig spillvärme från t ex industrier, eller när den odlade produkten betingar ett mycket högt pris. Ålodlingar i vatten uppvärmt med spill-värme eller i recirkulerande system prövas f n på ett flertal platser i Sverige för att minska energiåtgången vid uppvärmningen av vattnet.

Vid uppdragning av yngel är det mycket vanligt att recirkulerande system utnytt-jas för att odlingen skall kunna ske i höga vattentemperaturer men ändå med rela-tivt låga energikostnader. I detta fall kan lönsamheten vara mycket god.

Tabell 1. Temperaturop (1979), om ej annat angi

Art	
Öring	<i>Salmo trutta</i>
Hundlax	<i>Oncorhynchus</i>
Bäckröding	<i>Salvelinus</i>
Röding	<i>Salvelinus</i>
Havsröding	
Rödspotta	<i>Pleuronectes</i>
Indianlax	<i>Oncorhynchus</i>
Kungslax	<i>Oncorhynchus</i>
Puckellax	<i>Oncorhynchus</i>
Regnbåge	<i>Salmo gairdneri</i>
"Cisco"	
(am. sikart)	<i>Coregonus</i>
"Striped bass"	<i>Morone saxatilis</i>
Öringabborre	<i>Micropterus</i>
Vit sugkarp	<i>Catostomus commersoni</i>
Amerikansk tandkarp	<i>Cyprinodon</i>
Amerikansk abborre	<i>Perca flavescens</i>
Kanalmal	<i>Ictalurus punctatus</i>
Solabborre	<i>Lepomis gibbosus</i>

ODA-teknik

Nyligen har avancerade tekniker för att utnyttja solenergi i tropiska länder utvecklats. Dessa tekniker kallas OTEC (Ocean Thermal Energy Conversion) och innebär att man utnyttjar temperaturskillnaden mellan den varma ytvatten och den kalla bottenvattnet på 700 m djup, inne i Karibiska havet. Där de producerade p

art, utvecklingsstadium och stora medvetenhet som funnits förvånande få uppgifter som gör ett försök till sammanställning synes varieras temperaturop-

är redovisade i litteraturen sig karpar, malar och abborre. C. För ål har inga litteraturuppgifter att den bästa tillväxten fås i vall andra omgivningsfaktorer har nämligen visat sig att i och högre täthet.

temperaturområde, där öring Tillväxten är ofta starkt avhängig fisk. Äldre och större fiskens yngel ligger optimal temperatur för 1 kg tillväxer i princip lika energiförlusterna för livsuppehåll. Man får därför en

temperatur. Det är därför troligt att ålaren ligger i att odla i temperaturområde som i och för sig ger bäst

arter. Optimal tillväxt för ål och signalkräftans förmodli-

arter och hummer är tänkbara arter som sötvattensräkan 10°C för bästa tillväxt.

na sig ekonomiskt, utom i de kuststräcker, eller när den odlade vatten uppvärmt med spillvatten flötar platser i Sverige för utnyttjandet.

om cirkulerande system utnyttjas i temperaturområden men ändå med relativt låga kostnader vara mycket god.

Tabell 1. Temperaturoptima för tillväxt hos fisk som överskottsutfodrats enligt Brett (1979), om ej annat angivits. 0+ anger (0–1 år), 1+ (1–2 år), ‰ (salthalt i promille).

Art		Optimum (°C)		Storlek (cm) eller vikt (g)	Anmärkning
Öring	<i>Salmo trutta</i>	12,8	± 1,5	10–300 g	
Hundlax	<i>Oncorhynchus keta</i>	13,0	± 3		0+, 35‰
Bäckröding	<i>Salvelinus fontinalis</i>	14	± 3	0,1–0,2 g	
Röding	<i>Salvelinus alpinus</i>	14	± 2		1+
Havsröding		14	± 5	30–60 g	Jobling 1982
Rödspotta	<i>Pleuronectes platessa</i>	14,2	± 2	0,5–2,0 cm	Havsvatten
Indianlax	<i>Oncorhynchus nerka</i>	15	± 5	6–20 g	
Kungslax	<i>Oncorhynchus tshawytscha</i>	15,5	± 2,5	2–0 g	
Puckellax	<i>Oncorhynchus gorbuscha</i>	15,5	± 3		0+, 35‰
Regnbåge	<i>Salmo gairdneri</i>	17,2	± 1,5	0,3–3 g	
"Cisco"					
(am. sikart)	<i>Coregonus artedii</i>	18,1	± 3	0,2 g	
"Striped bass"	<i>Morone saxatilis</i>	24–25	± 2	90–100 g	
Öringabborre	<i>Micropterus salmonides</i>	25	± 7	8–140 g	
		27	± 2	3–240 g	
		27,5	± 2,5	0,6–2,6 cm	
Vit sugkarp	<i>Catostomus commersoni</i>	27	± 3		yngel
Amerikansk tandkarp	<i>Cyprinodon macularius</i>	28	± 5	20–30 cm	15‰
		30	± 5	20–30 cm	35‰
Amerikansk abborre	<i>Perca flavescens</i>	28	± 2	0,4 g	
Kanalmal	<i>Ictalurus punctatus</i>	29	± 2	1,5–7,2 cm	levande föda
Solabborre	<i>Lepomis gibbosus</i>	30	± 5	24–34 cm	

ODA-teknik

Nyligen har avancerade tekniska system börjat provas för framställning av elektrisk energi i tropiska och subtropiska områden. Med modern teknologi har nu skapats så kallade OTEC kraftverk som bygger på en gammal uppfinning från 1800-talet där man utnyttjar temperaturdifferensen mellan det varma ytvattnet och det kalla bottenvattnet på 700–1000 m djup i tropiska trakter. Vatten, som pumpas upp från dessa djup, innehåller stora mängder närsalter. Dessa närsalter och solljuset kan ge stor produktion av växtplankton. Idén har prövats i flera år bl a på Virgin Islands i Karibiska havet. Detta har nu tillämpats i experimentella anläggningar där de producerade planktonalgerna utnyttjas som föda vid uppfödning av musslor.

De energimängder, som produceras i OTEC-kraftverken, används också för avsaltning av havsvatten. Detta ger förutsättningar för jordbruksproduktion i nederbördsfattiga områden. Genom att kombinera elproduktion, vattenbruk (akvakultur) och avsaltning har systemet ODA uppkommit, där

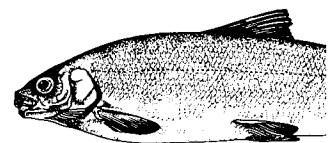
O står för OTEC — Ocean Thermal Energy Conversion. En principlösning som utnyttjar temperaturdifferenser i haven för produktion av elkraft.

D står för Desalination — färskvattenproduktion. Utnyttjar den temperaturskillnad som återstår efter OTEC i en lågtemperaturdestillation.

A står för Aquaculture — proteinproduktion. Det uppumpade djupvattnet, som primärt används för elproduktion i OTEC-kraftverket, är rikt på näringsämnen som utnyttjas för primärproduktion av växtplankton. Dessa i sin tur används för sekundärproduktion av exempelvis musslor.

ODA kräver en temperaturskillnad på ca 20°C mellan ytvattnet och de djupare belägna vattenmassorna. Vidare bör anläggningarna vara landbaserade och ligga nära, högst 3 km från, djupt belägna vattenmassor så att anläggningskostnaderna minimeras.

Recirkulä



samt att de yttrar sig som problem. Några exempel på vattenkvalitet och möjliga tär och intensitet kan skilja. Som ytterlighetsexempel kan lands västkust och i en sydliga på ca 16°C över hela raturbild för odling med en ska ån har en variation från sta fallet över till rent akut fällen i andra fallet. Ett ar kan uppkomma i en nätkas marperioden. Under dessa med minskad produktion.

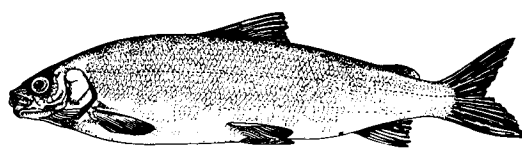
Det viktigaste problemet i tid samt i många fall en låga temperaturen leder till odlingar samt till lägre slingar. I sättfiskodlingar k följt av låg temperatur.

Ett annat hittills ej så up en fiskodling är relativt omhändertagande delvis r

Huvudanledningarna till a naturen erbjuder på den pl na i vattenteknologin sakr och är därmed dyr att anv logi finns för att lösa fisk

Avsikten med recirkulatio fram en bioteknologi för o digt skede och systemen a duktion. Genom en långsi vinster göras, och de flesta fram en recirkulationstek

Recirkulationssystem



All fiskodlingsverksamhet världen över har under lång tid brottats med vissa basproblem. Problemen varierar från plats till plats, men har det gemen-

samt att de yttrar sig som suboptimala förhållanden eller i vissa fall som akuta problem. Några exempel på sådana problem är vattentemperatur, vattentillgång, vattenkvalitet och möjlighet att avlägsna avfall från odlingen. Problemens karaktär och intensitet kan skilja mycket men förekommer vid all odlingsverksamhet. Som ytterlighetsexempel kan temperaturproblemen för regnbågsodling vid Skottlands västkust och i en sydsvensk å jämföras. En optimal temperatur skulle här ligga på ca 16°C över hela året. Den skotska kusten har en mycket lämplig temperaturbild för odling med en variation från 8–16°C över året, medan den sydsvenska ån har en variation från 0–25°C. Därmed går en måttlig suboptimering i första fallet över till rent akuta problem med stor risk för dödlighet vid extrema tillfällena i andra fallet. Ett annat typiskt optimeringsproblem är syrgasbristen som kan uppkomma i en nätkassodling under vår- och höstnätter samt under högsommarperioden. Under dessa perioder tvingas odlaren till minskad matning och därmed minskad produktion.

Det viktigaste problemet i Sverige är helt naturligt den låga temperaturen vintertid samt i många fall en kortare period av hög temperatur under sommaren. Den låga temperaturen leder till sämre tillväxt och därmed lägre produktion i matfiskodlingar samt till lägre slaktvikt vid könsmognadsutslaktningen ur storfiskodlingar. I sättfiskodlingar krävs ofta ett års extra odlingstid före utplantering till följd av låg temperatur.

Ett annat hittills ej så uppmärksammat problem är att avfallsproduktionen från en fiskodling är relativt betydande och att skärpta krav på uppsamling och omhändertagande delvis redan har införts och delvis är på väg.

Huvudanledningarna till att fiskodlaren fortfarande tvingas leva helt efter vad naturen erbjuder på den plats odlingen är belägen, är inte att huvudkomponenterna i vattentechnologin saknas. Vattentechnologin idag är ej anpassad till fiskodling och är därmed dyr att använda vid enstaka specialfall och ingen samlad bioteknologi finns för att lösa fiskodlarnas problem.

Avsikten med recirkulationsteknologi är att anpassa befintlig teknologi och att ta fram en bioteknologi för optimal fiskodling. Detta arbete befinner sig idag i ett tidigt skede och systemen används huvudsakligen för forskning och viss yngelproduktion. Genom en långsiktig forskning på recirkulationssystem kan betydande vinster göras, och de flesta forskare är idag överens om nödvändigheten av att ta fram en recirkulationsteknologi även för morgondagens matfiskodlingar.

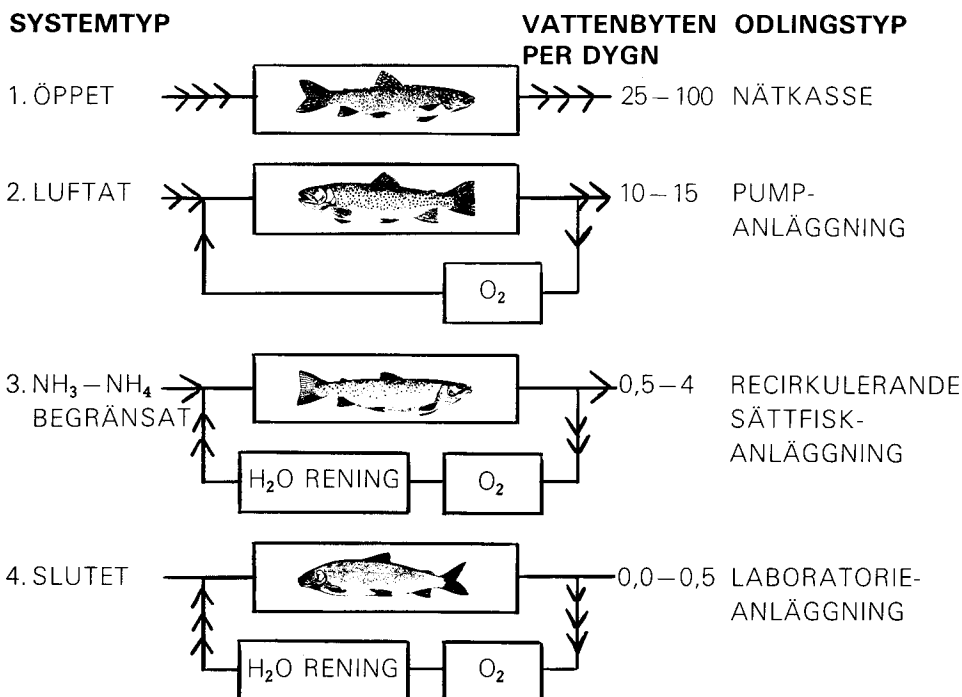
Vad är ett recirkulationssystem?

Bland forskare och fiskodlare talas idag ofta felaktigt om recirkulationssystem som ett enhetligt begrepp. Ett bättre ord än recirkulationssystem är kanske återanvändningssystem.

Återanvändningssystem finns i en mängd former, och huvudprincipen är att odlaren använder vattnet flera gånger. Detta kan ske direkt eller genom mycket sofistikerade renings- och behandlingsanläggningar. Det enklaste exemplet är den odling där bassängerna placerats så långt isär i ett rinnande vattendrag att syresättningen medger en återanvändning för fiskbesättningen i nästa bassäng.

I fig. 11 visas fyra odlingsprinciper och mellan dessa finns sedan en mängd mellanformer. Ett återanvändningssystem definieras av antalet vattenbyten per dygn d v s hur ofta vattnet i odlingsbassängen omsättes. De siffrvärden som anges i figuren för vattenbyten per dygn är endast en fingervisning om skillnaderna vid olika vattenbehandling. Värdena gäller för fisktätheter från 1 kg fisk/75 l vatten till 1 kg fisk/25 l vatten.

System 1 visar ett konventionellt odlingsystem där vattnet strömmar genom odlingen och där vattenbytet bestäms av syrgasbehovet hos fisken. En nätkassodling i strömt vatten kan ha en betydligt större vattenomsättning än de 25–100 vattenbyten per dygn som angivits. Detta är dock det minsta antal vattenbyten som kan tillåtas med hänsyn till fiskens syrgasbehov.



Figur 11. Fyra odlingsystem för fiskodling; öppet, luftat, $\text{NH}_3 - \text{NH}_4$ begränsat och slutet. De två nedersta systemen recirkulerar och återanvänder odlingsvattnet i olika grad vilket framgår av antalet vattenbyten per dygn. (Efter Åke Persson).

System 2 visar ett odlings-
odlingen med syresättning
ning av en delström. Amm
faktorn.

System 3 visar ett system
de faktorerna är uppbygg

System 4 visar ett system
rerna är en långsam uppby
lägsna utan måste "späda

Den stora behandlingsski
som t ex föroreningar, te
ring och avfallsrening där

Risker och förde

När man går in på återar
men även vissa risker tas

Haveri	Ju fle av ju
Stress	I ett blåsn tillvä
Kostnader	Stora att h
Skador	Med en u nent än fi

Fördelarna kan samman

Produktions- temperatur	Gen ha e
Året runt odling	Tem den nom
Vattenkontroll	Gen ning
Sjukdomsrisk	När sel a

stigt om recirkulationssystem
 ulationssystem är kanske åter-

ch huvudprincipen är att odla-
 rekt eller genom mycket sofis-
 et enklaste exemplet är den
 rinnande vattendrag att syre-
 tningen i nästa bassäng.

sa finns sedan en mängd mel-
 av antalet vattenbyten per
 ttes. De siffrvärden som an-
 ingervisning om skillnaderna
 theter från 1 kg fisk/75 l vat-

är vattnet strömmar genom
 vet hos fisken. En nätkassod-
 enomsättning än de 25–100
 et minsta antal vattenbyten
 v.

BYTEN ODLINGSTYP 3N

5–100 NÄTKASSE

0–15 PUMP-
 ANLÄGGNING

5–4 RECIRKULERANDE
 SÄTTFISK-
 ANLÄGGNING

0–0,5 LABORATORIE-
 ANLÄGGNING

H_3-NH_4 — begränsat och slu-
 odlingsvattnet i olika grad vil-
 sson).

System 2 visar ett odlingssystem där antingen vattnet strömmar långsamt genom odlingen med syresättning i odlingsvolymen, eller med recirkulering och syresättning av en delström. Ammoniakuppbbyggnaden i systemet är här den begränsande faktorn.

System 3 visar ett system där viss vattenrening tagits i bruk så att de begränsande faktorerna är uppbyggnaden av ett antal komplexa avfallskomponenter.

System 4 visar ett system med avancerad vattenrening där de begränsande faktorerna är en långsam uppbyggnad av vissa giftkomponenter som man ej lyckas avlägsna utan måste "späda ut" genom vattenbyten.

Den stora behandlingsskillnaden mellan system 1 och 4 är att invattenproblem som t ex föroreningar, temperatur och pH har konverterats till energikonservering och avfallsrening där avfallet har en relativt välkänd sammansättning.

Risker och fördelar

När man går in på återanvändning av odlingsvattnet uppnås en mängd fördelar men även vissa risker tas. Dessa risker kan sammanfattas i fyra huvudpunkter:

Haveri	Ju fler biologiska och tekniska komponenter systemet består av ju större blir riskerna att fel kan uppstå på utrustningen.
Stress	I ett intensivt system med kanske höga tätheter, pump- och blåsmaskinljud etc uppkommer lätt kronisk stress med dålig tillväxt, hög dödlighet och dålig kvalitet som resultat.
Kostnader	Stora recirkulationsanläggningar har hittills haft en tendens att hamna i ett alltför högt kostnadsläge.
Skador	Med dagens kunskap om fiskodling finns risken att man får en uppbyggnad av för fiskodlaren okända skadliga komponenter som ger skador av kronisk natur som ej visar sig förrän fisken är fullt utvuxen.

Fördelarna kan sammanfattas i följande huvudpunkter:

Produktions- temperatur	Genom att energin konserveras i systemet har man råd att ha en högre odlingstemperatur.
Året runt odling	Temperaturen kan hållas förhållandevis högre under hela den kalla perioden. Vid hög återanvändning kan även en ekonomisk kylning erhållas under den varma perioden.
Vattenkontroll	Genom att vattenflödet begränsas kan en effektiv vattenrening åstadkommas till låg kostnad.
Sjukdomsrisk	När kontrollen av invattnet ökar så minskar risken för införsel av sjukdomsalstrare av typ virus, bakterier och parasiter.

Väderberoende	En vanlig fiskodling är idag känslig för påverkan av väder och vind. Denna påverkan minskar väsentligt eller elimineras helt.
Övervakning	Möjlighet att bevaka systemet mot tekniska haverier. Tidig upptäckt av parasitangrepp och sjukdomar. Bevakning mot yttre påverkan som inbrott och skadegörelse. Möjlighet till användning av automatiska reservsystem såsom elgenerator eller syrgasutrustning.
Arbetsmiljö	Arbetet i odlingen kan ske på land, i många fall helt inomhus i tempererade lokaler.
Sjukdoms- behandling	Genom bättre övervakning kan parasit- och sjukdomsan- grepp upptäckas tidigt. Vanligtvis släta odlingskärl i betong eller glasfiberplast underlättar behandlingen.
Avloppsrening	Slamavskiljning kan göras på ett litet flöde till låg kostnad.

Idag finns ett behov av återanvändningsodling främst inom sättfisk- och avelsproduktion, för experiment med nya stammar samt för forskningsändamål. Utvecklingspotentialen inom teknik och bioteknik är dock så stor att återanvändnings-system med hög slutningsgrad är att förvänta även för framtida matfiskproduktion.

Vattenbehandlingsmetoder

I fig. 12 har en sammanställning gjorts över vanliga vattenbehandlingsmetoder som kan komma ifråga i fiskodlingssammanhang och några exempel på behandlingscykler har listats. Cyklerna representerar olika filosofier inom recirkulationsodlingen. En huvudfråga är om varje odlingsenhet skall ha sin egen behandling eller om denna skall ske centralt i ett reningsverk. Det senare systemet kan te sig billigare, men för med sig stora problem vid t ex sjukdomsbehandling och liknande. En annan huvudfråga är om man skall rena en liten mängd mycket eller en stor mängd litet. Det senare systemet ger stora reningstekniska fördelar, då man kan arbeta med en reellt hög föroreningsgradient, men ger istället högre energikostnad för pumpning.

Avloppsverket har tagits med för jämförelse.

Sammanställningen gör inga anspråk på att vara fullständig men ger en översikt över möjligheter. Inom samtliga sex reningsmetoder finns idag konventionell teknik, men i de flesta fall måste tekniken vidareutvecklas.

En av huvudfrågorna för forskningen och utvecklingen är hur enkla styrbara reningsystem för storskalig drift skall åstadkommas.

Mekanisk rening
sedimentering
mekaniskt filter
sandfilter
massfilter
typ ull och vadd
diatomifilter
flotation

Biologisk rening
aerob
anaerob
mikroalger
fria makroalger
bundna makroalger

Absorbtion
aktivt kol
jonbytare
skumavskiljning

Kemisk behandling
fällning
kalkning

Desinfektion
UV-ljus
ozon

Syresättning
fallluftning
luftinblåsning
ren syrgas

Figur 12. Olika tekniska lösningar för vattenrening i fiskodling. (Efter 1)

Recirkulationssystem

	Av- lopps- re- nings- verk	Akvariet i var- dags- rummet	Enkel recirk. cykel i små system 1	Enkel recirk. cykel i små system 2	Slutet labora- torie- system	Kommer- siellt recirkula- tions- system TYP SF1
Mekanisk rening						
sedimentering	x					
mekaniskt filter	x					x
sandfilter	x	x	x		x	
massfilter						
typ ull och vadd		x		x		
diatomifilter						
flotation	x					
Biologisk rening						
aerob	x	x		x	x	x
anaerob	x	x			x	
mikroalger		x				
fria makroalger						
bundna makroalger		x				x
Absorbtion						
aktivt kol		x			x	
jonbytare					x	
skumavskiljning						x
Kemisk behandling						
fällning	x					
kalkning						
Desinfektion						
UV-ljus			x		x	
ozon			x		x	
Syresättning						
falluftning						
luftinblåsning	x	x	x	x	x	x
ren syrgas						x

Figur 12. Olika tekniker för rening av odlingsvatten och de metoder som används inom varje teknik. (Efter Åke Persson).

Variabler i recirkulationssystem

Den stora skillnaden i vattenbehandlingsteknik mellan öppna respektive slutna system är att ett slutet system arbetar med väldefinierade problem för vilka en konventionell teknik kan utvecklas, medan det öppna systemet kräver en speciell behandling i varje särfall och blir p g a de stora vattenflödena mycket kostsam. Invattnet till ett slutet system kräver även det en speciell behandling men behandlingskostnaden minskar p g a ett kraftigt minskat vattenflöde.

Det öppna systemets riskfaktorer (variabler)

- föroreningar (humus, metaller, industriutsläpp, oljeutsläpp)
- pH
- gasövertryck
- syrgashalt över dygn och säsong
- sjukdomsalstrare
- algbloomningar
- temperatur (underkylning, is, höga sommar-temperaturer)

Det för

återanvändning

utformade systemets

riskfaktorer (variabler)

- kväve- och fosforföreningar
- syrgashalt, koldioxidhalt, kvävgashalt
- pH, grumling/suspension, färgning, redoxpotential
- temperatur
- ljud- och ljus
- bakteriehalt

Karaktäristiskt för ökad slutning av ett system är att insatsen för att rena vattnet ökar mycket kraftigt när slutningen närmar sig 100%. Den förväntade utvecklingen går därför mot en återanvändningsgrad, som medger ett stabilt temperaturprogram över året men ej längre. En viktig fråga för utvecklingen av slutna system är hur en parameters betydelse varierar med övriga parametrars värden. Som exempel kan nämnas kopplingen mellan ammonium, pH och temperatur där ett relativt litet omslag i pH kraftigt kan öka eller minska ammoniums giftighet.

Musselodling



Mängd
plats, d
ingrepp
håller c

skyddad för predatorer, i
odling föder man således
lorna. Den naturliga pro
na. Blåmusselodling är d
den att tillvarata delar a

Västkusten so

Svenska västkusten gyn
skärgård och ringa tidva
flödet från Östersjön, på
ska strömmen åstadkom
giska förhållanden, som
tentiellt odlingsområde.
strömmen påverkade vat
se.

I vattnet vid svenska vä
under åtminstone en p
odlingsresultat måste oc
han har samlarbanden u
vattnet. Är odlaren ute
organismer, som sedan
sent, kan han få en alltfö
nismen kan tränga ut til

För att kunna göra en v
vattenmassorna, som in
ten. Från vattenytan ne
strömmen, som sätter n
utflöde blandat med No
sund och Bälten. Saltha
hastigheten norrut är p
cm/sekund. (Fiskeristyre
cm/sekund.

Musselodling



Mängden musslor i havet begränsas i första hand av bristen på plats, där mussellarverna kan sätta sig och utvecklas ostört. Det ingrepp, som en musselodlare gör i naturen, är att han tillhanda håller en boplatz för musslan, där den kan leva förhållandevis skyddad för predatorer, samtidigt som den får god tillgång på näring. Vid musselodling föder man således inte upp yngel för utplantering, inte heller matas musslorna. Den naturliga produktionen av plankton utnyttjas som näring av musslorna. Blåmusselodling är den ekonomiskt och miljömässigt mest fördelaktiga metoden att tillvarata delar av näringsproduktionen i våra kustvatten.

Västkusten som odlingsmiljö

Svenska västkusten gynnas av näringsrikt och relativt rent vatten, en skyddande skärgård och ringa tidvatten. De speciella förhållanden, som åstadkommes av utflödet från Östersjön, påverkar också odlingsmiljön positivt. Den så kallade Baltiska strömmen åstadkommer ganska unika, gynnsamma hydrografiska och biologiska förhållanden, som sätter den svenska västkusten i en särställning som potentiellt odlingsområde. Den jämna settlingen (sådden) av larver i de av Baltiska strömmen påverkade vattenmassorna (0–15 m vattendjup) är av största betydelse.

I vattnet vid svenska västkusten förekommer naturlig settling av mussellarver under åtminstone en period, ibland två perioder varje sommar. För ett gott odlingsresultat måste odlaren kunna förutspå, när dessa perioder infaller, så att han har samlarbanden ute, när maximala antalet settlingsfärdiga larver finns i vattnet. Är odlaren ute för tidigt med banden, får han oftast påväxt av andra organismer, som sedan försvårar eller hindrar musselsettlingen. Är han ute för sent, kan han få en alltför gles settling av musslor med påföljden, att andra organismer kan tränga ut till och med de få musslor, som har settlat på banden.

För att kunna göra en väl underbyggd prognos måste man ha förståelse för hur vattenmassorna, som innehåller mussellarver, rör sig längs den svenska västkusten. Från vattenytan ner till ca 15 m vattendjup präglas vattnet av den baltiska strömmen, som sätter nordvärt. Denna vattenmassa utgörs av Östersjöns nettoutflöde blandat med Nordsjövatten, som tillförs via underströmmar genom Öresund och Bälten. Salthalten har ett årsmedelvärde av ca 25 ‰ och nettoströmshastigheten norrut är på 5 m djup ca 10 cm/sekund och på 10 m djup ca 5 cm/sekund. (Fiskeristyrelsen, Läsösnittet 75/76). Ytströmmen torde vara ca 15 cm/sekund.

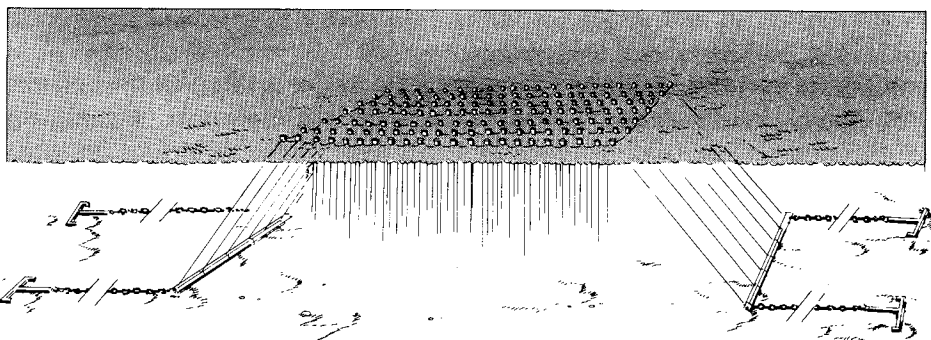
Det är i det baltiska vattnet, som mussellarverna finns, men varifrån kommer då dessa larver? Nyligen utförda undersökningar visar, att Östersjöns ekosystem till stor del domineras av blåmusslor (Nils Katsky 1980). Den befintliga mängden blåmusslor är beräknad till 7.6 miljoner ton över 25 meters vattendjup. Dessa musslor producerar naturligtvis stora mängder larver, som blandas in i Baltiska strömmen och som kan föras till odlingar längs den svenska västkusten.

Låt oss anta, att larvutvecklingen tar ca 5 veckor i den Baltiska strömmen. Med en medelhastighet av 10 cm/sekund skulle larven förflyttas ca 300 km under denna tid, d v s avståndet södra Östersjön — mellersta Bohuslän. För att kunna göra en väl underbyggd prognos för settling av mussellarver vore det lämpligt att starta ett program för provtagning av mussellarver och mätning av strömhastigheter på lagom avstånd söder om odlingsområdena.

Odlingsteknik

En musselodling av svensk modell består av horisontella wirar (linor), som bärs upp av flytbojar. På wirarna fästs ca 5 cm breda plastband med ca 60 cm mellanrum. De består av flätad polypropylenfilm. Plastbanden hänger vertikalt från ytan ned till 7–8 m djup eller djupare. På dem fäster sig (settlar) mussellarverna. Av fig 13 framgår i detalj de robusta förtöjningsanordningar som används för att musselodlingen skall kunna motstå hård blåst. Två stycken 100-kilosankare och en 10 m lång järnvägsräls förankrar mussellinorna i vardera ändan av odlingen.

Plastbanden hängs ut först när man förväntar sig settling av mussellarver, någon gång under perioden maj—juni.



Figur 13. Anläggning för odling av ca 200 ton blåmusslor. Förankringen av detta system görs med hjälp av 4 st 100 kilos ankare och 2 st 10 m långa järnvägsrälsar.

Vid utsättning av odlingsbanden sätter man på ca hälften av den flytkraft i form av bojar, som skulle behövas för att hålla en färdigvuxen odling flytande. Skötseln under odlingens gång består av övervakning, reparation samt uppbojning. I detta arbete ingår också lämpligen en dokumentation av en mängd väsentliga fakta såsom settlingstid, tillväxt, påväxt av andra organismer, predation av sjöfågel och sjöstjärnor, påverkan av is, vind och ström m m. Alla dessa data är väsentliga för den fortsatta odlingsverksamheten i området.

En vanlig odlingsenhet villatomt. En sådan odlingsenhet består av en skal. Det motsvarar ca 40% av kött, 40% av skal.

Den stora avkastning från odlingen fungerar som ett filter, vilket genom detta filter, va ytor.

Skörd och frysning

Andra hösten efter odlingen skördas musslarna på Chalmers Tekniska Högskolan i Göteborg i rad form. Skördebåten dras ut vid banden med mussellinor. Odlingsbanden dras ut i nästa moment när de är fulla. I nästa moment ombord fylls båten med två mans besättning. Skörden pågår från september till oktober vid eventuell isläggning.

Första momentet i frysningen är att nar byssustrådarna (garnen) ånga under tryck. Efter ångan kött att skilja med hjälp av det koagulerade köttet. Större deler av köttet har till uppgift att tofsar finns kvar på

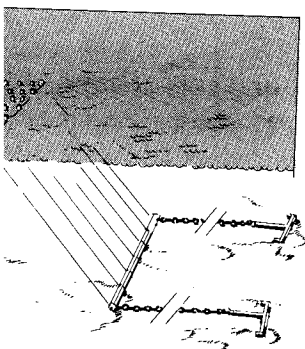
Vid frysning av musslarna används värmesterilisering. I en musselfabrik, som finns i

Figur 14. Skördebåt för musselodling.

ns, men varifrån kommer då att Östersjöns ekosystem till . Den befintliga mängden blå- ters vattendjup. Dessa muss- n blandas in i Baltiska ström- ka västkusten.

den Baltiska strömmen. Med flyttas ca 300 km under den- tohuslän. För att kunna göra er vore det lämpligt att star- nätning av strömhastigheter

tella wirar (linor), som bärs band med ca 60 cm mellan- den hänger vertikalt från sig (settlar) mussellarverna. ningar som används för att tycken 100-kilosankare och vardera ändan av odlingen. ing av mussellarver, någon



örankringen av detta system järnvägsrälsar.

en av den flytkraft i form odling flytande. Skötseln samt uppbojning. I detta ängd väsentliga fakta så- predation av sjöfågel och ssa data är väsentliga för

En vanlig odlingsenhet upptar en vattenyta av ca 1 500 m², ungefär som en stor villatomt. En sådan odling producerar på 14–17 månader 8–12 ton musslor med skal. Det motsvarar ca 300 ton per hektar. Av kokta odlade musslor utgörs ca 25% av kött, 40% av skal och 35% av avkok (buljong).

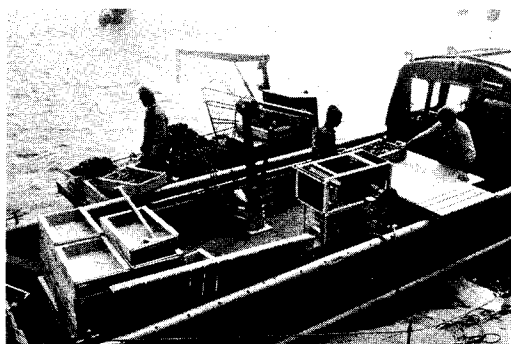
Den stora avkastningen, ca 300 ton musslor per hektar och år, förklaras av att odlingen fungerar som ett tredimensionellt filter. Havsströmmarna för näringen genom detta filter, varvid odlingen utnyttjar primärproduktionen från stora havs- ytor.

Skörd och förädling

Andra hösten efter odlingsstarten börjar skörden. Den teknik som utvecklades på Chalmers Tekniska Högskola i mitten av 1970-talet används idag i något modifie- rad form. Skördebåten drar sig fram i odlingen längs wirarna som en linfärja, var- vid banden med musslorna skärs av och matas upp med ett transportband (fig 14). Odlingsbanden dras ur klasarna vid uppmatningen och de lösa musselklasarna fal- ler i nästa moment ner i en separator, som sårar och rensar musslorna. Som sista moment ombord fylls musslorna i storsäckar om ca 700 kg/styck. En skördebåt med två mans besättning skördar 8–10 ton musslor per arbetsdag och skörden pågår från september fram till början av maj, d v s ca åtta månader med avbrott vid eventuell isläggning.

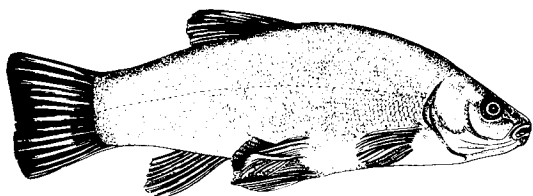
Första momentet i förädlingsprocessen görs med en speciell maskin, som avlägs- nar byssustrådarna (skägget). Detta sker före kokningen, som görs i autoklav med ånga under tryck. Efter ett hastigt uppkok, som varar ca 3 minuter, går skal och kött att skilja med hjälp av ett skakbord. Efter ytterligare sortering och sköljning av det koagulerade köttet, är detta färdigt för frysning eller konservering på an- nat sätt. Större delen av processen sköts av maskiner och majoriteten av persona- len har till uppgift att kontrollera musselköttet, så att inga skalbitar eller byssus- tofsar finns kvar på köttet.

Vid frysning av musselkött bevaras smak, textur och näringsämnen bättre än vid värmesterilisering. Därför har snabbt infrysningsförfarande valts vid den enda musselfabrik, som förädlar svenska musslor idag (1982).



Figur 14. Skördebåt för musslor. (Foto: Joel Haamer).

Fiskodlingsmetodik



Regnbågen är den vanligaste fiskarten i svenska odlingar. Den är helt dominerande i matfiskodlingarna, men den är också vanlig som sportfisk. För att på bästa sätt utnyttja våra förutsättningar för odling av regnbåge föreslås nedan en produktionsmodell för Sverige.

Regnbågen är den vanligaste fiskarten i svenska odlingar. Den är helt dominerande i matfiskodlingarna, men den är också vanlig som sportfisk. För att på bästa sätt utnyttja våra

Figur 15. Figuren illustrerar varmt vatten inomhus för med traditionell förökningsmetoden (1–12) i odlingar

Traditionell förökningsmetodik

Man förökar regnbågen på artificiell väg i april månad. Han- och honfiskar kramas (stryks) för att erhålla mjölke respektive rom. Efter befruktning läggs rommen i kläckningsbackar med ständigt genomflöde av vatten. Beroende på vattentemperaturen kläcks ynglet efter en tid från några veckor upp till 2–3 månader. Vid lämplig kläckningstemperatur och startfodring kan ynglet ha en vikt av ca 1 gram i början av juli månad. Framåt hösten har vikten ökt till 10–20 gram. För att nå en vikt av drygt 3 kilo erfordras en produktionsperiod av 4 år.

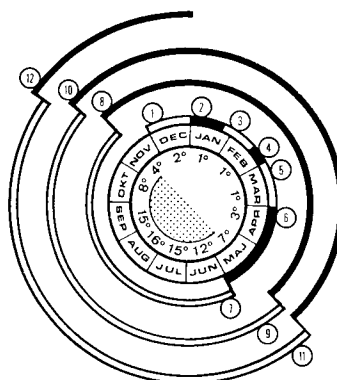
Med denna odlingsmetodik får man ett mycket dåligt utnyttjande av fiskens förmåga att växa under rom- och yngelstadiet. Utvecklingen från rom till yngel tar lång tid. Genom att höja vattentemperaturen under det första vinterhalvåret (rom-/yngelstadiet) kan tillväxten accelereras och vikten ökar till 200 gram fram till hösten. Det innebär 10–20 gånger högre vikt än i "normalfallet".

Från rom till regnbåge på 3 år

Produktionstiden kan således förkortas med 1 år om kläckning och uppfödning av yngel sker i varmt vatten inomhus. I så fall kan man nå en vikt av drygt 3 kilo på endast 3 år. I figur 15 har den normala vattentemperaturen under mellansvenska förhållanden angivits för årets olika månader. Under sommarhalvåret från maj till november är temperaturen lämplig för kassodling av regnbåge i våra vatten. Nedan följer en beskrivning över hur årsrytmerna i odlingen bör vara för att fisken skall få en vikt av 3–4 kg på endast 3 år. Siffrorna hänvisar till fig. 15.

Odling med optimal temperatur och yngelstadiet

1. För att maximalt utnyttja tiden, tar man i kassan i början av april och sätter in den i varmt vatten. Temperatur ca 8°C.
2. Avelsfisken blir mogen i slutet av april och befruktas och läggs i kassan. Temperatur ca 8°C.
3. 22 dagar (ca) efter kläckning sorteras, räknas och vägs. Temperatur ca 8°C.
4. 45 dagar (ca) efter kläckning sorteras. Temperatur ca 10°C.
5. 10 dagar (ca) efter kläckning kan börja mata den ynglen. Temperatur 10–12°C.
6. 40 dagar (ca) efter kläckning ca 1 gram st. Temperatur 12–14°C.
7. När vattnet ute i sjöarna är tillräckligt varmt, görs några nätkassar. I så fall sorteras ytterligare till 200 gram.
8. När temperaturen i vattnet är tillräckligt hög, och växer, och övervakas.
9. Odlingen av den ynglen i varmt vatten. Temperaturen i vattnet



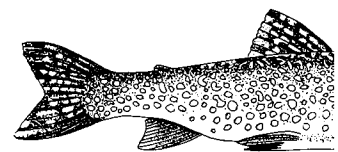
Figur 15. Figuren illustrerar en 3-årig årsrytm i en odling med regnbåge med utnyttjande av varmt vatten inomhus för rom- och yngelstadiet. Det innebär en tidsvinst på ett år jämfört med traditionell förökningsmetodik. År 1 (2—8), år 2 (8—10) och år 3 (10—12). De olika momenten (1—12) i odlingar framgår i detalj av texten. (Efter Tore Sterner).

Odling med optimal temperatur under rom- och yngelstadiet

1. För att maximalt utnyttja regnbågslaxens tillväxt, och för att få den lekmogen tidigare, tar man i början av december månad avelsfisken från odlingen i sjön och sätter in den i dammar med varmt vatten.
Temperatur ca 8°C.
2. Avelsfisken blir mogen och kramas på rom i början av januari månad. Rommen befruktas och läggs i behållare med rinnande vatten.
Temperatur ca 8°C.
3. 22 dagar (ca) efter befruktningen börjar rommen att få ögon. Rommen kan nu sorteras, räknas och föras över i behållare för kläckning.
Temperatur ca 8°C.
4. 45 dagar (ca) efter befruktningen börjar rommen att kläcka.
Temperatur ca 10°C.
5. 10 dagar (ca) efter kläckningen sätts ynglen över i startfodringskar, och man kan börja mata dem.
Temperatur 10—12 °C.
6. 40 dagar (ca) efter kläckningen äter ynglen och simmar fritt. De har en vikt på ca 1 gram st.
Temperatur 12—14°C.
7. När vattnet ute i sjön har en temperatur på 10—12°C, sätts fisken ut i lämpliga nätkassar. I samband med utsättningen storlekssorteras fisken. Den blir sorterad ytterligare en gång i september. Till hösten har fisken en vikt på över 200 gram.
8. När temperaturen i november månad kommer under 4°C slutar fisken att äta och växa, och övervintras i kassarna till våren.
9. Odlingen av den 200 gram stora sättfisken startar i maj månad år 2, när temperaturen i vattnet börjar att stiga.

10. På hösten samma år väger fisken ca 1 250 gram. I december månad skall den könssorteras. 50% av denna fisk är könsmogen och måste slaktas och säljas. Marknadspriset på denna fiskstorlek är relativt lågt. Den sorterade fisken övervintras därför i sjön till nästa vår.
11. Odlingen startar i maj månad år 3 med en fisk som nu väger 1 200 gram. Vattentemperaturen skall alltid kontrolleras och fisken skall matas så att den får en maximal tillväxt.
12. I oktober månad skall fisken ha en vikt på ca 3,5 kilo. Slakten börjar och skall vara avslutad före nyår och innan könsmognaden försämrar slaktkvaliteten. Efter tre års odling väger fisken 3—4 kilo. Kilopriset på denna fiskstorlek är nu 30% högre än priset var på den fisk som vägde 1,5 kilo för ett år sedan. Trots könssorteringen och utslaktningen som gjordes förra hösten är nu även årets fisk könsmogen och ca 10% av kroppsvikten är rom och mjölke. Den totala mängden som skall rensas bort vid slakten är ca 15%.

Transport



men även transport av lax. Uppskattningsvis transportvudsakligen för kompensati

Av ovan nämnda arter är lationer i mängd fisk per kubil na. Tekniken och erfarenhet från sex upp till 27 timmar, kan täcka hela landet.

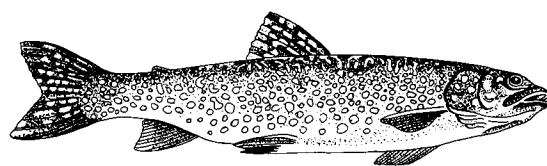
Transporttankarnas princip sporten eftersträvas en syrglymen. En homogen syrgaskpar en lämplig vattenströmpens viktigaste funktion är kolsyra (CO_2). Då mammutp min blir eliminationen av C därav.

Åtgärder för att avlägsna agits och torde inte behövas gränsad till ett dygn. Kylning men kan givetvis vara ogynnsamma temperaturförstas utfodringen (beroende NH_3) från fisken under trängs fiskarna samman i enom hävning och på sådant följd.

Inlastning med hjälp av sugnebär ofta en skonsam behäförbrukning mycket hög veförs tanken också samtidigt nets temperatur lastas tanl

Den första tiden under och men sjunker snabbt för att

Transport av levande fisk



Transport av levande laxfiskar är en regelbunden företeelse i dagens Sverige. Kvantitativt störst torde transport av regnbåge (*Salmo gairdneri*) vara,

men även transport av lax- (*S. salar*) och öringsungar (*S. trutta*) är betydande. Uppskattningsvis transporteras en halv till en miljon lax och öring årligen, huvudsakligen för kompensationsutsättningar.

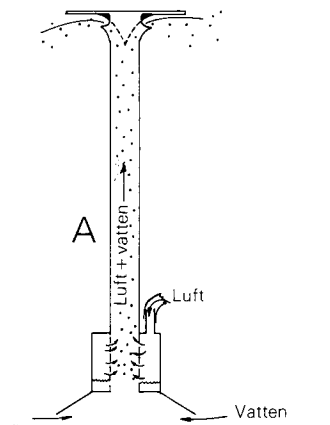
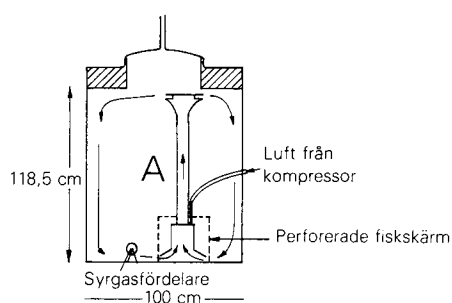
Av ovan nämnda arter är laxungar svårast att transportera. Bortsett från variationer i mängd fisk per kubikmeter är tekniken i stort densamma för alla tre arterna. Tekniken och erfarenheterna gäller transporter på längre avstånd, i tid räknat från sex upp till 27 timmar, vilket i praktiken innebär att transporterna vid behov kan täcka hela landet.

Transporttankarnas principiella konstruktion framgår av fig 16. Under hela transporten eftersträvas en syrgashalt kring 100% mättnad (75–110%) i hela tankvolumen. En homogen syrgashalt åstadkommes av mammutpumpen som också skapar en lämplig vattenström för laxungarnas orientering i tanken. Mammutpumpens viktigaste funktion är dock att lufta bort av fiskarna producerad andningskolsyra (CO_2). Då mammutpumpen i en 9 m^3 tank drivs med ca 700 liter luft per min blir eliminationen av CO_2 tillräckligt effektiv för att fiskarna inte skall störas därav.

Åtgärder för att avlägsna ammoniak och andra exkretionsprodukter har ej vidtagits och torde inte behövas för transporter inom landet om transporttiden är begränsad till ett dygn. Kylning av vattnet under transporten är heller inte nödvändig men kan givetvis vara värdefull om man tvingas transportera fisk under ogynnsamma temperaturförhållanden. Två till fem dagar före transporten avslutas utfodringen (beroende av vattentemperaturen) varigenom exkretionen (bl a NH_3) från fisken under transporten minimeras. Några timmar före inlastningen trängs fiskarna samman i ett begränsat utrymme. Inlastningen sker normalt genom hävning och på sådant sätt att fisken inte jagas onödigt med syreskuld som följd.

Inlastning med hjälp av sugsystem eller elevatorskruv förekommer också och innebär ofta en skonsam behandling av fisken. Under inlastningen är fiskens syreförbrukning mycket hög varför syretillförseln är påkopplad och om möjligt tillförs tanken också samtidigt nytt vatten. Beroende på laxungens storlek och vattnets temperatur lastas tanken med 90–120 kg per m^3 .

Den första tiden under och efter lastningen är syrgasförbrukningen mycket hög men sjunker snabbt för att efter ca två timmars transport ställa in sig på en stabil



Figur 16. Genomsnittssnitt av en transporttank för fisk till vänster. Den högra bilden visar mammutpumpen (A) som luftar bort fiskens utandade kolsyra och samtidigt garanterar hög syrsättning av vattnet. Efter Statens Vattenfall.

nivå. Övervakning och justering av syrgastillförseln under denna tid är en viktig uppgift för transportören och kräver kunskap och erfarenhet av denne.

Under transporter i varmt väder kan vattenbyte bli nödvändigt dels för nertemperering, dels för utbyte av ett alltför slemmigt vatten. Detta sker utmed färdvägen vid förutbestämda platser där *tillstånd* för vattenbytet inhämtats. Är temperaturskillnaden mellan lastens vatten och mottagningsplatsens vatten $> 5^{\circ}\text{C}$ företas temperering av lasten innan fisken lossas. Innan ny last tas ombord i tanken skall hela transportutrustningen ångdesinficeras om inte absolut säkerhet föreligger att utrustningen inte besmittats.

Vattenfalls transport av tvååriga laxungar inom landet fungerar mycket väl och transportförlusterna är mycket små (tabell 2).

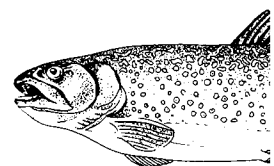
Tabell 2. Vattenfalls vårtransporter av 2-åriga laxungar under 1980 och 1981.

År	Antal (st)	Medel- vikt (g)	genomsnittlig lastningstäthet (kg/m^3)	(st/ m^3)	transportförlust i döda (st)	(%)	medel-transportavstånd (mil)	Kostnader per fisk (kr)	per 1000 fiskmil (kr)
1980	390000	42,5	107	2500	894	0,23	59	0,28	4,75
1981	681000	43,5	103	2400	499	0,07	81	0,46	5,68

Vid transport av mindre fiskar (t ex 1-åriga laxungar) överstiger lasten som regel inte 50 kg fisk per kubikmeter vatten och antalet fiskar per kubikmeter överstiger sällan 10 000 st.

Vid transport av regnbåge är lastningstätheten vanligen betydligt högre, ca 150 kg/m^3 , men nödvändig anpassning till fiskstorlek, temperatur och transportavstånd måste ske.

Vattenk odlings

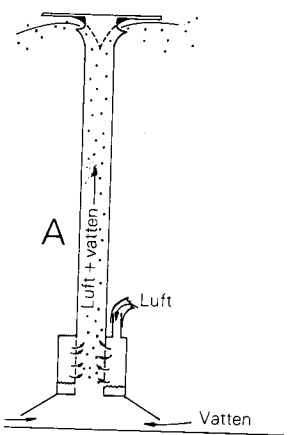


och långtidstester av och experimentella parametrar var väsentliga. Undersökningarna m m. De nedan angivna optimala nivåer (FAO

Kriterier på

- *Löst syre*
Salmonider och v
mg/l under mer än
värden för ål, karp
Optimala nivåer är
- *Ammoniak*
Den maximalt till
omkring 0.1 mg N/l
ammoniak (NH_4^+ —I
landet mellan NH_3
- *Nitrit*
Få data finns tillg
ten inte bör översk
- *Nitrat*
Nivåer under 100
- *pH, koldioxid, alk*
Vid pH-värden un
höjda koldioxidniv

Vattenkvalitet i odlingsmiljön



vänster. Den högra bilden visar
ra och samtidigt garanterar hög

under denna tid är en viktig
farenhet av denne.

dvändigt dels för nertempe-
ten. Detta sker utmed färd-
enbytet inhämtats. Är tem-
ingsplatsens vatten $> 5^{\circ}\text{C}$
nnan ny last tas ombord i
as om inte absolut säkerhet

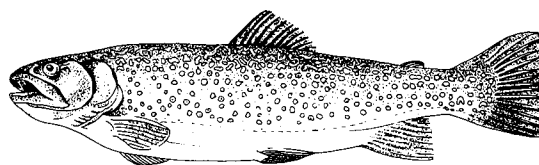
et fungerar mycket väl och

er 1980 och 1981.

medel- tran- sport- av- stånd (mil)	Kostnader per fisk (kr)	per 1000 fiskmil (kr)
59	0,28	4,75
81	0,46	5,68

verstiger lasten som regel
per kubikmeter överstiger

n betydligt högre, ca 150
peratur och transportav-



Man har gjort försök att ställa
samman tillgängliga kunskaper
om vattenkvalitetskrav vid
odling av fisk, kräftdjur och
musslor. Sammanställningarna
har gjorts på basis av litteratur

och långtidstester av subletal giftighet samt erfarenheter gjorda i fiskodlingar
och experimentella produktionsenheter. De accepterade nivåerna för olika vatten-
parametrar var väsentligt högre än vad som krävs för att bevara naturliga popula-
tioner. Undersökningarna har inte omfattat produktkrav som smak, köttfasthet
m m. De nedan angivna värdena skall betraktas som "säkerhetsnivåer" snarare än
optimala nivåer (FAO, 1970).

Kriterier på vattenkvalitet

- Löst syre**
Salmonider och varmvattenskräftdjur bör inte exponeras för nivåer under 5
mg/l under mer än några timmar om god tillväxt skall uppnås. Motsvarande
värden för ål, karp och en del andra varmvattensarter är troligtvis 3–4 mg/l.
Optimala nivåer är ännu högre.
- Ammoniak**
Den maximalt tillräddliga koncentrationen av icke-joniserad ammoniak är
omkring 0.1 mg $\text{NH}_3\text{—N/l}$. Den bör dock helst ligga väsentligt lägre. Joniserad
ammoniak ($\text{NH}_4^+\text{—N}$) kan förekomma i avsevärt högre koncentrationer. Förhål-
landet mellan $\text{NH}_3\text{—N}$ och $\text{NH}_4^+\text{—N}$ regleras av pH och temperatur.
- Nitrit**
Få data finns tillgängliga, men de som finns antyder att värdena i hårt sötvat-
ten inte bör överskrida 0.1 mg $\text{NO}_2\text{—N/l}$.
- Nitrat**
Nivåer under 100 mg $\text{NO}_3\text{—N/l}$ är tillfredsställande.
- pH, koldioxid, alkalinitet och hårdhet**
Vid pH-värden under 6.0–6.5 uppträder problem i sötvattenssystem genom
höjda koldioxidnivåer. I havsvatten kan andra problem uppträda när pH sjun-

ker under 7.5 på grund av förändringar i karbonatalkaliniteten. Nivåer under 6 mg CO₂—C/l kan tolereras i välluftat vatten, men minskad tillväxt har rapporterats för plattfisk vid 1.3—4.0 mg/l. Kräftdjur och musslor behöver kalciumnivåer på 50—75% av de naturliga nivåerna. Hårdhet motsvarande 25 mg/l som kalciumkarbonat verkar ge ett visst skydd mot nitritförgiftning hos salmonider.

- *Löst partikulärt material*

Preliminära försök antyder att nivåerna inte får överskrida 15 mg/l (torrvikt).

- *Lösta organiska substanser*

Uppgifterna osäkra och varierande. En del bryts ned snabbt, andra kräver kemisk behandling, men kan omvandlas till giftiga produkter efter behandlingen.

Avdödning eller desinfektion av molekyler. De huvudsakliga ämnena, uppbyggnad av tebyggnad. Dessa mekaniska mikroorganismerna att

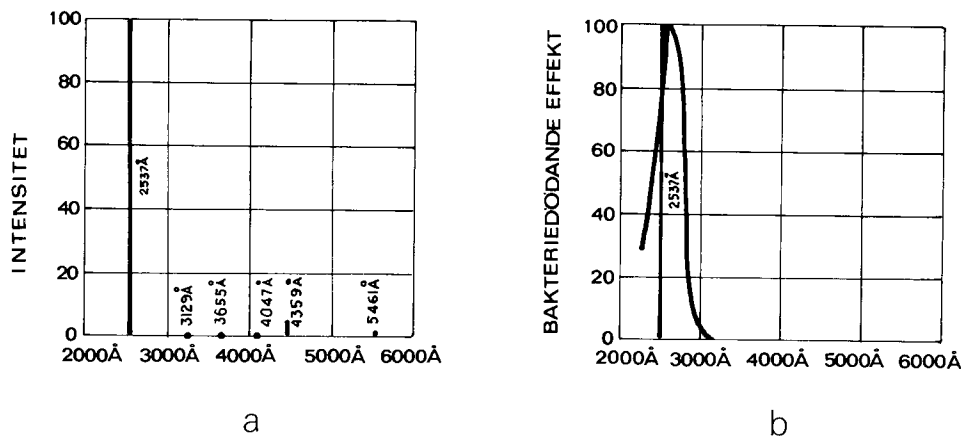
I kombination med UV-ämnen till vatten, koldioxid och effektivt bakterier, till UV-ljus också vatten

Metoder för UV- och ozonbehandlingssammanhang, från behovet dock anpassas

Desinfektionsteknik

I all fiskodling är odlingsvattnets kvalitet avgörande för resultatet. Sjukdomsalstrande mikroorganismer — bakterier, virus, svampar etc — måste därför avlägsnas från odlingsvattnet i bioteknologiska odlingstyper innan de kommer i beröring med det odlade materialet. I detta syfte kan UV- och ozonbehandling tillämpas vid alla system där vattenflödet kan kontrolleras.

För mikroorganismer dödligt UV-ljus kan framställas genom att excitera atomer i kvicksilverbå. När atomerna återgår till en lägre energinivå utsänder de ljus med en karakteristisk våglängd. Denna våglängd, 2 537 Å, ligger nära optimum för avdödande av bakterier (fig 17).



Figur 17. Exciterade kvicksilveratomers våglängdsfördelning och relativa intensitet (a). Den bakteriedödande effekten (b) i förhållande till våglängden (efter Rayder AB).

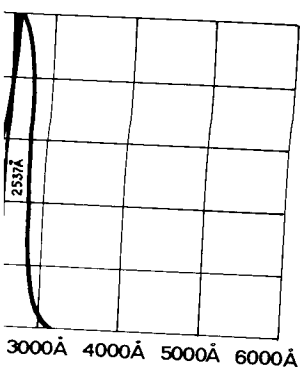
atalkaliniteten. Nivåer under 6 n minskad tillväxt har rappor- och musslor behöver kalcium- lårdhet motsvarande 25 mg/l mot nitritförgiftning hos sal-

överskrida 15 mg/l (torrvikt).

ned snabbt, andra kräver ke- rodukt efter behandlingen.

för resultatet. Sjukdomsalst- etc — måste därför avlägsnas nnan de kommer i beröring h ozonbehandling tillämpas

genom att excitera atomer i ginivå utsänder de ljus med ligger nära optimum för av-



b

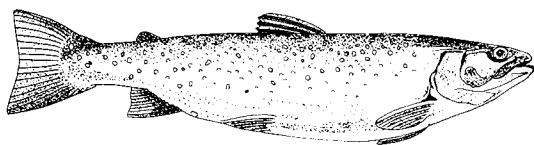
och relativa intensitet (a).
(efter Rayder AB).

Avdödning eller desinfektion sker genom att UV-ljuset absorberas i DNA-molekylerna. De huvudsakliga reaktionsmekanismerna består av olika dimerbildningar, uppbrytning av omättade kolbildningar och irreversibel upplösning av vätebryggor. Dessa mekanismer gör så stor skada på DNA-molekylerna i de olika mikroorganismerna att de dör.

I kombination med UV-behandling kan ozon användas för att bryta ned organiska ämnen till vatten, koldioxid och organiska salter. Denna oxidering avdödar snabbt och effektivt bakterier, virus och andra mikroorganismer, men påverkar i motsats till UV-ljus också vattnets kemiska sammansättning.

Metoder för UV- och ozonbehandling finns framtagen och används redan i fiskodlingssammanhang, framför allt i recirkulationssystem. Mycket av utrustningen behöver dock anpassas och integreras i odlingssystem.

Styr- och reglerteknik



Ett effektivt nyttjande av biologiskt material för odling ställer stora krav på biologiska och tekniska kunskaper. Allt biologiskt material som på ett eller annat

sätt lämpar sig för användning inom akvakultur har en "inbyggd förmåga" att under givna miljöbetingelser alltid sträva till optimering av sina beteenden. Detta innebär praktiskt att en organism har kapacitet att tillväxa och fortplanta sig, om miljöförhållandena ligger inom det toleransområde som just den organismen har. När förutsättningarna ändras under kortare eller längre tidsperioder sker en anpassning till det nya förhållandet. Om organismens toleransgräns med avseende på olika miljöfaktorer (ljus, dagslängd, temp, pH, etc) inte tillgodoses kan produktionsresultatet bli lågt eller helt spolieras.

Vid odling av akvatiska organismer nyttjas i huvudsak den biologiska kunskapen om odlade organismers "trivselvärden" i olika miljöer. Produktionsresultatet är också starkt beroende av den teknologiska utrustningen. Den tekniska odlingsapparatur som idag används inom svensk akvakultur är i stort uppbyggd av relativt enkla elektroniska system/komponenter. Apparaturen är också nästan uteslutande framtagen ur teknik som färdigställts före genombrottet för mikroprocessorer.

Mikroprocessorer och laxodling

I det följande informeras i korthet om vunna erfarenheter inom det biologiska området avseende "kvantitativ och kvalitativ förbättring av laxsmoltproduktionen" och hur dessa biologiska erfarenheter använts tillsammans med befintlig och delvis ny mikroprocessorteknik för att förstärka konkurrensförmågan inom svensk akvakultur. Genom biologisk-teknisk integrering har man möjlighet att åstadkomma en biologiskt riktig effektivisering av grenar inom vattenbruket. Produktionsresultat och arbetsmiljö kan förbättras och miljöpåverkan från odlingarna reduceras. Det bör redan här poängteras att styrkan i en sådan tvärvetenskaplig satsning också ligger i den synkroniserade utvecklingen inom två huvudområden. Kunskap inom det ena fältet möjliggör framsteg inom det andra och vice versa.

Bakgrunden till arbetet med mikroprocessor som hjälpmedel inom vattenbruk är i huvudsak moderna biologiska rön inom grundforskning (bl a vid universitetet i Umeå). Först och främst har kunskapen om laxfiskars (lax och öring) rörelseaktivitet under dygnet och året (Eriksson 1975) varit grundläggande, vartill kommit det faktum att man genom manipulation med ljus (fotoperiod eller daglängdsbe-

handling) kunnat påve
(Eriksson och Södergr
Lundqvist 1980).

Laxens rörelseaktivitet på yttre ljus- och tusskymning och gryning

Under vinterns tillväxtperioden i vattnet vilket resulterat i att långdagsbehandling på 12–18%. Resultatet av växtmönster och yttre förhållanden visar de studerade Umeå att de årsperioder vissa gränser kan markeras här helt nya möjlighe

Figur 18. Laxens rörelse på yttre ljus- och te och gryning. Pilarna a

Svårigheterna i tilläggiskunskap till ett den enskilde odlarens ningsrön lätt kan apgöra detta möjligt o ningar.

effektivt nyttjande av biologiskt material för odling ställer stora krav på biologiska och tekniska kunskaper. Allt biologiskt material som på ett eller annat sätt "inbyggd förmåga" att utnyttja sina beteenden. Detta innebär att odlarna måste förstå och kontrollera just den organismen har. Under vissa tidsperioder sker en anpassning av organismen till omgivningens förhållanden. Detta kan inte tillgodoses kan produk-

tionen av den biologiska kunskapen är stor. Produktionsresultatet är beroende av den tekniska odlingsanordningen. Den tekniska odlingsanordningen är stort uppbyggd av relativt enkla komponenter som också nästan uteslutande är byggda för mikroprocessorer.

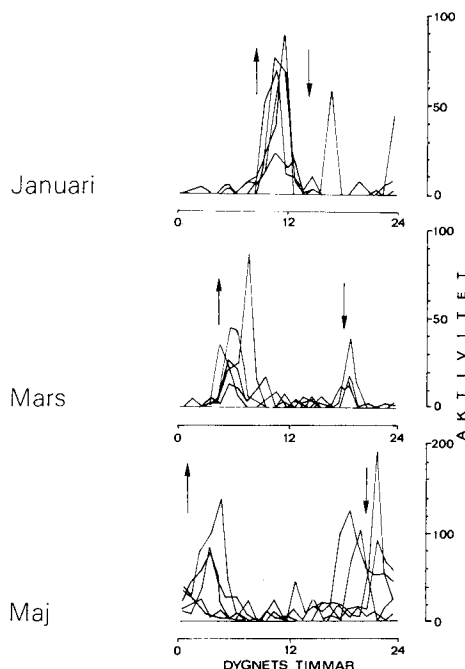
Utvecklingen inom det biologiska området har lett till en ökad produktion av laxsmoltproduktion tillsammans med befintlig produktion. Konkurrensförmågan inom produktion har man möjlighet att utveckla inom vattenbruket. Detta innebär att miljöpåverkan från odlingsanordningen i en sådan tvärvetenskaplig utvecklingen inom två huvudområden inom det andra och

medel inom vattenbruk är i stort sett begränsad (bl a vid universitetet i Umeå och Örebro) rörelseaktivitet, läggande, vartill kommit under en period eller daglängdsbe-

handling) kunnat påverka laxens tillväxtmönster, smoltifiering och könsmognad (Eriksson och Södergren 1977, Lundqvist 1979, Lundqvist 1980, Eriksson och Lundqvist 1980).

Laxens rörelseaktivitet varierar starkt under dygnet och året, framför allt beroende på yttre ljus- och temperaturförhållanden. Laxen är mest aktiv (hungrigast) i skymning och gryning (fig 18).

Under vinterns tillväxer laxen litet eller inte alls, beroende på den låga temperaturen i vattnet vilket omöjliggör en hög ämnesomsättning. Försök med lax har visat att långdagsbehandling, artificiell "sommar" under vintern, ger en tillväxtökning på 12–18%. Resultaten tyder på komplicerade samband mellan laxens tillväxtmönster och yttre faktorer som ljus, vattentemperatur och födotillgång. Sammantagna visar de studier av dessa förhållanden som företagits vid universitetet i Umeå att de årsperiodiska biologiska rytmerna är dynamiska processer som inom vissa gränser kan manipuleras i en odlingsituation. Mikroprocessorteknik öppnar här helt nya möjligheter att optimera produktionen i biologiska system.



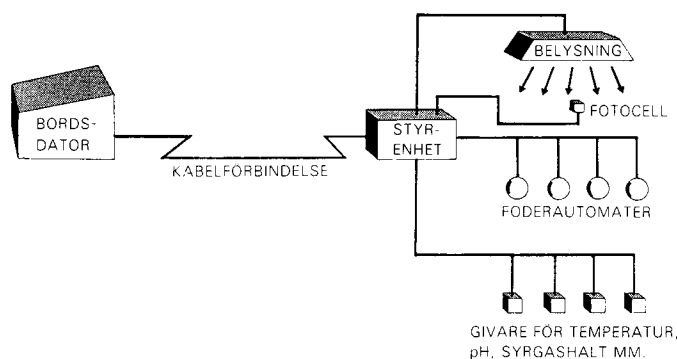
Figur 18. Laxens rörelseaktivitet varierar starkt under dygnet och året, framför allt beroende på yttre ljus- och temperaturförhållanden. Laxen är mest aktiv (hungrigast) i skymning och gryning. Pilarna anger solens upp- och nedgång. (Efter Lars-Ove Eriksson).

Svårigheterna i tillämpningen av mikroprocessorteknik ligger i att överföra biologisk kunskap till ett system som är tillräckligt enkelt för att kunna användas av den enskilde odlaren. Systemet måste också ha så stor flexibilitet att nya forskningsrön lätt kan appliceras. Utvecklingen av mikrodatortekniken kan komma att göra detta möjligt och ekonomiskt försvarbart även i små och medelstora anläggningar.

System med integrerade mikroprocessorer

En summarisk presentation av systemenheterna i det integrerade mikroprocessor-systemet vid universitetet i Umeå framgår av fig 19.

Hjärtat i systemet är en bordsdator som möjliggör programmering av de matematiska beräkningar som behövs för att kunna simulera och kontrollera miljöfaktorer inom odlingen. I styrenheten som är underställd bordsdatorn och i sig själv är en mikrodator utförs speciella mät- och styrfunktioner på kommando från bordsdatorn. På detta sätt får man ett relativt okänsligt och flexibelt system som lätt kan anpassas till nya forskningsrön. Anläggningen är specialutformad för styrning av utfodring och ljusmiljö. I enheten ingår också mätning och registrering av biologiska data, fysikalisk-kemiska faktorer etc, vilket kan ske på dygns- och/eller årsbasis och lagras för senare analys och utskrift. Systemet kan simulera alla tänkbara fotoperiodiska årscyklar samt förprogrammera fodergiva som funktion av dagslängd, temperatur, fisktillväxt m m. Mikroprocessorsystemet lämpar sig väl för styrning av fiskodling och kan lätt styra utfodring, mäta och övervaka ett stort antal trågenheter samt snabbt ge upplysningar om tillståndet för valda parametrar och kontrollera att biologiska gränsvärden inte passeras. I anläggningen kan byggas in alarmfunktioner och/eller åtgärdsprogram.

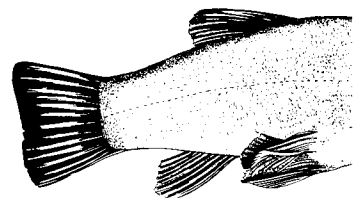


Figur 19. Schematisk bild över det datorstyrda fiskodlingssystem som utvecklats vid Umeå universitet.

- Exempel: — pH-värdet antar kritiska värden; stäng av inkommande vatten, starta genomluftning och ge larm. Med doseringssystem kan datorn styra en neutralisering av vattnet.
- Syrgashalten sjunker; starta genomluftning/syresättning m m.
 - Vattentemperaturen för hög; öka genomströmningen av vatten — genomlufta — minska utfodringen.

Den biologiska-tekniska integreringen syftar till att utveckla ett komplett datorsystem för i första hand praktisk fiskodling där utvecklingen av automatiserad kemisk analysmetodik kommer att bli en betydelsefull faktor. Flexibiliteten i systemet och uppbyggnaden med delkomponenter gör det användbart inom många grenar av vattenbruket.

Foder och



också av stor betydelse att n

De fodertyper som används

- Färskfoder
- Semi-moistfoder
- Torrfoder

Varje fodertyp har sina spe och utfodringsteknik.

Färskfoder

I våtfodret ingående råvaror av levande organismer, hel slaktindustri.

Om råvarorna/fodret inte sl gon form av konservering fermentering, syraensilerin cessade, grovhackade utar Bindemedlet utgörs i regel en lämplig konsistens.

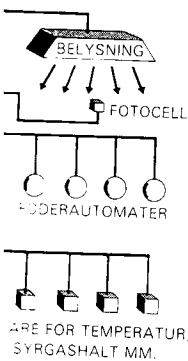
Semi-moistfod

Semi-moistfoder består a ningen innehåller förutom medel. Bindemedlet förbä fodringen och hanteringe fodras som deg eller som

kroprocessorer

et integrerade mikroprocessor-
9.

rogrammering av de matema-
ra och kontrollera miljöfakto-
bordsdatorn och i sig själv är
ner på kommando från bords-
och flexibelt system som lätt
är specialutformad för styr-
i mätning och registrering av
et kan ske på dygns- och/eller
Systemet kan simulera alla
nera fodergiva som funktion
rocessorsystemet lämpar sig
lring, mäta och övervaka ett
om tillståndet för valda para-
te passeras. I anläggningen
ram.



stem som utvecklats vid Umeå

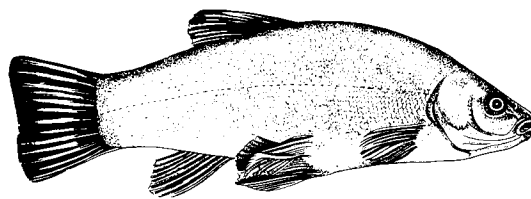
inkommande vatten, star-
ngssystem kan datorn sty-

ig/syresättning m m.

trömningen av vatten —

veckla ett komplett dator-
lingen av automatiserad
faktor. Flexibiliteten i sys-
användbart inom många

Foder och foderutveckling



I intensiv fiskodling är snabb till-
växt och lägsta möjliga produk-
tionskostnad önskvärd. Då foder
oftast är den största utgiftsposten
är det av vikt att utfodringen sker
på ett biologiskt riktigt sätt. För
utveckling av vattenbruket är det

också av stor betydelse att nya vägar prövas inom detta område.

De fodertyper som används delas in i följande grupper:

- Färskfoder
- Semi-moistfoder
- Torrfoder

Varje fodertyp har sina speciella egenskaper och ställer olika krav på hantering och utfodringsteknik.

Färskfoder

I våtfodret ingående råvaror har en vattenhalt av ca 75%. Färskfodret kan bestå av levande organismer, hel industrifisk, avfall från fiskindustri eller avfall från slaktindustri.

Om råvarorna/fodret inte skall användas inom en mycket begränsad tid, måste nå-
gon form av konservering ske, t ex genom kylagring, djupfrysning, ensilering:
fermentering, syraensilering eller torkning. Färska råvaror kan användas opro-
cessade, grovhackade utan bindemedel eller malda med eller utan bindemedel.
Bindemedlet utgörs i regel av korn- eller havremjöl, som bidrar till att ge fodret
en lämplig konsistens.

Semi-moistfoder

Semi-moistfoder består av en blandning av färska och torkade råvaror. Bland-
ningen innehåller förutom protein, fett och kolhydrater även vitaminer och binde-
medel. Bindemedlet förbättrar konsistensen så att fodersvinnet minskas vid ut-
fodringen och hanteringen av fodret underlättas. Blandningen kan antingen ut-
fodras som deg eller som pellets efter passering genom extruder.

Beräknat näringsinnehåll per kg foder:

	Vätfoder utan bindemedel	Semi-moist foder	Torrfoder
Vattenhalt	75,0%	45,0%	10,0%
Råprotein	17,0%	26,0%	51,0%
Fett	5,5%	14,0%	18,0%
Kolhydrater	—	11,0%	10,0%
Omsättbar energi	1,10 Mcal/kg	2,40 Mcal/kg	3,70 Mcal/kg
Ur energisynpunkt motsvarar 1 kg torrfoder	3,4 kg	1,5 kg	1,0 kg
Ungefärligt foderbehov per kg tillväxt	6—8 kg	2—4 kg	1,2—2,0 kg

Torrfoder

Torrfoder är i motsats till semi-moistfoder och färskfoder oftast industritillverkat och har vid lämplig lagring en hållbarhet på ett år jämfört med några få dagar för semi-moistfoder och färskfoder. Torrfoder består av följande råvaror:

Protein	Fiskmjöl, köttmjöl, soja etc
Fett	Fett och oljor av olika slag
Kolhydrater	Spannmålsprodukter
Övrigt	Mineraler, vitaminer, bindemedel etc

Vid tillverkningen framställs för olika fiskstorlekar anpassat foder genom:

- Granulering (sjunkfoder)
- Pelletering (sjunkfoder)
- Extrudering (flytfoder)

Distribution av foder

I intensiva, storskaliga odlingar kan foder distribueras för hand, vilket kan ge gott resultat genom den erfarna odlarens direktkontakt med fisken och dess reaktioner på utfodringen. Metoden är emellertid arbetskrävande. En rad olika lösningar för automatiserad utfodring har därför tagits fram. Nästan samtliga är avsedda för torrfoder.

Relativt tidigt i utvecklingen började man använda sig av torrfoderautomater. Dessa bestod av en foderbehållare vars utfodringsmekanism, en roterande skiva, drevs av en svagströmsmotor. Under senare tid har utfodringsmekanism med vibrerande skiva kommit till användning.

För att sprida foder oberoende på lufttryck. Automaterna är lämpliga för strömmande vatten.

Foderautomater av r. Många styrcentraler ringsförloppet under

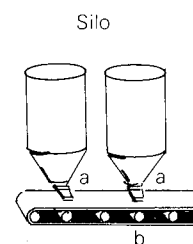
Utveckling

För närvarande testas fodermängder. Energi genom långsam rotation.

Under senare tid har utfodringen genom l

En annan variant se kassodling där utfod fiskens förmåga att

För anpassning av u datorstyrda utfodring sådana anläggningar foderstorlek och fock bruk i Norge. Torr- från centrala silos t



Figur 20. Datorstyrd med strömmande vatten. a. Utmatningsskruv b. Löpande band c. Maskin för framställning av vätfoder d. Doseringssvåg

Moist	Torr-foder
	10,0%
	51,0%
	18,0%
	10,0%
Mcal/kg	3,70 Mcal/kg
	1,0 kg
	1,2—2,0 kg

För att sprida foder över större ytor används tryckluftsdrivna automater. De kan, beroende på lufttryck och partikelstorlek hos fodret, sprida foder högst 25 meter. Automaterna är lämpliga för stora uppfödningseenheter med långsamt genomströmmande vatten.

Foderautomater av nämnda typer regleras med hjälp av styrcentraler och tidur. Många styrcentraler är utrustade med en fotocell som startar och avslutar utfodringsförloppet under dagen.

Utveckling av foderautomater

För närvarande testas också en automat med konstantutfodring av mycket små foder-mängder. Energikällan är en solcell. Solcellen driver en utfodringsskiva som genom långsam rotation kontinuerligt avger foder i proportion till ljusintensiteten.

Under senare tid har den så kallade pendelautomaten blivit vanlig. Fisken styr då själv utfodringen genom beröring av en i vattnet nedhängande pendel.

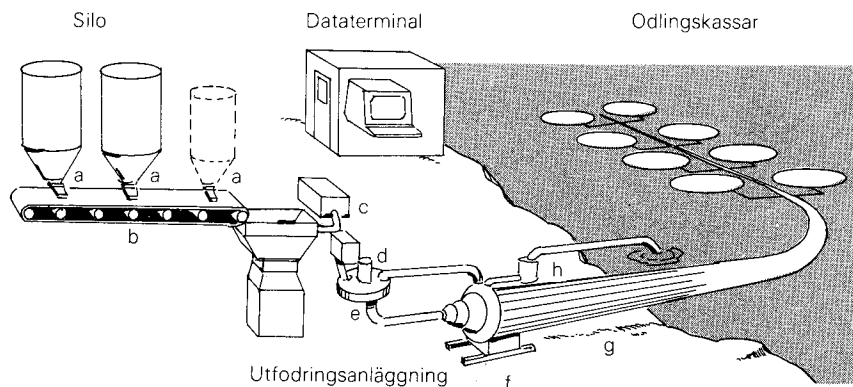
En annan variant som också håller på att utprovas är ett utfodringssystem för kassodling där utfodringsintervallerna bestäms av en liten mikrodator, men där fiskens förmåga att ta fodret avgör när utfodringen avslutas.

För anpassning av utfodringen till fiskens eget födointagsmönster är avancerade datorstyrda utfodringsanläggningar intressanta. Utveckling av och försök med sådana anläggningar har påbörjats i Sverige. En datorstyrd anläggning för val av foderstorlek och foder-mängd till varje enskild uppfödningseenhet finns redan i bruk i Norge. Torr- och/eller våtfoder transporteras här med strömmande vatten från centrala silos till uppfödningseenheterna (fig 20).

anpassat foder genom:

s för hand, vilket kan ge
med fisken och dess reakti-
on. En rad olika lös-
ningar. Nästan samtliga är av-

g av torr-foderautomater.
nism, en roterande skiva,
driftmekanism med vib-



Figur 20. Datorstyrd foderblandare vid en utfodringsanläggning där fodret transporteras med strömmande vatten till uppfödningseenheterna. (Efter Ole Molaug, Norge).

- a. Utmatningsskruv
- b. Löpande band
- c. Maskin för framställning av våtfoder
- d. Doseringsvåg

- e. Öppningsventil
- f. Väljarventil
- g. Utmatningsrör
- h. Vattenpump

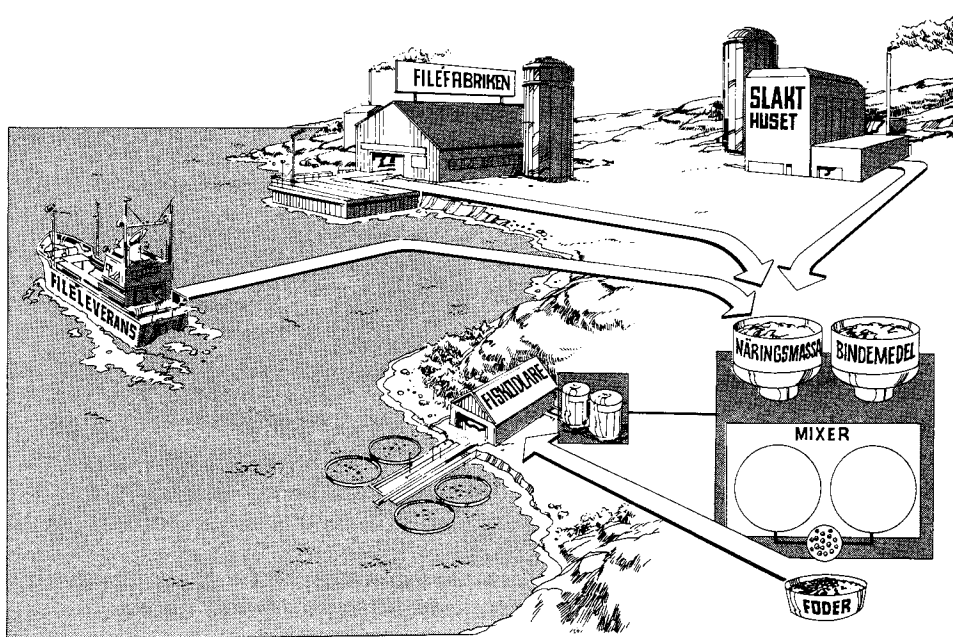
Utfodring med semi-moist och färskfoder sker idag till den helt övervägande delen manuellt. Det finns emellertid en foderautomat för bulk semi-moist foder, vilket pelleteras vid varje särskilt utfodringstillfälle. Pelletsstorleken kan regleras från 2 till 5 mm. Automaten kan användas vid såväl land- som vattenbaserad odling.

Utvecklingstendenser inom foderframställning

De metoder för framställning av foder för fiskodlingsändamål som hittills varit förhärskande måste förändras eller modifieras med tanke på expansionen inom den internationella akvakulturen.

- 1) Tillgången på fiskprotein, den vanligaste proteinkällan, är begränsad,
- 2) Framställningen av torrfoder är energikrävande.

De utvecklingstendenser som nu kan skönjas bygger på ett användande av biologisk teknik. Olika ensileringsmetoder studeras f n intensivt framför allt i Norge och Skottland (fig 21). Metoderna innebär enklare, energisnålare sätt att ta tillva-



Figur 21. Tekniken med att ta tillvara fiskavfall, industrifisk och slaktavfall för tillverkning av fiskfoder utvecklas allt mer. Genom olika ensileringsmetoder framställs en fiskfodermassa (ensilage), som sedan blandas med bindemedel till fiskfoder.

ra s k skräpfisk, fiskavfall, fiskavfall. Vissa p fodringsteknik. De f semi-moistfoder från fiskmjöl, blodmjöl, vi innehåller aminosyran omättade fettsyror o tillföras.

Ett intressant projekt Där arbetar man bl a Avfall från svin-, kyc ning av maskar och f bildar sedan basen fö

På sikt kanske den s framväxande genman m m). har redan pröv kan framställas med området. DNA-teknik fås att framställa till ret. Kommunalt avlo fall från t ex skogsind fiskodling.

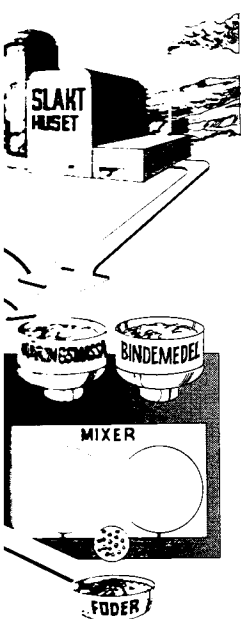
Figur 22. Avfall från sv ning av maskar som anu den i en process där kon Stirling).

elt övervägande de-
mi-moist foder, vil-
leken kan regleras
som vattenbaserad

ål som hittills varit
a expansionen inom

r begränsad.

nvändande av biolo-
framför allt i Norge
are sätt att ta tillva-

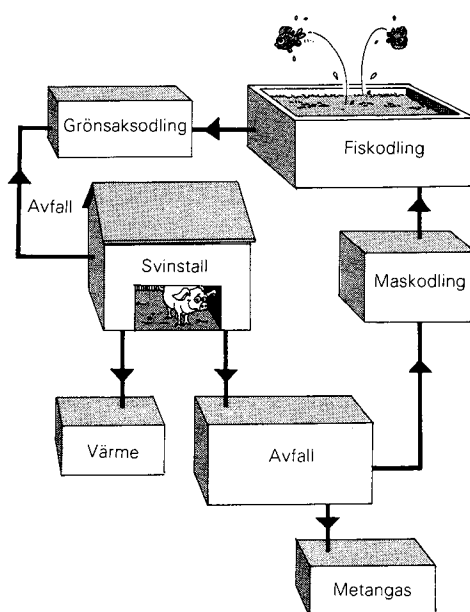


slaktavfall för tillverk-
ler framställs en fiskfo-
der.

ra s k skräpfisk, fiskavfall och slaktavfall. Enbart i Norge dumpas f n ca 200 000 ton fiskavfall. Vissa problem återstår dock ännu rörande kvalitet och rationell ut-fodringsteknik. De försök som genomförs för närvarande är framställning av semi-moistfoder från ensilage med tillsats av bindemedel, som måste bestå av fiskmjöl, blodmjöl, vitaminer och alginater. Blodmjölet är viktigt, eftersom det in-nehåller aminosyran tryptofan, som förstörs i fisken vid ensilering. Även fler-omättade fettsyror oxideras lätt i ensilaget, varför anti-oxideringsmedel måste tillföras.

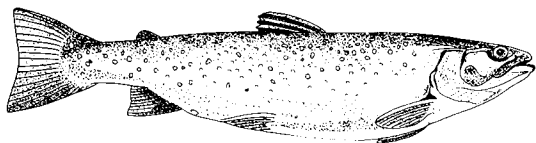
Ett intressant projekt pågår för närvarande vid University of Stirling, Skottland. Där arbetar man bl a med alternativa födoslag för att ersätta fiskmjöl i fiskfoder. Avfall från svin-, kyckling- och boskapsproduktion bildar födobasen för uppföd-ning av maskar och för odling av encelliga organismer. Maskar och encellsprotein bildar sedan basen för fiskfodret (fig 22).

På sikt kanske den största potentialen för foderframställning finns inom den framväxande genmanipulationstekniken. Vissa typer av encellsprotein (bakterier m m). har redan prövats som foder för fisk. Specialiseringen av produkter som kan framställas med denna teknik har drivits långt inom bl a det medicinska området. DNA-tekniken innebär att bakterier (eller t v encelliga organismer) kan fås att framställa till exempel de aminosyror som behövs i proteindelen av fiskfod-ret. Kommunalt avlopp, avfall från mejerier och övrig livsmedelsindustri och av-fall från t ex skogsindustrin skulle kunna utgöra basen för produktion av foder för fiskodling.



Figur 22. Avfall från svin-, kyckling- och boskapsproduktion bildar födobasen för uppföd-ning av maskar som används till fiskfoder. Schemat visar energiflöden mellan olika områ-den i en process där konsumtion av fiskprodukter är slutledet (efter A. Tacon, University of Stirling).

Energianalyser



Vattenbruk är i Sverige en liten men expanderande näring. För planeringen av denna näring i ett långsiktigt perspektiv krävs analyser inom bl a energiområdet.

Behovet av energianalyser i övergripande samhällsplanering har accentuerats på senare tid. Man har mer allmänt börjat inse att användbar energi utnyttjad i dagens omfattning är en ändlig resurs och att en hög energiförbrukning inverkar på miljö och ekologiska förlopp. Som ett första led i utvecklandet av energianalyser inom vattenbruk har inom STU-Havsteknik utarbetats en rapport (Adling 1981) med jämförande analys av energiflödena vid ett par odlingsformer för fisk samt vid visst havsfiske. Jämförelsen har dock begränsats till att avse energiutbyte för slaktfärdig fisk. Energiåtgången vid transport, bearbetning och marknadsföring är delvis känd genom andra energianalyser. För att erhålla en mer omfattande kännedom om energiutbytet vid vattenbruk bör STU-analysen kompletteras med energiberäkningar för flera andra vattenbruksprodukter. Ur energisynpunkt är t ex odling av musslor och alger särskilt intressant. Vidare bör analysen utvidgas till att omfatta alla led i produktionen fram till konsumenten. Energianalyser av denna omfattning kan ge säkrare underlag för planering av en rationell energihushållning inom svenskt vattenbruk.

Beräkningsgrunder vid energianalyser

I nämnda rapport "Energiflöden vid fiskodlingar samt vid laxfiske i Östersjön" sägs bl a följande:

I det orörda ekosystemet åtgår energi vid fiskens konkurrens med andra arter, regenerering och för att skapa motståndskraft mot sjukdomar etc. Vid fiskodling har människan genom energitillförsel helt eller delvis övertagit många av dessa funktioner. I det följande utformas en modell för att beskriva och beräkna dessa energiflöden. Vi måste då först definiera begreppet energi. En användbar definition är att energi utgör kapacitet att utföra arbete.

"Energi är arbete, eller allt som är producerat från eller kan bli omvandlat till arbete"

Energiflödena beskrivs med hjälp av fyra komponenter:

- Solenergi
- Direkta insatser av hjälpen energi
- Indirekta insatser av hjälpen energi
- Energi bunden i material

Solenergin är givetvis här direkta insatser

Summan av alla direkta produktionsmedel och bundna energin i b

Åtgärder som syftar till en fullständig systemanalys men: av råvaror till konsumenten urskiljas: samling, förädling och

Tillverkning av produktionsmedel

Figur 23. Schematiskt över fiskprodukter är slutförädlade

De i processen ingående

Flödestermener

Insatser	Från naturen
	Från andra

Avkastning	Fisk
	Fisk

Resursbeståndstermer

Vatten—Mark
Arbetskraft
Realkapital
Processkapital.

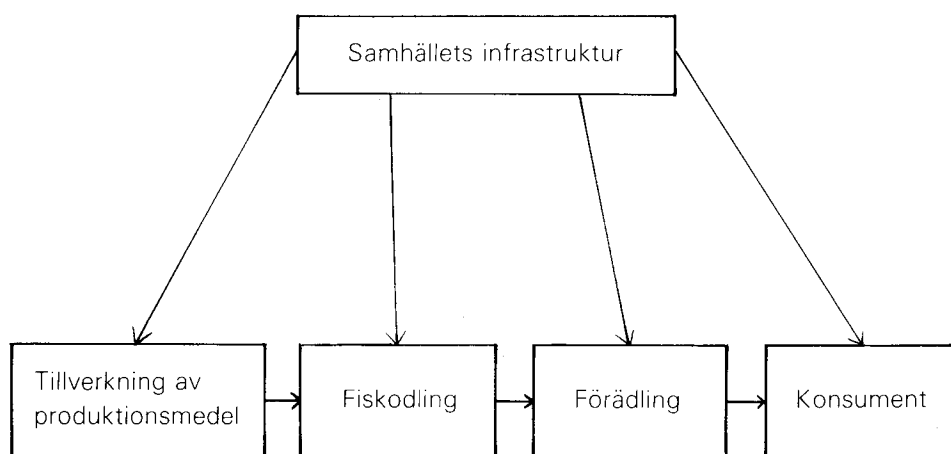
Solenergin är given och flödar oavsett människans handlande. Hjälpenergi kallas här direkta insatser, när den används för drift av fiskodlingsanläggningar.

Summan av all den hjälpenergi som åtgått bakåt i alla led för framställning av olika produktionsmedel kallas indirekt hjälpenergi. Dessutom ingår den i materialbundna energin i beräkningarna.

i Sverige en liten
nde näring. För pla-
lenna näring i ett
spektiv krävs analy-
nergiområdet.

ergianalyser i över-
lan har mer allmänt
g är en ändlig resurs
ogiska förlopp. Som
bruk har inom STU-
ande analys av ener-
vsfiske. Jämförelsen
isk. Energiåtgången
l genom andra ener-
m energiutbytet vid
ningar för flera an-
av musslor och alger
tta alla led i produk-
tning kan ge säkra-
nom svenskt vatten-

Åtgärder som syftar till att minska energianvändningen måste baseras på en fullständig systemanalys för att utesluta suboptimering. Med en fullständig systemanalys menas att alla led i produktionen ingår i analysen, från anskaffning av råvaror till konsumtion av produkten. Vid denna analys kan fem huvudområden urskiljas: samhällets infrastruktur, tillverkning av produktionsmedel, fiskodling, förädling och konsumtion (fig 23).



Figur 23. Schemat visar energiflöden mellan olika områden i en process där konsumtion av fiskprodukter är slutledet.

De i processen ingående energiflödena kan erhållas ur följande komponenter:

Flödestermier

Insatser	Från naturen
	Från andra processer
	För insatser i produktionen
	För underhåll, reparation och
	ersättning av resursbeståndet

Avkastning	Fiskkött
	Fiskavfall

Resursbeståndstermer

Vatten—Mark
Arbetskraft
Realkapital
Processkapital.

lyser

laxfiske i Östersjön”

med andra arter, re-
r etc. Vid fiskodling
agit många av dessa
a och beräkna dessa
En användbar defini-

bli omvandlat till ar-

Energiflödesberäkningar

För beräkning av energiflödena i processen måste man, i de fall dessa inte direkt kan bestämmas, beräkna resursbeståndets energiinnehåll. Vid resursbeståndets medverkan i produktionen kommer detta gradvis att förbrukas. Den tid det tar att förbruka beståndets energiinnehåll på ett ekonomiskt försvarbart sätt kallas avskrivningstid. Här bortses från eventuell återvinning av det i fiskodlingens resursbestånd bundna energiinnehållet efter avskrivningstidens slut.

Jämförelsen mellan energiåtgången och energiutbytet vid matfiskodling och laxfiske i Östersjön framgår av tabell 3. Analyserna är ett försök att beskriva den totala insatsen av energi i form av redskap, odlingsanläggningar, driftsenergi m m i en odling med konventionell nätkasse och en odling med ett recirkulerande system och jämföra den med energiåtgången i laxfiske (Adling 1981).

Av sammanställningen framgår att energiutbytet är ungefär detsamma vid recirkulationssystemet som vid havsfångsten och att energiutbytet vid nätkassodling är ca 20% större.

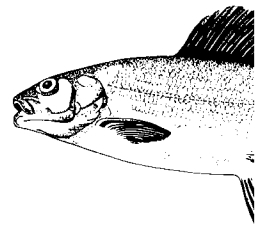
Tabell 3. Jämförelse mellan energiåtgång och energiutbyte vid två olika typer av matfiskodlingar och laxfiske i Östersjön (Adling 1981).

	Odling av regnbåge i nätkassar	Odling av regnbåge i recirkulerande system	Fångst av lax i Östersjön
Insatser (10 ³ kWh)			
Foder	533 (96%)	5 565 (57%)	—
Elenergi	—	3 866 (39%)	—
Dieselolja	—	—	4 614 (74%)
Kompensationsodling*	—	—	446 (7%)
Övrigt	21 (4%)	369 (4%)	1 154 (19%)
	574	9 800	6 124
Avkastning (10 ³ kWh)			
Fiskkött	30,5	420	279
Fiskavfall	5	70	46
	35,5	490	325
Energiutbyte**	0,062	0,050	0,052

* Insatserna vid kompensationsodling utgörs till ca 80% av foder

** (Avkastningen uttryckt i kWh)
(Insatserna uttryckta i kWh)

Biologi



För att utveckla odlingens framtida konkurrensskapen om det odlade bytet och könsmognad vattenbruket. Ekolog har ingående behandlingar räkör.

Många odlare av lax försöker minska tillväxt, öka produktionsresultat som tekniker.

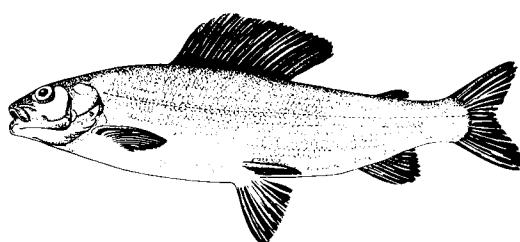
- a) genetisk manipulation
- b) hormonell manipulation
- c) miljömanipulation

Genetisk manipulation

Genetisk manipulation av fisker resurser har potentialen, samtidigt som detta är produktionskostnadsökande. Man får ökade kostnader vid flersäsongsodling av fisk.

För globala vattenbruk är det viktigt att ha en god kunskap om den genetiska variationen av fisk i vatten. Arbetet är detsamma när det gäller utveckling av fisk.

Biologisk teknik



Växelvarma vattenorganismer som fisk, kräfter och musslor kan vara ytterst effektiva proteinomvandlare och därför är vattenbruk ur denna synpunkt överlägset många andra uppfödningformer.

För att utveckla odlingen av fisk, kräftdjur och musslor och ytterligare öka dess framtida konkurrenskraft är det dock ytterst väsentligt att den biologiska kunskapen om det odlade materialet ökas. Könsdifferentiering, tilläxtpotential, skalbyte och könsmognadsmönster är några viktiga faktorer att ta hänsyn till inom vattenbruket. Ekologiska, etologiska, fysiologiska och genetiska kriterier av vikt har ingående behandlats i rapporterna *Fiskevård och fiskodling* samt *Kräfter eller räkor*.

Många odlare av laxfisk, bl a regnbåge och lax har problem med tidig könsmognad hos fisken. Framför allt är det hanar som blir könsmogna vid tidig ålder, med minskad tillväxt, ökad dödlighet, kvalitetsnedsättning och därmed försämrat produktionsresultat som följd. Problemet kan angripas med ett par olika biologiska tekniker.

- a) genetisk manipulation (avel)
- b) hormonell manipulation
- c) miljömanipulation.

Genetisk manipulation

Genetisk manipulation genom urval har bedrivits under många generationer med bl a regnbåge och karp. Genom konsekvent avel har man lyckats höja tillväxtpotentialen, samtidigt som andelen tidigt könsmogen fisk minskats väsentligt. Trots detta är produktionsbortfall genom tidig könsmognad fortfarande ett problem. Man får ökade kostnader på grund av sorteringsarbete medan trenden går mot flersäsongsoodling av större och större fisk.

För globala vattenbruksarter som regnbåge, där risken för spridning och infiltrering av odlad fisk i vilda bestånd kan negligeras, är denna teknik säkert väl tillämplig. Arbetet är dock långsiktigt och resurskrävande. Tekniken är mera tveksam när det gäller utnyttjande av arter som förekommer naturligt i odlingsområdet.

Fall dessa inte direkt vid resursbeståndets ökas. Den tid det tar försvårbart sätt kallas för i fiskodlingens resurs slut.

atfiskodling och lax- att beskriva den to- ar, driftsenergi m m i l ett recirkulerande (ing 1981).

detsamma vid recir- et vid nätkassodling

på olika typer av mat-

Fångst av lax i Östersjön
—
—
4 614 (74%)
446 (7%)
1 154 (19%)
6 124
279
46
325
0,052

Hormonell manipulation

Hormonell manipulation kan tillämpas i olika stadier. Den etiskt minst störande hittills går ut på att åstadkomma enkönade populationer. Behandling sker med testosteron respektive östrogen under en kort period under fiskens ägg- och gule-säckstadier. Då erhålls enbart hanar resp enbart honor eller sterila fiskar. (Köld/värmechock kan för övrigt ge liknande resultat).

Dessa kan då användas direkt i odling (enbart funktionella honor, som blir senare köns mogna och har bättre tillväxt under en längre period) eller användas i avel. Om man använder sådana "konstgjorda" hanar som genetiskt är honor får man en avkomma bestående av enbart honor, som i sin tur kan användas av odlarna. Enligt senare rön kan man även möjligtvis åstadkomma enkönade populationer genom temperaturchock under den tidiga könsdifferentieringsperioden. Hormonell manipulation för att förhindra eller utlösa lekmognad har använts sedan länge inom vattenbruket bl a vid karpodling och man planerar att använda hormonell manipulation vid intensivodling av kräftdjur för att synkronisera skalömsning och därmed förhindra kannibalism.

Miljömanipulation

Det börjar emellertid också stå klart, att varje individ i en nordlig fiskpopulation vid kritiska tidpunkter, "väljer" antingen att fortplanta sig eller att "vänta" och tillväxa ytterligare ett år. Det är därför tänkbart, att man inom en snar framtid med enkla medel (t ex temperaturpåverkan, ljuspåverkan o s v) kan påverka initieringen av köns mognadsprocessen och därmed produktionsresultaten i intensivodlingar.

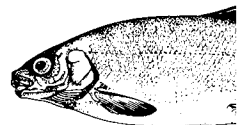
Extensiv odling

Biologiskt grundad teknik kan även användas i mer extensiva odlingsformer. I Skottland har man nått intressanta resultat med insjö ranching med regnbåge i små sjöar. Fisken lockas till utfodringsplatser genom ljudsignal på bestämda tider (de kommer följande småningom utan signal) man lever i övrigt också på den naturliga produktionen i sjön. De största fiskarna samlas närmast automaten, varigenom man kan erhålla automatisk storlekssortering (jfr fig. 10).

Ranching med lax används med framgång i våra utbyggda älvar. Likartade vandringsbeteenden kan dock utvecklas för de flesta fiskarter. Stora mängder gädda, abborre, mört, harr, sik och lake vandrar mellan vattendragen och havet under bestämda och begränsade tider. Kunskap om sådana beteenden kan utgöra en grund för ett bättre utnyttjande av våra vattenresurser i framtiden.

Utnyttjande av biologiskt material i slutna system som dammar, kalkbrott m m är en annan extensiv odlingsform. Genom en lämplig artsammansättning kan den naturliga produktionen utnyttjas på ett effektivt sätt. Försök med sådana polykulturer har påbörjats på Gotland.

Övervi



med utslakt av den kal överproduktion, het. Teknik som me är därför viktig att

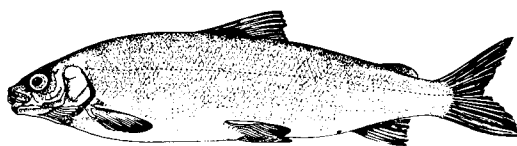
Problem vi

- *Underkyllt vatten* halten så pass h Fisken bildar isk och regnbåge ske
- *Isrörelser*. Under mar på odlingar i
- *Dålig vattenomsä* omsättningen oft kunna leda till pr rigt är goda.
- *Foderkrav*. Erfar under årets lopp. der är direkt olär färskfoder funge andra krav på an ren.

Metoder fö

En rad mer eller mi har genomförts i Sve i isen, nedsänkning samt övervintring av

Övervintringsteknik



En viktig begränsande faktor för utbyggnad av kassodling i Sverige utgör övervintringen. Hittills har majoriteten av odlarna bedrivit säsongsoodling

med utslakt av den odlade fisken under hösten. I många fall har detta lett till lokal överproduktion, låga priser på producerad fisk med åtföljande dålig lönsamhet. Teknik som medger flersäsongsoodling i kasse och helårsutslaktning av fisken är därför viktig att utveckla.

Problem vid övervintring

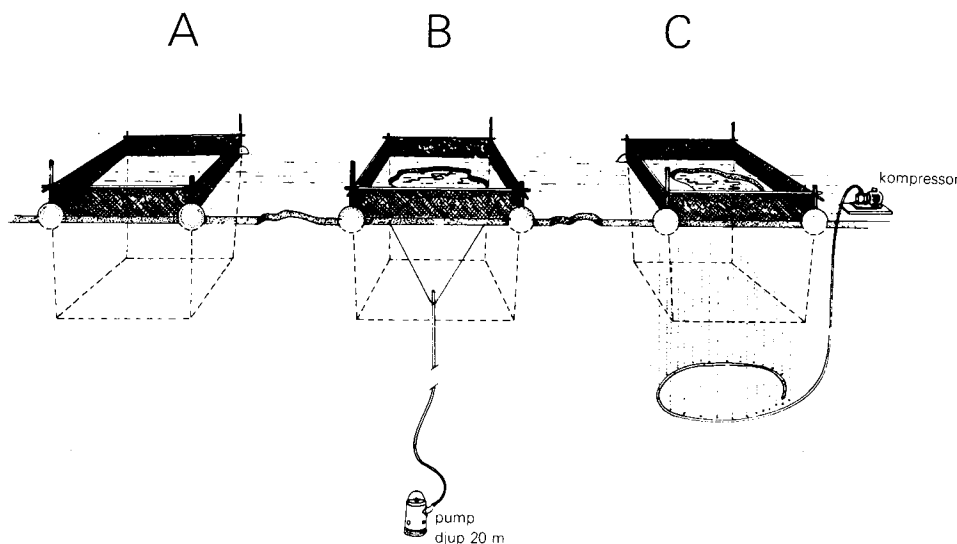
- *Underkylt vatten.* Speciellt på svenska västkusten och södra Östersjön är salthalten så pass hög, att vattnet inte fryser förrän i intervallet $-0,5-2^{\circ}\text{C}$. Fisken bildar iskristaller i blodet i närheten av dessa värden och dör. För lax och regnbåge sker det i intervallet $-0,5-1^{\circ}\text{C}$ (Saunders et al. 1975).
- *Isrörelser.* Under tidig vinter och vår kan isrörelser riva sönder kassar och ramar på odlingar i oskyddade lägen.
- *Dålig vattenomsättning.* I skyddade vikar och sund kan den naturliga vattenomsättningen ofta vara låg under vintern, vilket i flera fall har konstaterats kunna leda till problem för fisken, även om syreförhållandena i området i övrigt är goda.
- *Foderkrav.* Erfarenheter har visat, att fiskens krav på foderkvalitet varierar under årets lopp. Norska odlare och skotska vetenskapsmän uppger att torrfoder är direkt olämpligt som utfodring vid låga temperaturer, medan däremot färskfoder fungerar bra. Enligt Bilton et al. (1982) har laxfiskar på vintern andra krav på aminosyre- och fettsyresammansättning i fodret än på sommaren.

Metoder för övervintring

En rad mer eller mindre sofistikerade försök med övervintring av kassodlad fisk har genomförts i Sverige. Metoderna har varierat från direkt infrysning av kassen i isen, nedsänkning av kassen, luftning, uppumpning av varmare bottenvatten samt övervintring av fisken i tråg på land.

I ett försök som utförts vid Ulvön, Höga kusten, Ångermanland jämfördes tre olika övervintringsmetoder (fig. 24).

Försöket utfördes med lax. I kontrollförsöket fick kassen frysa inne i isen. I två andra kassar hölls isfritt genom att vattenomsättningen ökades. Vid den ena kassen pumpades luft med hjälp av en kompressor och i den andra transporterades vatten från 20 m djup med hjälp av en pump.



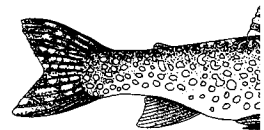
Figur 24. Försöksuppställning vid övervintringsförsök 1980–81. Kasse A: Inga åtgärder vidtagna. Kasse B: Pumpning av bottenvatten från ca 20 m djup. Kasse C: Luftbubbling under kassen (efter T. Eriksson, 1982).

Fisken i kontrollkassen visade ett underligt beteende med bl a sidsimning. Under början av april dog nära hälften av fisken, varför försöket avbröts. I de båda andra försökskassarna överlevde samtliga fiskar och var på våren i god kondition. Det bör nämnas att vattentemperaturen aldrig underskred $-0,2^{\circ}\text{C}$.

Höga kusten-området har ganska många platser där risken för isrörelse under höst och vår är liten. Området är därför väl lämpat för flerårsodling av fisk i kasse. Liknande områden finns i Östersjön men där ökar dock risken för både låga vintertemperaturer och för höga sommartemperaturer.

Lämpliga övervintringsplatser för kassodlad fisk kan även finnas i utloppen av stora sjöar och uppströms kraftverk i de reglerade älvarna. Nedströms kraftverk föreligger risk för gasövermättnad.

Miljöte



svenskt vattenbruk ä
av miljöpåverkan ger
foderrester, avfall et
och lokalisering best

ODLINGSTEKNI

Figur 25. Miljöpåverka och produktionsvolym

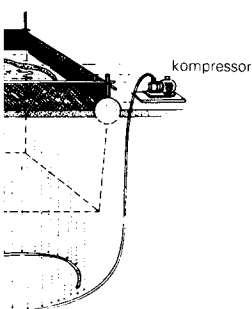
Effekter av föroreningar påverkan från jordbruk och från industrier på vattnets förmåga att bibristningsgränsen.

Vattenbruk kan på ett regel anpassa sig till ett retag som använder i är mest uppenbara i

Vid en framtida utveckling att tillfredsställande i heterna anpassas till i blir begränsad. Erfar

nd jämfördes tre oli-

ysa inne i isen. I två
des. Vid den ena kas-
ndra transporterades



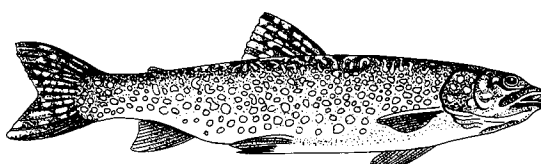
Kasse A: Inga åtgärder
Kasse C: Luftbubbling un-

ned bl a sidsimning.
örsöket avbröts. I de
i var på våren i god
underskred $-0,2^{\circ}\text{C}$.

n för isrörelse under
rsodling av fisk i kas-
risken för både låga

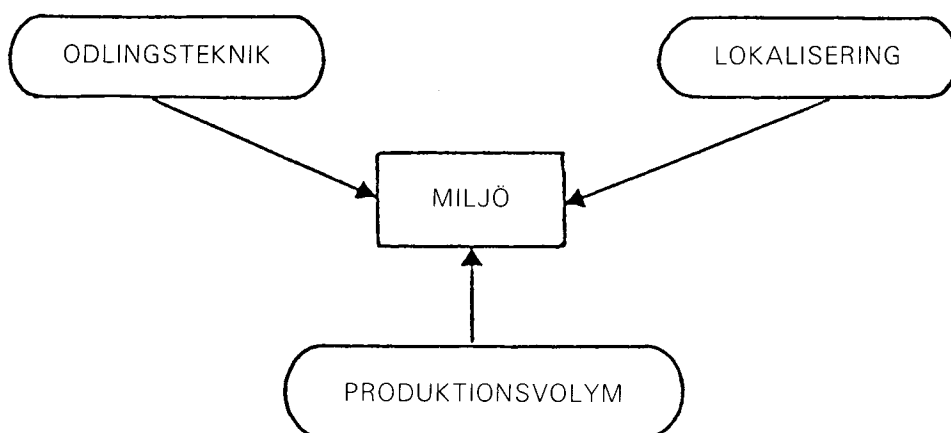
finnas i utloppen av
Nedströms kraftverk

Miljöteknik



Alla odlingar av organismer så-
väl till lands som i sjöar, rinnan-
de vatten och kustvatten påver-
kar omgivande miljö. Ett f n
viktigt problemområde inom

svenskt vattenbruk är miljöteknik, d v s den teknik som behövs för begränsning
av miljöpåverkan genom förbättrad odlingsteknik, omhändertagande av fekalier,
foderrester, avfall etc. Det sätt på vilket organismer odlas, odlingens omfattning
och lokalisering bestämmer i stort graden av påverkan (Anon 1982 b, fig. 25).



Figur 25. Miljöpåverkan bestäms huvudsakligen av tre faktorer: odlingsform, lokalisering
och produktionsvolym (Efter Anon., 1982 b).

Effekter av förorenande utsläpp i skilda recipienter är välkända. Så kallad diffus
påverkan från jordbruk och skogsbruk samt utsläpp från kommunala reningsverk
och från industrier har i flera fall lett till överlastade recipienter, d v s till att
vattnets förmåga att oskadliggöra ett tillskott av organiska ämnen utnyttjats till
bristningsgränsen.

Vattenbruk kan på ett naturligt sätt utnyttja våra vattentillgångar men tvingas i
regel anpassa sig till de vattenresurser som återstår sedan de institutioner och fö-
retag som använder tillgängliga vatten som recipienter etablerat sig. Problemen
är mest uppenbara i Syd- och Mellansverige.

Vid en framtida utveckling av vattenbruket kommer krav att ställas, som innebär
att tillfredsställande rening måste ske av avloppsvatten från odlingar, eller att en-
heterna anpassas till storlek och placering på ett sådant sätt att påverkan på miljö
blir begränsad. Erfarenheter av rening av avfall från fiskodling finns endast i be-

gränsad omfattning. Miljöpåverkan kan minimeras genom utveckling av odlings-tekniken, genom framtagning av nya fodertyper med lågt fosforinnehåll eller genom att skräpfisk från vattnet utnyttjas för utfodring, t ex via ensileringsteknik. Avfallet från odlingarna är rikt på näringsämnen och bör därför ha värde som t ex jordförbättringsmedel eller som bas för proteinproduktion enligt den modell som f n utprovas i Skottland.

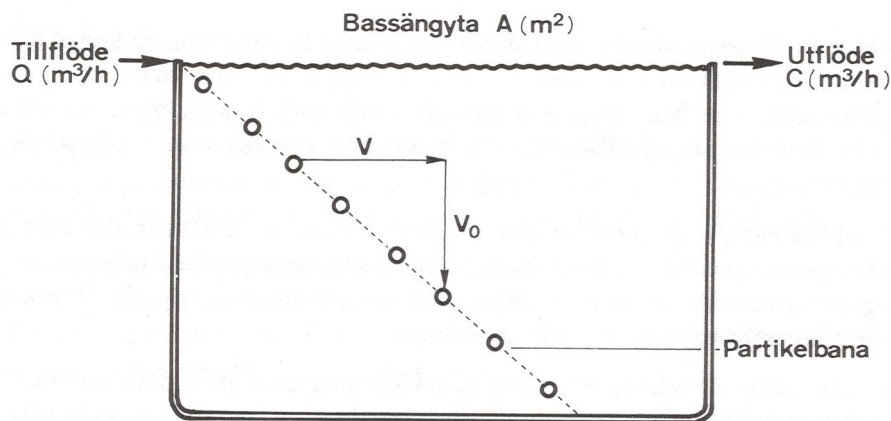
Näringsrikt vatten från högteknologiska intensivodlingar kan eventuellt också användas för odling av alger med den sk spray-metoden eller vid odling av t ex vattenhyacinter.

Dammodling

Mängden avfallsämnen från olika dammbruk varierar och beror på parametrar som fodertyp, fodergiva, fiskstorlek, dammutformning etc.

Avfallsämnena består av fiskekrekremer och foderrester förutom de naturligt uppslammade ämnena som finns i det vatten som tillförs odlingen.

Avfallsämnena vid dammodling kan uppdelas i en del som sedimenterar lätt och i en del som endast långsamt sedimenterar. Den sistnämnda fraktionen sköljs ut och rinner vidare till recipienten. Det lättsedimenterbara materialet kommer att ansamlas i dammen. Sedimentationsmöjligheterna beror på vattenflöde, fisktäthet, fiskstorlek etc (VKJ 1979). Partikulärt material från dammbruk kan sedimenteras i en bassäng med viss hydraulisk ytbelastning, d v s den tillförda vattenmängden i m^3 per m^2 bassängyta och timme (fig 26). Vid praktisk dimensionering måste den teoretiskt beräknade ytbelastningen reduceras med en säkerhetsfaktor p g a turbulens, kortslutningsströmmar etc (Statens Naturvårdsverk 1971). Vidare har partiklar från torrfoder, semi-moistfoder och våtfoder olika sedimentationshastighet. Slammet som avsätts i en sedimentationsbassäng är att betrakta som en resurs med tanke på dess fosfor- och kväveinnehåll.



Figur 26. En partikels bana i en sedimentationsbassäng. För att partikeln skall nå botten före avflödet måste $V_0 \geq Q/A$ (Q/A = bassängens hydrauliska ytbelastning).

Genomflöde

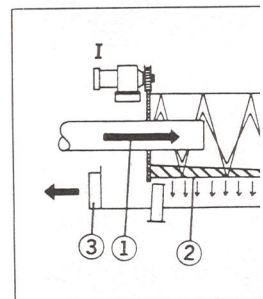
Vid fiskodling där man kan avlägsna partiklar med en velseparator (Field 1971) är det en risk del och en undre

Figur 27. Genom att anordna en velseparator minskar man risken för att partiklar hamnar i fiskarna.

lindrisk del och inledningen av de partiklar som hamnar i fiskarna är ett stort problem (Nankkari 1971).

I Sverige testas för närvarande en velseparator för att avlägsna fekaler och foderrester från vattnet.

Försök att avlägsna partiklar från vattnet (fig 28) ur avloppsvattnet i en norsk odling. Det fåtals uppslammade material



Figur 28. Roterande filter. 1. Avloppsvattnet förs in. 2. Avloppsvattnet silas. 3. Den silade vätskan rinner ut. 4-5. Det avvattnade råslammet rinner ut. (Efter ROTO-SIE)

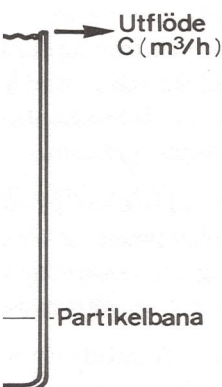
utveckling av odlings-
fosforinnehåll eller ge-
ex via ensileringstek-
n bör därför ha värde
produktion enligt den

kan eventuellt också
ller vid odling av t ex

beror på parametrar

förutom de naturligt
llingen.

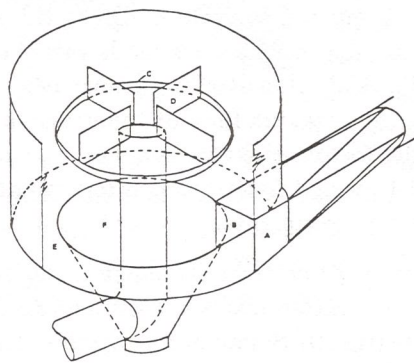
edimenterar lätt och i
a fraktionen sköljs ut
aterialet kommer att
å vattenflöde, fisktät-
damnbruk kan sedi-
s den tillförda vatten-
aktisk dimensionering
ed en säkerhetsfaktor
årdsverk 1971). Vida-
der olika sedimenta-
ssäng är att betrakta



tikeln skall nå botten fö-
stning).

Genomflödessystem

Vid fiskodling där man utnyttjar genomflödessystem och stora volymer vatten kan man avlägsna partikulärt material genom att låta vattnet passera en s k virvelseparator (Field 1974, EPA 1984). En virvelseparator består av en övre cylindrisk del och en undre konisk del (fig 27). Dimensionerna av virvelseparatorns cy-

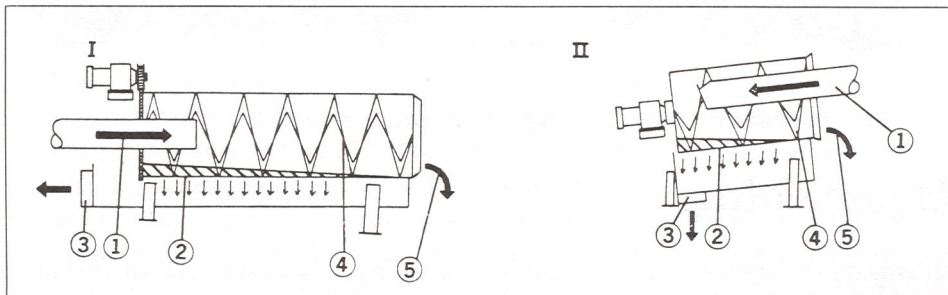


Figur 27. Genom att använda en s k virvelseparator kan föroreningsmängder från dammodlingar minskas.

lindriska del och inlopp bestämmes av vattenflöde och sedimentationshastighet hos de partiklar som skall avskiljas samt av den önskade reduktionen av uppslammat material (Nankkarinen 1981, VKI 1982).

I Sverige testas för närvarande en miljövänlig s k silobassäng vid en fiskodling. Fekalier och foderrester sedimenteras i en kemisk del.

Försök att avlägsna fiskeexkrementer och foderrester med ett roterande filter (fig 28) ur avloppsvattnet vid rengöring av laxodlingsbassänger har utförts vid en norsk odling. Det fåtal analyser som utfördes vid dessa försök visade att mängden uppslammat material reducerades till hälften i avloppsvattnet.



Figur 28. Roterande filter. I visar kugghjulsdrift, II visar direktdrift.

1. Avloppsvattnet förs in i filtret via ett inloppsrör.

2. Avloppsvattnet silas genom siltrummans hål.

3. Den silade vätskan rinner ner i vätskesamlaren och ut ur filtret.

4–5. Det avvattnade rensat matas via den invändiga skruven ut ur filtret.

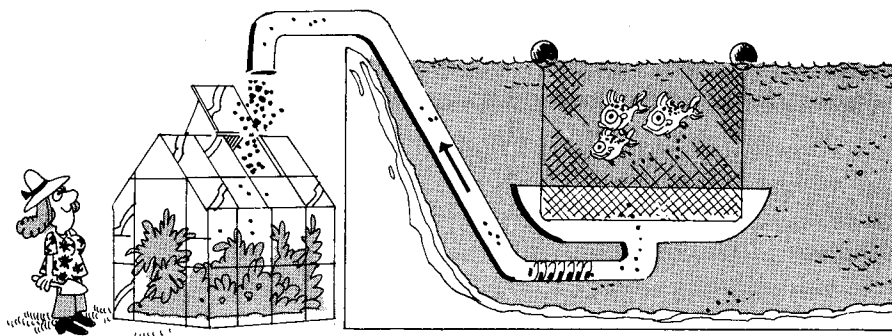
(Efter ROTO-SIEVE).

Kassodling

Vid kassodling sker odlingen i kassar av nät vilka placeras ut i sjöar, rinnande vatten eller i havet. I de flesta kassodlingar användes huvudsakligen torrfoder som föda, vilket förenklar utfodringen. Våtfoder och semi-moistfoder utnyttjas i några odlingar.

Fekalier och foderrester avgår vid kassodling direkt till omgivande vatten. Vid storleksmässigt välbalanserade odlingar i rinnande vatten och i havet bedöms miljöpåverkan som obetydlig. Vid intensivodling i sjöar bör en individuell prövning göras för att utröna behovet av teknik för omhändertagande av fekalier och foderrester. I första hand är det fosfor och kväve som antas ge de största effekter i miljön (Karlsgren 1981). Rätt avvägd fodergiva och fodersammansättning kan i hög grad minska belastningen på recipienten.

För närvarande sökes patent på en tratt att hänga under odlingskassar (Pohlhausen, muntligt meddelande). Tratten fästes vid samma ram som kassen och skjuter en bit utanför kassens yta (fig 29). Slammet som samlas i tratten kan sedan tas om hand. Försök med denna anordning planeras under 1982 i Västtyskland. Systemet med trattar har tidigare med framgång prövats i USA vid kassodling i dammar (Lewis & Wehr 1976).

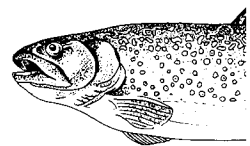


Figur 29. Anordning för att ta tillvara foderspill under kassar.

Musselodling

Musselodling förekommer i Sverige hittills endast i Bohuslän där tillväxten är god. Blåmusslor odlas på vertikala band som hänger ner till 6–8 meters djup. Musslorna livnär sig på växtplankton som filtreras i vattnet. Till skillnad från fiskodling förekommer inga foderrester utan endast exkretionsprodukter. Dessa sedimenterar under odlingen. Teknik för omhändertagande av detta slam bör dock utvecklas eftersom slammet är en värdefull resurs, som kan utnyttjas t ex som gödselmedel.

Storlek



kassar med skilda st
ofta manuellt och är
odlingar finns i ma
ringsmaskiner. Fisk
sorteringsenheten. I
sortera manuellt.

Vid slakt måste också
och vissa utsorteras
Larsson (1982):

"Fiskslakten förbereder fallet. Detta görs i svälten ger ett fast gälar och inälvd endast ett fåtal av utrustning. Handlokaler. Slaktkap: handslaktning av blir kapaciteten på tet på upp till 40 g. Större fiskar n

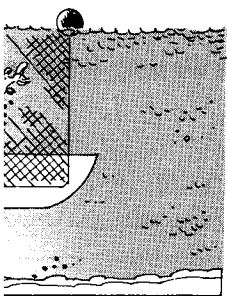
För att kvaliteten på
det viktigt att fis-
och ineffektiv avl-
undvika stresspå-
direkt olämpligt f-
är som bekant ett
lig slakthygien, k-
desto snabbare gä-

Det är därför viktigt
sätts för höga ten
passerat slaktmor
och levereras så s

t i sjöar, rinnande vat-
akligen torrfoder som
tfoder utnyttjas i någ-

mgivande vatten. Vid
ch i havet bedöms mil-
n individuell prövning
e av fekalier och foder-
e största effekter i mil-
ansättning kan i hög

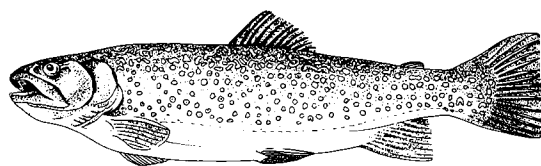
llingskassar (Pohlhau-
om kassen och skjuter
tten kan sedan tas om
Västtyskland. Syste-
vid kassodling i dam-



slän där tillväxten är
till 6–8 meters djup.
net. Till skillnad från
tionsprodukter. Dessa
de av detta slam bör
om kan utnyttjas t ex

Storlekssortering och slakt

Storlekssortering och slakt



Två av fiskodlingens mera arbets-
krävande moment är storlekssorte-
ring och slakt. De olika individerna
tillväxer olika fort. Det blir därför
nödvändigt att dela upp de enskil-
da kassarnas besättning på olika

kassar med skilda storlekar flera gånger under en odlingssäsong. Arbetet bedrivs
ofta manuellt och är tidsödande. Enkla sorteringsrännor att användas för mindre
odlingar finns i marknaden. För större företag kan det löna sig att köpa sorte-
ringsmaskiner. Fisken pumpas, trycks eller skruvas från odlingsbassängen till
sorteringsenheten. De flesta odlare är dock hänvisade till att håva upp fisken och
sortera manuellt.

Vid slakt måste också en storlekssortering ske. Fisken delas upp i olika storlekar
och vissa utsorteras för slakt. Här återges tekniken genom att citera Cedrins och
Larsson (1982):

”Fiskslakten förbereds genom att fisken sätts på svält ca en vecka före slakttill-
fället. Detta görs för att slakten skall bli mera hygienisk och det anses också att
svälten ger ett fastare fiskkött. Själva slakten innebär förutom avlivning att
gälar och inälvor avlägsnas. Detta sker i de flesta anläggningar för hand. En-
dast ett fåtal av odlingsföretagen har haft råd att investera i automatisk slakt-
utrustning. Handslakten är arbetskrävande och sker ofta i kalla och omoderna
lokaler. Slaktkapaciteten per person och dag uppgår till ca 200–300 kg vid
handslaktning av halvkilosstor regnbågslax. Ju större fisken är, desto större
blir kapaciteten per person och dag. Automatiska slaktmaskiner har en kapaci-
tet på upp till 40 fiskar/minut. Maximal fiskstorlek vid maskinslakt är ca 700
g. Större fiskar måste handslaktas.

För att kvaliteten på den färdiga produkten skall kunna hållas på en hög nivå är
det viktigt att fisken inte stressas före slakten genom ovarsamma transporter
och ineffektiv avlivning. Bedövning med koldioxid eller elchock är ett sätt att
undvika stresspåverkan före slakt. Att låta fisken självdö genom kvävning är
direkt olämpligt från såväl djurskydds- som slaktkvalitetssynpunkt. Fiskköttet
är som bekant ett mycket känsligt livsmedel och ovarsam hantering, liksom då-
lig slakthygien, kan snabbt förstöra en bra produkt. Ju högre temperaturen är
desto snabbare går som regel förskämningen av fiskkött.

Det är därför viktigt att fisken snabbt passerar slaktkedjan och att den inte ut-
sätts för höga temperaturer. Kylkedjan måste även hållas efter det att fisken
passerat slaktmomenten. Fisk som skall säljas färsk bör omgående kylas (isas)
och levereras så snart som möjligt. Skall fisken fryslagras är det viktigt att in-

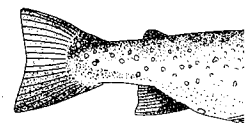
frysningen sker så snart som möjligt efter slakten och att själva infrysningen går snabbt. Stor fisk som fryslagras kan efter infrysningsmomentet tas ut och doppas i vatten (glacering). Därigenom bildas ett isskikt som hindrar luftens syre från att komma i kontakt med fiskfettet och oxidera detta (härskning). Slaktad fisk som skall gå till vidareförädling (rökning, gravning, färdiga fiskrätter etc.) bör direkt efter slakt kyl- eller fryslagras.

Slakten, vidareförädlingen och distributionen är idag tunga arbetsmoment för de enskilda odlingsföretagen. Det är också där som investeringskostnaderna är höga och förväntas stiga ytterligare genom strängare krav på hygien och kvalitet och genom dyrare transporter. Vidare tycks konsumentens krav på färdiglagade produkter blir allt större, vilket kräver investeringar i förädlingsledet. Allt detta talar för centrala slakt-, förädlings- och distributionsanläggningar dit odlingsföretagen kan leverera sin fisk när den är slaktmogen. Därigenom skulle kvaliteten på de färdiga produkterna kunna kontrolleras mera noggrant och odlingsprodukterna skulle kunna fördelas på marknaden mera jämnt under året.

Slaktutrustning är idag alltför dyrbar för att varje enskild odlare skall kunna investera i sådan teknik. Transportabla slaktutrustningar som skulle köras runt från odling till odling har därför diskuterats, men problemen är dels att odlarna vill slakta samtidigt på hösten och dels att många odlingar saknar kapacitet att ta vara på och frys- eller kylagra hela produktionen på en gång. Ofta kan inte heller deras uppköpare ta emot en hel säsongs produktion vid ett tillfälle. Detta kan tvinga odlingsföretagen att bygga frys- och kylagringslokaler till stora kostnader. Centrala anläggningar för den odlade fisken med slakteri-, förädlings- och distributionssystem får därför anses som en betydligt bättre lösning för dagens matfiskodlingsverksamhet. I en sådan centralenhet är det också lättare att t ex med hjälp av ett säsongsbaserat producentpris styra ut slakten jämnare över året."

Skörd av blåmusslor innebär givetvis en speciell teknik. Läsaren hänvisas till avsnittet "Musselodling" (sid 39).

Distrik



Nedan presenteras konventionella fiskhanterings- och teknik- och produktionsmetoder.

Sverige har ett importerat fiskerislag mer än 1 miljard kronor i sillråvaror tillgängligt relativt småväxta inom fiskeritekniken.

Det finns en rad aktiva fiskerihanteringen. Styrelsen för fiskeriet (Anon., 1981)

- Distributionssystem
- Utveckling av tekniska metoder (massa).
- Utveckling av tekniska metoder
- Bättre kunskaper

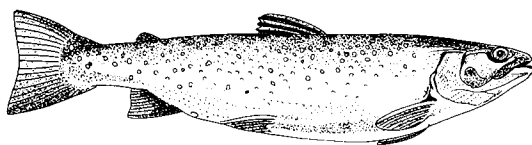
Distribution

Vid distribution av fiskeriprodukter är lång hållbarhet som ett viktigt livsmedel som tillåter varudistributionen

Gasförpackningar

För närvarande pågår utveckling baserad på låg temperatur. Samma utveckling sker på detta område förpackning och utveckling

Distribution och förädling



Ett livskraftigt svenskt vattenbruk är beroende av att forskning och teknikutveckling samordnas med vad som sker inom den konventionella fiskhanteringen.

Nedan presenteras några aktuella problem- och utvecklingsområden för den konventionella fiskhanteringen. Därvid beaktas bara sådant som avser bearbetning och teknik- och produktutveckling för den erhållna råvaran efter landning.

Sverige har ett importövertögt på fisk och fiskprodukter, som 1980 uppgick till mer än 1 miljard kronor. Samtidigt finns — främst i Östersjön — ca 50 000 ton sillråvaror tillgängliga för förädling. Tyvärr består Östersjöns fångster ofta av relativt småväxta individer som kräver nyutveckling av den maskinella bearbetningstekniken.

Det finns en rad aktuella teknikutvecklingsproblem inom den konventionella fiskhanteringen. Styrelsen för teknisk utveckling har listat dessa i en informationskrift (Anon., 1981).

- Distributionssystem för färsk fisk.
- Utveckling av teknik för framställning av sönderdelad fiskråvara (bitform och massa).
- Utveckling av teknik för förlängd hållbarhet av beredda fiskprodukter.
- Bättre kunskaper om torkning och rökning av fisk.

Distribution av färsk fisk

Vid distribution av färsk fisk såväl odlad som vildfångad är det önskvärt med så lång hållbarhet som möjligt. Fiskprodukter och skaldjur är generellt mycket känsliga livsmedel som fordrar låg lagringstemperatur, oftast 0°C. Kylkedjan i dagligvarudistributionen uppvisar tyvärr ibland temperaturer på 8°C och däröver.

Gasförpackningar

För närvarande pågår arbeten inom köttthanteringen med ny distributionsteknik baserad på låg temperatur och förpackning i gasatmosfär — koldioxid eller kväve. Samma utveckling är på gång i Norge avseende fiskhantering. Även i Sverige forskas på detta område, t ex vid SIK — Svenska Livsmedelsinstitutet. En anpassning och utveckling av denna teknik för odlade fiskprodukter bör komma till

stånd. Studierna bör omfatta olika fiskarter, liksom lämplig lagrings-, berednings- och förpackningsteknik. Goda resultat skulle få genomgripande konsekvenser för svensk fiskhantering, förutsatt att kvalitetskraven sätts höga.

Normalt är hållbarheten endast 3–4 dagar för färsk fisk. Hållbarheten för färsk fisk i gasförpackningar kan troligen bli ca 10 dagar. Detta kan medföra helt andra distributionssystem för färsk fisk. Det innebär att detaljhandeln kan tillhandahålla färsk fisk i en helt annan utsträckning än vad som nu är fallet.

Fryslagring

Det är angeläget att utveckla teknik för att öka hållbarheten hos skuren, avskinnad fisk, samtidigt som färskfiskkaraktären bibehålles. Detta kan ske genom en förkokning i kombination med annan behandling. En kombination av kemisk konservering med t ex mikrovågsvärmning skulle kunna ge lämpliga produkter för t ex storhushåll. Detta sortiment skulle bli helt nytt utan motsvarighet idag.

Även förlängd hållbarhet genom bättre fryslagring är ett viktigt forskningsområde. Nuläget kännetecknas av storskaliga infrysningsanläggningar med stora lagerutrymmen. Givetvis har detta stordriftsfördelar under förutsättning att livsmedelsindustrin är lokaliserad till frysningsanläggningars närhet.

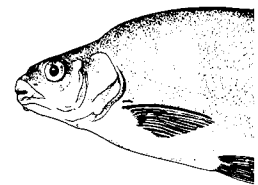
De vanligast odlade fiskarterna i Europa är laxartade. Dessa fiskslag, liksom skaldjur och musslor, tillhör de mest känsliga av de produkter som kan fryslagras. Därför krävs utveckling av förpackningssystem, där produkterna skyddas (framför allt mot fetthärskning). I vissa fall kan skyddet eventuellt behöva förstärkas med kemiska medel. Utvecklingsarbete för att utvinna antioxidanter ur naturligt förekommande ämnen pågår för närvarande i Sverige.

Torkning och rökning

Torkning är en metod för hållbarhetsbehandling, som lämpar sig väl för vissa produkter i svenskt vattenbruk. Torkningen, som är en väl känd och gammal metod, används för vissa fiskarter. Tekniken bör dock utvecklas för att skona den torkade produkten mot oönskad kvalitetsförändring. Dessutom bör man eftersträva metoder som kan minska energiförbrukningen vid processen.

Rökning är en annan metod som är mycket använd, framför allt för feta fiskslag såsom laxfiskar, makrill och sill. I kombination med vacuumförpackning råder stor osäkerhet i fråga om risken för bildning av botulinustoxin. Om man klart kunde ange säkerhetsmarginaler för denna typ av produkter, skulle de större företagen inom den svenska fiskindustrin kunna satsa t ex på ett sortiment av odlad, rökt fisk för export. Härför behövs brett upplagda försök med olika fiskarter och fisk från olika lokaler, odlad med olika tekniker och under skilda säsonger.

Forskn utveck



långsiktigt gynnar u

Som framgått i rapp
ningar för denna ut
ökad kunskap ligger
tensivt och intensiv

Forskning o

Det finns en stor br
den av ett konsekve
biologi och teknik le
sätt förutsäga och ar

En viktig förutsättn
fram nödvändiga bic
tion och drift av odl
tillgängliga data och
dersökningar, som i
gränsat.

Den tekniska forskn
tiskt möjligt att utr
framtida teknik utg
bete. Sålunda ger ut
möjligheter till grun
ken ger utmärkta n
faktorernas inverka
ringar i miljön. I
fysikaliska faktorer

grings-, berednings-
de konsekvenser för
a.

ullbarheten för färsk
medföra helt andra
eln kan tillhandahål-
fallet.

hos skuren, avskin-
a kan ske genom en
ation av kemisk kon-
upliga produkter för
otsvarighet idag.

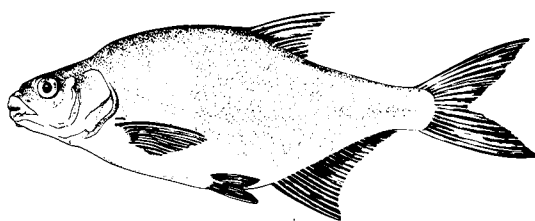
igt forskningsområ-
gningar med stora
örutsättning att livs-
ärhet.

ssa fiskslag, liksom
som kan fryslagras.
erna skyddas (fram-
lt behöva förstärkas
idanter ur naturligt

sig väl för vissa pro-
och gammal metod,
t skona den torkade
en eftersträva meto-

allt för feta fiskslag
nförpackning råder
xin. Om man klart
kulle de större före-
sortiment av odlad,
l olika fiskarter och
ilda säsonger.

Forskning och utvecklingsarbete



För att bibehålla och utveckla kompetensen inom vattenbrukets teknik i Sverige krävs satsningar på olika nivåer. Det är mycket angeläget att en målinriktad forskningsverksamhet etableras. Inriktningen bör anpassas mot de aktuella problemområden som

långsiktigt gynnar utveckling och konkurrenskraft hos svenskt vattenbruk.

Som framgått i rapporten är biologisk och teknisk kunskap oskiljaktiga förutsättningar för denna utveckling. Det är också klart att de mest uttalade behoven av ökad kunskap ligger inom det biologiska fältet. Detta gäller både beträffande extensivt och intensivt utnyttjande av våra vatten för vattenbruk.

Forskning och teknikutveckling

Det finns en stor brist på biologiska bakgrundsdata. Tillsammans med avsaknaden av ett konsekvent språkbruk som kan fungera som förmedlande länk mellan biologi och teknik leder detta till att det idag är svårt att på ett biologiskt riktigt sätt förutsäga och anpassa möjliga tekniska lösningar för olika odlingssituationer.

En viktig förutsättning för ett utökat tekniskt utvecklingsarbete är därför att ta fram nödvändiga biologiska och biologiskt/tekniska kriterier för design, konstruktion och drift av odlingsanläggningar. Detta kan ske genom sammanställning av tillgängliga data och ny forskning. Emellertid är värdet av många data från undersökningar, som inte genomförts speciellt för vattenbrukets behov, mycket begränsat.

Den tekniska forskningen och utvecklingen ligger idag långt före vad som är praktiskt möjligt att utnyttja i olika odlingstekniker. Å andra sidan kan modern och framtida teknik utgöra effektiva redskap i ett biologiskt/tekniskt utvecklingsarbete. Sålunda ger utnyttjandet av mikroprocessorer och styr- och reglerteknik nya möjligheter till grundläggande biologiska studier för vattenbrukets behov. Tekniken ger utmärkta möjligheter till angelägen, fördjupad analys av t ex omvärldsfaktorernas inverkan på de odlade organismernas adaptiva responser på förändringar i miljön. Kunskapen om ljusets, temperaturens och vattenkemiska/fysikaliska faktorerers inverkan på beteende, tillväxt, fortplantning m m bör komp-

letteras för de arter som idag används i odling och för de arter som är presumtivt intressanta för framtida vattenbruk. De stora framtida vinster som kan erhållas genom intensifierade insatser på detta område motiverar inrättandet av en särskild forskargrupp inom området biologi/teknik med ekofysiologisk inriktning.

Högteknologiska system

Optimering av högteknologiska system måste göras för varje kombination av art, lokalisering och produktionsteknik. Systemens prestationsförmåga bör dock kunna förutsägas. Det är angeläget att redan nu uppmuntra studier av icke-konventionella system för studier av arter lämpliga för varmvatten. Biologisk, teknisk och ekonomisk expertis bör då medverka i projekten från start, så att det är möjligt att utvärdera erfarenheterna.

Det finns en rad skäl till att använda varmvattens- och recirkulationssystem för vattenbruket. Emellertid erfordras ett mycket stort utvecklingsarbete inom detta område. Det finns inget system som visat sig tillräckligt bra för att vara ekonomiskt och kvalitetsmässigt användbart för odling av alla stadier upp till färdig produkt (undantaget några få arter som kan säljas till mycket höga priser). Däremot kan befintliga system med fördel användas redan nu i högre utsträckning för rationell odling av t ex fiskyngel upp till sättfiskstorlek. På många håll i världen använder man med stor framgång recirkulerande system i olika kläckerier, t ex för kläckning av mussel- och ostronlarver.

Vattenkvalitet och miljöteknik

En stor plusfaktor för det svenska vattenbruket är riklig tillgång på rent vatten, vilket medför möjlighet till konkurrens genom högkvalitativa produkter. Alldeles oavsett nuvarande lagstiftning och tillämpningen av denna bör det vara av primärt intresse för vattenbrukare att inte genom den egna verksamheten försämrade framtida konkurrensbetingelserna. Forskning inom miljöteknik för akvakultur bör därför prioriteras högt. Särskild vikt bör läggas vid teknik, som med relativt enkla medel minskar miljöbelastande utsläpp från odlingar.

Övervintringsteknik

Sverige har stora arealer efter ostkusten, stora insjöar och vattenkraftsmagasin som kan producera kassodlad fisk av hög kvalitet. För att slaktfärdig fisk (t ex röding, lax och regnbåge) av stor storlek skall kunna produceras till konkurrenskraftiga priser inom dessa områden måste fisken odlas över flera säsonger. Övervintring av fisk i kasse har visat sig gå bra i sötvatten eller i områden där salthalten är låg, vattenomsättningen god och isskjutningen obetydlig. För en snabb utveckling av odlingsverksamheten krävs emellertid fortsatt forskning och metodikutveckling inom detta område.

Foderteknik

Ett viktigt område för fortsatt forskning är foder och foderutveckling. En sär-

skild forskargrupp bör av ensileringsteknik

Utprovnings av utrustning

Med ökat intresse för utrustning får följer också ett

Ibland kan odlaren sakna resurser saknas ofta för utrustning i Sverige har icke utrustning.

En stark utveckling kan bli ekonomiskt utprovats ordentligt en rik flora av undernaden.

Vi föreslår därför in för odling. Lämpliga maskiner och utrustning tilltänka institution

Arbetsenheten bör med resurser som r delvis ske t ex genom Arbetsenheten kan STU vid bedömning

Transportteknik

De tekniska svårigheterna i landet, d v s transport med att tankarna ut kan tänkas, om det nenten. Det kan då domsspridningsrisk med system för att ak kan förmodligen

Frågor om dimensioner är veterligt inte ut forskningsinsatser hjälpmedel kan tas

Musselodlingsteknik

Vid musselodling är av varandra. Därför

er som är presumtivt
ter som kan erhållas
rättandet av en sär-
ologisk inriktning.

kombination av art,
rmåga bör dock kun-
dier av icke-konven-
1. Biologisk, teknisk
rt, så att det är möj-

nkulationssystem för
gsarbete inom detta
t för att vara ekono-
adier upp till färdig
t höga priser). Däre-
gre utsträckning för
nånga håll i världen
olika kläckerier, t ex

gång på rent vatten,
produkter. Alldeles
bör det vara av pri-
ksamheten försäma
eknik för akvakultur
ik, som med relativt

vattenkraftsmagasin
tfärdig fisk (t ex rö-
till konkurrenskraf-
säsonger. Övervint-
len där salthalten är
en snabb utveckling
och metodikutveck-

utveckling. En sär-

skild forskargrupp bör arbeta med utveckling av nya fodertyper samt utprovning av ensileringstekniker.

Utprovning av utrustning och ny teknik

Med ökat intresse för vattenbruk och de praktiska erfarenheter som enskilda odlare får följer också ett rikt utbud av idéer och utkast till förbättringar av olika slag.

Ibland kan odlaren själv förverkliga sina uppslag, men teknisk kompetens och resurser saknas ofta för att denne skall kunna följa upp sina idéer. Endast ett par företag i Sverige har idag resurser för att genomföra mer allmängiltiga tester av sin utrustning.

En stark utveckling av vattenbruket medför också, att det för mindre nogräknade kan bli ekonomiskt intressant att släppa ut utrustning på marknaden innan den utprovats ordentligt. De enskilda odlarna kan vidkännas stora förluster genom att en rik flora av undermålig och otillräckligt utprovad utrustning florerar på marknaden.

Vi föreslår därför inrättandet av en arbetsenhet för testning av utrustning avsedd för odling. Lämpligen kan denna arbeta efter de riktlinjer som nu sker vid test av maskiner och utrustning för jord- och skogsbruket. Enheten bör placeras vid den tilltänka institutionen för vattenbruksforskning.

Arbetsenheten bör inte göras administrativt och lokalmässigt stor, men förses med resurser som möjliggör ett effektivt arbete. Utprovning av utrustning kan delvis ske t ex genom att institutionen hyr in sig i olika kommersiella odlingar. Arbetsenheten kan även fungera som kontaktorgan för utvecklingsfonderna och STU vid bedömning av nya idéers relevans.

Transportteknik

De tekniska svårigheter som tidigare förekommit beträffande transporter inom landet, d v s transporter som är avklarade inom ett dygn, har försvunnit i och med att tankarna utrustats med mammutpumpar. Transporter längre än ett dygn kan tänkas, om det blir aktuellt med transport av sättfisk från Sverige till kontinenten. Det kan då vara svårt eller helt olämpligt med vattenbyte p g a sjukdomsspridningsrisker. Därvid kan det bli aktuellt att förse transporttankarna med system för att avlägsna ammoniak och med utrustning för kylning. Ammoniak kan förmodligen avlägsnas med hjälp av zeolitfilter.

Frågor om dimensionering, inverkan på vattenkemin och tekniska utformningar är veterligt inte utredda för zeolitfilter använda under fisktransporter varför forskningsinsatser som belyser dessa frågeställningar måste till innan sådana hjälpmedel kan tas i bruk.

Musselodlingsteknik

Vid musselodling är biologi och teknik i högsta grad sammanvävda och beroende av varandra. Därför är det ytterst svårt att försöka skilja på dessa två forsknings-

områden vid utveckling av musselodling. Man bör istället snarare betrakta musselodling som en i högsta grad bioteknisk näring.

Det föreslagna forsknings- och utvecklingsarbetet bör ses integrerat (se sid 78). Det gäller att höja hela den tekniska nivån inom näringen till internationell standard. I en del avseenden ligger, trots allt, musselnäringen i Sverige väl framme och detta gäller främst odlingssidan. På förädlingssidan har det helt enkelt saknats kapital för att införskaffa erforderlig modern utrustning. Därför har musselnäringen i Sverige nått en ytterst blygsam nivå, trots att vi varit väl medvetna i mer än 10 års tid om de goda biologiska och fysiska förutsättningarna, som råder på svenska västkusten.

Odlingspotentialen här kan betraktas som en nära nog oändlig förnyelsebar resurs. Genom att ta ut delar av den överskottsnäring, som på många håll börjat förorsaka problem i bottenvattnet (Laholmsbukten, flera fjordar), skulle samtidigt en miljövårdande insats åstadkommas.

En svensk "upppfinning" inom vattenbruket kunde vara att man är den första nationen, som *riktigt* inser musselodlingens möjligheter att producera näring från kustvatten.

Svenska systemkoncept

I detta och följande avsnitt har redovisats förslag till forskningsuppgifter inom ett flertal teknikområden. Samtliga dessa uppgifter är självfallet angelägna att gå vidare med. Sannolikt kommer endast några av dem att på kort sikt kunna utmynna i svenska industriprodukter.

Svensk kompetens inom vattenbruksområdet omfattar idag främst bl a avelsteknik och genetik samt styr- och reglerteknik med anknytning till miljövård. Satsningar bör därför företrädesvis göras inom dessa områden.

Vattenbruk grundar sig i stor utsträckning på teknik som tillämpas inom andra områden. Omfattande forskningsinsatser inom vattenbruk görs i andra länder. Över 95% av industrivärldens teknikutveckling sker utanför Sverige och vattenbruk utgör inget undantag. Det är därför rimligt att anta att svensk industri bättre skulle kunna tillvarata internationella utvecklingsresultat genom att även köpa teknik från andra länder (teknikimport).

Görs idag en bred FoU-insats, skapas förutsättningar att bättre tillvarata forskningsresultat från andra länder och bygga upp en bred kompetens för att svensk industri skall kunna erbjuda systemlösningar för vattenbruksanläggningar av olika slag. Behovet av sådana koncept är för närvarande mycket stort runtom i världen. Skottelösningar har med framgång drivits av svenska företag och konsulter inom ett flertal tillämpningsområden och förutsättningarna att lyckas även inom vattenbruket bedömer gruppen som gynnsamma. Målsättningen bör vara att på ett konstruktivt sätt kombinera svensk kunskap och svenska produkter med ett erforderligt internationellt inslag av såväl sk hård- som mjukvara.

Förslag till :

Allmän odlingsmekanik

- Utvärdering av be (och kassar) för pro
- Teknikutveckling i
- Jämförande drift flödes- eller recirk ekonomer från sta

Vattenkvalitet

- Framtagning av k kan på de odlade o nenters inverkan p
- Jämförande produ handlat vatten eft

Foder- och foderutve

- Forskning rörande ensilage och avfal
- Forskning rörande ser.
- Forskning rörande vecklingsstadier.

Biologisk teknik

- Framtagning av k
- Forskning, utveck könsnognad (gen
- Metodik och tekr året.
- Forskning rörande
- Tillväxtkurvans u peraturer.
- Forskning och pr todik, avfallsbas
- Forskning rörande
- Forskning och fu teknik i havet oc

Förslag till forskningsuppgifter

Allmän odlingsteknik

- Utvärdering av betydelsen av storlek och form hos odlingsbehållare (t ex tråg och kassar) för produktionsresultatet för olika arter och utvecklingsstadier.
- Teknikutveckling för övervintring av fisk i kasse.
- Jämförande driftsstudier av industriintegrerade högteknologiska genomflödes- eller recirkulerande system med medverkan av biologer, tekniker och ekonomer från start.

Vattenkvalitet

- Framtagning av kriterier som rör vattenkemiska/fysikaliska faktorerers inverkan på de odlade organismerna samt reglering av dessa, t ex olika kvävekomponenters inverkan på fisk i odlingar och hur kväveinnehållet kan regleras.
- Jämförande produktionsstudier vid odling i obehandlat och UV- eller ozonbehandlat vatten efter mekanisk rening i recirkulerande system.

Foder- och foderutveckling

- Forskning rörande biotekniska förutsättningar för alternativa fodertyper som ensilage och avfallsbaserat foder.
- Forskning rörande olika arters födointagsmönster under olika miljöbetingelser.
- Forskning rörande krav på fodersammansättning under olika årstider och utvecklingsstadier.

Biologisk teknik

- Framtagning av kriterier för kvalitetsgradering av rom och sättfisk.
- Forskning, utveckling och test av biologisk teknik och metodik för reglering av könsmognad (genetisk teknik, hormonell teknik och miljöteknik).
- Metodik och teknik för styrning av fortplantningsperioden till olika tider av året.
- Forskning rörande det odlade materialets specifika odlingskrav.
- Tillväxtkurvans utseende för olika arter och utvecklingsstadier vid olika temperaturer.
- Forskning och praktiska försök rörande alternativa fodertyper (ensileringsmetodik, avfallsbaserat foder, encellsproteiner).
- Forskning rörande system av polykulturer lämpliga för Sverige.
- Forskning och fullskaleexperiment med olika typer av ranching och ranchingsteknik i havet och i sjöar.

Styr- och reglerteknik

Fortsatt utveckling och test av styr- och reglersystem för vattenbruk, särskilt vad gäller:

- Mjukvara/program för andra arter än lax (fotoperiodism, temperatur/tillväxt).
- Reglering av vattenkemiska parametrar, särskilt syre, kväve och pH.
- Larmsystem.
- Utnyttjande av matematiska optimeringsmodeller för tillväxt, fodergivor, foderutnyttjande m m.
- Automatiserad övervakning av det odlade materialets beteende i relation till fysiologisk status och hälsotillsånd.

Miljöteknik

- Vidareutveckling av bassängtyper för optimalt direkt omhändertagande av fiskar och foderrester.
- Utveckling av teknik för omhändertagande av avfall under kass- och musselodlingar.
- Försök med begränsning av eutrofiering från fiskodling genom utnyttjande av virvelseparator i kombination med kemisk fällning (t ex i säckfilter).
- Utveckling och test av foder med buffrande effekt på vattenmiljön.

Energiteknik

- Energiberäkningar för olika odlingsformer.

Recirkulationssystem

- Kunskapsuppbyggnad om olika avfallskomponenters inverkan på fisken, ensamma och i kombinationer.
- Framtagning av lämpliga kombinationer av renings- och behandlingsprinciper.
- Styrsystem för olika typer av renings- och behandlingskombinationer.
- Styrsystem och regler för fisk i intensiv odling gällande t ex ljus, foder, syrgas och vattenflöde.

Transportteknik

- Reduktion av ammoniakhalter vid fisktransporter.

Musselodlingsteknik

- Utveckla odlingssystemet så att det klarar mer utsatta lägen än dagens odlingar.

- Utveckla och pröva nya metoder
- Ta fram metoder
- Vidareutveckling
- Utveckla på basen och skördeutrustning
- Optimering av t ex musslornas bränsle
- Lagrings- och transport
- Vidareutveckling
- Framtagning av
- Starta tester, där
- Fortsätta underlag till musslor inom lä

Hantering, bearbetning

- Test av olika sort
- Teknikutveckling
- Systemutveckling
- Utveckla nya met
- Hållbarhetsförklaring.
- Utveckling av r

Förslag till

Odlingsteknik för biologer och tekniska, tekniska och från enklare utrustning till applicerbar den "biologiska teknologin" näringsfysiologi, p

De nedan föreslagna slås bli indelat i två utrustning och ap

- Utveckla och pröva andra odlingssystem i full skala (flottodling, eventuellt andra nya metoder).
- Ta fram metoder för en framtida settlingsprognos som service till odlarna.
- Vidareutveckling av utrustning som användes vid odlandet (båtar, redskap).
- Utveckla på basis av vunna erfarenheter en andra generationens skördeenhet och skördeutrustning.
- Optimering av transporter och bulkhantering av musslor med hänsyn tagen till musslornas bräcklighet.
- Lagrings- och transportsystem för färska musslor.
- Vidareutveckling av förädlingsprocessen.
- Framtagning av nya musselbaserade produkter till människoföda.
- Starta tester, där man använder "musselmjöl" till berikning av djurfoder.
- Fortsätta undersökningar för att finna ytterligare användningsområden för musslor inom läkemedelsindustrin.

Hantering, bearbetning och förädling

- Test av olika sorteringsmaskiner samt utveckling av nya sådana.
- Teknikutveckling för förbättring av arbetsmiljön vid sortering och slakt.
- Systemutveckling för hantering, lagring och distribution.
- Utveckla nya metoder för rökning och torkning av fisk och skaldjur.
- Hållbarhetsförlängning med hjälp av antioxidanter i kombination med fryslagring.
- Utveckling av mobila slakt-, bearbetnings- och infrysningsanläggningar.

Förslag till forskargrupper

Odlingsteknik för olika arter fiskar, kräftdjur, musslor och alger bör tas fram av biologer och tekniker i ett utvecklingsarbete där hänsyn tas till relevanta biologiska, tekniska och ekonomiska faktorer. Området spänner över ett vitt spektrum från enklare utrustningsteknik, över byggkonstruktioner, VVS-teknik, vattenteknik till applicerbar elektronisk teknik och datorer. En central plats intar givetvis den "biologiska tekniken" där erfarenheter och forskningsrön från avelsmetodik, näringsfysiologi, polykultur m m skall omsättas i praktiken.

De nedan föreslagna grupperna skall således täcka ett stort område. Detta föreslås bli indelat i tre ansvarsområden: 1) Allmän odlingsteknik, 2) Utprovning av utrustning och apparatur, 3) Biologisk teknik.

Forskargrupp för allmän odlingsteknik

Gruppens ansvarsområde skall omfatta teknisk utveckling av kläckerier, odlings-system, byggnadsteknik, VVS-teknik, vattenkemi, skörd och slakt. Gruppen bör bestå av två civilingenjörer med olika specialitéer och två laboratorieassistenter.

Arbetsgrupp för utprovning av utrustning och apparatur

Denna arbetsgrupp skall ägna sig åt testförsök av kommersiell utrustning som utbjudes på marknaden samt utvecklingsarbete för att förbättra densamma. Gruppen bör bestå av 1 försöksledare och 3 tekniker.

Forskargrupp för biologi/teknik

Denna grupp kommer bl a att arbeta med ekofysiologi på viktiga arter för vattenbruket. Arbetsgruppen bör arbeta med styr- och reglerteknikens möjligheter för att främja en hög produktion. Endokrinologiska och beteendefysiologiska kunskaper om odlade arter skall därvid utnyttjas. För maximalt utnyttjande av gruppens kompetens bör en statistiker ingå i gruppen. Därför föreslås att en etolog/ekolog, en fysiolog/endokrinolog, en reglertekniker/vattenkemist, en statistiker/matematiker och två tekniker/laboratorieassistenter knyts till gruppen.

Den totala kostna
ningsrapporten (4
spåslag av 50% p
kostnaden enligt

Lönekostnader pe
Projekt- och drift
Lönekostnadspålä

Summa per måna

Summa per år

Kostnader

1 forskargrupp inom området allmän odlingsteknik

Gruppens ansvarsområde omfattar teknisk utveckling av kläckerier, odlingsmetoder, byggnadsteknik, VVS-teknik, vattenkemi, skörd och slakt.

2 civilingenjörer	F23	21 505:—
2 laboratorieassistenter	F9	13 684:—
		35 189:—

1 arbetsgrupp för utprovning av utrustning och apparatur för vattenbruk

1 försöksledare	F20	9 888:—
3 tekniker	F15	24 444:—
		34 332:—

1 forskargrupp för biologi/teknik

2 laboratorer	F23	21 505:—
2 forskningsassistenter	F15	16 226:—
2 laboratorieassistenter	F9	13 684:—
		51 415:—

Forskning och utvecklingsarbete

kläckerier, odlings- slakt. Gruppen bör ratorieassistenter.	Den totala kostnaden för dessa grupper finns redovisad i forsknings- och utbildningsrapporten (Ackefors & Gydemo, 1982). Med ett projekt- och driftskostnadspåslag av 50% på grundlönen och ett lönekostnadspålägg av 39% blir den totala kostnaden enligt nedanstående:	
utrustning som ut- densamma. Grup-	Lönekostnader per månad Projekt- och driftskostnader per månad Lönekostnadspålägg (LKP) 39% per månad Summa per månad	120 936:— 60 468:— 47 165:— 228 569:— (2 742 828:—)
ttiga arter för vat- nikens möjligheter defysiologiska kun- nyttjande av grup- eslås att en etolog/ nist, en statistiker/ gruppen.	Summa per år	2 743 000:— (1982 års penningvärde)

erier, odlingsmeto-
t.

21 505:—
13 684:—
35 189:—

vattenbruk

9 888:—
24 444:—
34 332:—

21 505:—
16 226:—
13 684:—
51 415:—

Ordförklaringslista för vattenbruk

Förstärknings-
utsättning

Intensiv odling

Kassodling

Katadrom fisk

Kläcknings-
anstaltKompensations-
utsättning

Kräftdjursodling

Makroalger

Marikultur

Mikroalger

Mollusk

Monokultur

Mussellina

Musselodling

Polykultur

Population

Predator

Put and take
fiskRecirkulerande
system

Reproduktion

Sea ranching

Settling

Skaldjur

Skaldjursodling

Smolt

Akvakultur	Odling av vattenlevande organismer som fisk, musslor och ostron, kräftdjur och alger i intensiva eller extensiva odlingsformer, som avser att öka produktionen eller värdet av avkastningen över den som normalt förekommer i miljön.
Alger	En- eller flercelliga s k kryptogama växter, som huvudsakligen förekommer i vatten. De indelas i ett flertal större grupper, t ex rödalger, brunalger, grönalger, kiselalger. Större alger, synliga för blotta ögat och i regel fastsittande, benämns makroalger (tång). Små alger, ej synliga för blotta ögat och fritt svävande i vattnet, kallas mikroalger (plankton).
Algodling	Odling av mikroalger (plankton) eller makroalger (tång).
Anadrom fisk	Fisk som har sin huvudsakliga tillväxt i havet, men vandrar upp i sötvatten för reproduktion, t ex lax.
Crustacéer	Kräftdjur
Ekologi	Samspelet mellan växter, djur och deras miljö.
Etologi	Läran om djurens beteende.
Extensiv odling	I extensiva odlingar tillförs <i>ingen föda eller annan energi</i> av människan. Endast naturligt producerad föda utnyttjas. I subtropiska och tropiska länder förekommer extensiva odlingar av fisk och räkor över stora ytor och i glesa bestånd. Av en helt annan karaktär är de extensiva odlingar av musslor i täta bestånd som bedrivs i vårt land.
Fiske	Med fiske avses fångst av fisk och skaldjur med någon form av redskap eller andra anordningar. Yrkesfiske utövas av personer som till största delen är beroende av detta för sin utkomst. Sportfiske avser olika former av fritidsfiske för rekreation.
Fiskevård	Fiskevård innebär att man styr produktionen av fisk eller skaldjur för att vidmakthålla eller höja ett vattens avkastning. Genom att vidtaga en rad olika åtgärder som t ex utplantering av fisk, introduktion av näringsdjur, biotopvård (gödsling, kalkning, iordningställande av lekplatser m m) och reglering av fisket kan målsättningen uppfyllas.
Fiskodling	<i>Fiskodling i vidare bemärkelse</i> omfattar odling av fisk, musslor, ostron och kräftdjur. Enligt 1 § fiskeristadgan skall vad som i den stadgan sägs om fisk i tillämpliga delar gälla även om hummer, kräfta, havskräfta, räka, krabba, bläckfisk, ostron, pärlmussla, blåmussla och nejonöga. Odling av musslor (musselodling) utgör således en form av fiskodling. <i>Fiskodling i inskränkt bemärkelse</i> omfattar självklart endast odling av olika arter fiskar.
Försträckning	Uppfödning under kortare tid än en sommar av nykläckta yngel för utsättning.

ör

usslor och ostron,
sformer, som avser
er den som normalt

dsakligen förekom-
ex rödalger, brunal-
otta ögat och i regel
ej synliga för blotta
(plankton).

ång).
i vandrar upp i söt-

ergi av människan.
opiska och tropiska
äkor över stora ytor
e extensiva odlingar

on form av redskap
oner som till största
iske avser olika for-

sk eller skaldjur för
enom att vidtaga en
k, introduktion av
ingställande av lek-
ngen uppfyllas.

isk, musslor, ostron
n i den stadgan sägs
kräfta, havskräfta,
ussla och nejonöga.
form av fiskodling.

art endast odling av

nykläckta yngel för

Förstärknings- utsättning	Utplantering av yngel eller juvenila individer i syfte att öka beståndstätheten i ett vattendrag.
Intensiv odling	I intensiva odlingar <i>tillförs föda eller annan energi</i> av människan. Organismerna (fisk, kräftdjur, alger m m) är koncentrerade på en liten yta. Odlingen sker i dammar, tråg m m på land eller i nätkassar, burar m m i sjöar eller kustområden.
Kassodling	Uppfödning av fisk, t ex regnbåge, lax m fl i flytande nätkassar i sjöar eller kustområden.
Katadrom fisk	Fisk som tillbringar sin mesta tid i sötvatten, men vandrar ut i havet för reproduktion, t ex ål.
Kläcknings- anstalt	Anläggning för kläckning av fiskrom.
Kompensations- utsättning	Utsättning av juvenila individer för att kompensera skador på naturliga bestånd till följd av t ex vattenkraftsutbyggnad.
Kräftdjursodling	Odling av kräfta, hummer, krabba, räka m fl kräftdjur.
Makroalger	Alger, synliga för blotta ögat, ofta fastsittande. Bildar bl a den s k tångvegetationen längs våra kuster.
Marikultur	Odling i havsvatten.
Mikroalger	Fritt svävande växtplankton eller andra mikroskopiska växtplankton fastsittande på stenar, snäckor, andra alger m m.
Mollusk	Blötdjur, omfattande snäckor, musslor och bläckfiskar.
Monokultur	Odling av <i>en</i> art.
Mussellina	Rep på vilket mussellarver fäster sig och kvarstannar under uppväxtperioden.
Musselodling	Odling av musslor och ostron.
Polykultur	Odling av <i>flera</i> arter tillsammans.
Population	Grupp av individer av samma art.
Predator	Ett djurs fiende i miljön.
Put and take fisk	Utsättning av fisk i fångstbar storlek i sportfiskevatten.
Recirkulerande system	Odling i vilken vattnet återanvänds.
Reproduktion	Förökning, fortplantning.
Sea ranching	Extensiv odling i havet. Utsättning av odlad smolt av anadroma fiskar för uppväxt i havet och därefter exploatering endera i havet eller under lekvandring i olika fisken.
Settling	Vissa larvers, t ex musslors övergång från fritt simmande till fastsittande stadium.
Skaldjur	Kräftdjur, musslor och snäckor.
Skaldjursodling	Odling av kräfta, hummer, musslor, ostron m fl.
Smolt	Lax- eller havsöringsunge som lämnar sin uppväxtplats i sötvatten och vandrar ut i havet.

Sättfisk	Odlad fisk som är färdig för utsättning i fritt vatten eller för fortsatt uppfödning i t ex kasse.
Tång	Vissa makroalger inom grupperna rödalger, brunalger och grönalger brukar kallas tång. Exempel är nervtång, blåstång och tarmtång.
Vattenbruk	Vattenbruk används i Sverige som ett synonymt begrepp för det internationella ordet akvakultur.

Tekni

Aktivt slam

Alginate

Anaerob process

Bindemedel

Byssusdragning

Denitrifikation

DNA-teknik

Dimerbindning

Encellsprotein

Ensilage

Ekofysiologi

Ekosystem

Exkrementer

Extrudering

Filetering

Flotation

Foder

Foderkoefficient

Tekniktermer

Aktivt slam	Slam med högt mikrobakteriellt innehåll som har förmåga att bryta ned avfallsprodukter från odlingsanläggningar i reningsverk.
Alginater	Konsistensgivare som framställs ur marina alger för bl a livsmedelsindustrin.
Anaerob process	Biologisk livsprocess som inte utnyttjar eller kan fortlöpa i närvaro av syre. Jfr aerob process.
Bindemedel	Tillsatsmedel, ofta havre- och kornmjöl, som används vid framställning av fiskfoder, t ex semimoist.
Byssusdragning	Musslans naturliga fästtrådar (byssus) dras bort vid kokning och konservering av blåmusslor avsedda för konsumtion.
Denitrifikation	Nitrat reduceras genom bakterier till nitrit och vidare till fritt kväve.
DNA-teknik	Manipulering med en organisms arvsanlag för att ändra dess egenskaper.
Dimerbindning	Molekyler av samma slag som format sig till en dubbelmolekyl.
Encellsprotein	Äggviteämne från encelliga organismer, som t ex jäst.
Ensilage	Färskt foder som konserverats genom jäsning ofta med tillsats av organiska syror som mjölksyra eller myrsyra.
Ekofysiologi	Forskning som studerar sambandet mellan ekologi och fysiologiska processer.
Ekosystem	Ett system av djur och växter som ingår i ett naturligt samspel. Storleken på ett ekosystem kan variera alltifrån ett akvarium till hela jordklotet beroende på rumslig avgränsning som definierats vid studium av detsamma.
Exkrementer	Spillning, avföring, faeces.
Extrudering	Malda råvaror värms, blandas och komprimeras vid högt tryck. När materialet pressas ut ur extrudern, expanderar det hastigt och vatten avgår.
Filetering	Den process då fisk eller skaldjur rensas helt eller delvis från ben, fjäll m m.
Flotation	Partiklar som är lättare än omgivande medium strävar att stiga uppåt. Denna princip används för att skilja fasta partiklar från vatten.
Foder	Inom fiskodlingen använder man torrfoder (ett fabriksstillverkat fullfoder, oftast i pelletsform) våtfoder (fisk, fiskavfall etc som hackats eller malts och som vanligen också blandats med ett vitaminiserat bindemedel) och halvtorrt foder eller semimoist-foder (ett mellanting mellan torr- och våtfoder).
Foderkoefficient	Anger foderförbrukningen per enhet viktökning ($\frac{\text{Foderintag, kg}}{\text{Tillväxt, kg}}$): Foderkoefficienten 1,5, innebär alltså att det åtgår 1,5 kg foder för att producera 1 kg fisk. Eftersom foderspill är svårt att bestämma i fiskodlingar beräknas i praktiken foderkoefficienten med utgångspunkt från foderförbrukningen.

Foderutnyttjande	Anger viktökningen per förbrukad viktenhet foder ($\frac{\text{Tillväxt, kg}}{\text{Foderintag, kg}}$).
Fermentering (Jäsning)	Genom tillsats av enzymer (enzym = ferment) bryts organisk vävnad ner.
Fotoperiodism	Organismernas förmåga att anpassa sig, fysiologiskt och ekologiskt, till olika tider på året med hjälp av dagslängdsmätning.
Gaspaketering	Paketering där inte färskvaran omges av vanlig luft utan i stället av t ex kväve, vilket ger den förlängd hållbarhet.
Gen	Vid cellens produktion av proteiner styr generna, som är belägna i kromosomerna, uppbyggnaden av olika proteinsekvenser.
Genetisk manipulation	Se DNA-teknik!
Granulering	Finfördelning.
Hormonell manipulation	Ändring av en individs specifika förutsättningar kan ske om artspecifika hormoner tillsätts. T ex kan fiskars lekperioder förskjutas genom tillsats av hormoner som testosteron och östrogen.
Högteknologi	I detta sammanhang odlingsform, där avancerad teknisk utrustning nyttjas.
Industrifisk	Fisk som fångas i stora mängder och utnyttjas för framställning av bl a fiskmjöl.
Integrerat odlingsystem	Kombination av industriodling eller jordbruksodling där restprodukter, spillvärme m m utnyttjas för produktion av t ex fisk.
Kassodling	Uppfödning av fisk, t ex lax, regnbåge m fl arter i flytande nätkassar i sjöar eller hav.
Lågteknologi	I detta sammanhang odlingsform som är baserad på enklare teknologi, t ex naturdamm, nätkassar m m.
Mikroprocessor	En integrerad krets som hämtar, avkodar och utför programmerade instruktioner.
Mikrodator	En dator uppbyggd på ett kretskort med några få integrerade kretsar. Mikrodatorn är uppbyggd kring en mikroprocessor som kompletterats med "minne" för program och data samt med kretsar för in- och utmatning av information.
Ozon	Molekyl med tre syreatomer i bindning. Ozon utmärks av stor oxidationsförmåga.
Oxidation	Kemisk process där ett ämne upptar syre eller avger väte.
Pelletering	Tillverkningsprocess där fiskfoder pressas till "torra" kulor eller stavar.
Sediment	Ansamling eller sedimentation av organiska och oorganiska partiklar på botten. Sedimentationens storlek är en funktion av strömningshastighet och partikelstorlek/massa.
Semimoist foder	Se foder!
Skrapfisk	Se industrifisk.
Skräpfisk	Fisk som inte utnyttjas kommersiellt, framförallt insjöfisk av typ mört m fl.

Styrcentral	Me odl
Torr-foder	Se
Underkylt vatten	Ha
UV-strålning (UV = ultraviolett)	Ko pr
Vätfoder	Se

Tekniktermer

$\left(\frac{\text{Tillväxt, kg}}{\text{Foderintag, kg}} \right)$.

organisk vävnad ner.

kt och ekologiskt, till
ig.

utan i stället av t ex

som är belägna i kro-
ser.

kan ske om artspeci-
er förskjutas genom

teknisk utrustning

framställning av bl a

g där restprodukter,
sk.

flytande nätkassar i

på enklare teknologi,

programmerade in-

integrerade kretsar.
r som kompletterats
ar för in- och utmat-

ärks av stor oxidati-

er väte.

a” kulor eller stavar.

ganiska partiklar på
iv strömningshastig-

nsjöfisk av typ mört

Styrcentral

Mekanisk eller elektronisk enhet som styr eller reglerar andra förlopp i odlingsprocessen t ex utfodring.

Torrfoder

Se foder!

Underkylt vatten

Havsvatten av lägre temperatur än 0°C, som ännu ej bildat iskristaller.

UV-strålning (UV = ultra-violett)

Kortvågig strålning med högt energiinnehåll som denaturerar proteiner. UV-strålning används för att sterilisera vatten.

Våtfoder

Se foder!

Artlista för vattenbruk

Japansk räka

Jätteflodräka

Flodkräfta
Signalkräfta
Smalkloig kräfta e
sumpkräfta
Stenkräfta

Amerikansk dvärg

Langust
Hummer

Amerikansk humr
Havskräfta
Krabbtaska
Kungskrabba

Japansk jättekra

Fiskar

Atlantlax, lax
Öring- (havs-, insj
Strupsnittsöring
Regnbåge
"Stillahavslaxar"
Kungslax

Indianlax

Silverlax
Hundlax
Puckellax

Bäckröding
Kanadaröding

Listan omfattar odlade eller potentiellt viktiga arter av växter och djur i svenska odlingar eller sådana arter som av andra skäl är viktiga för svenskt vattenbruk.

Svenska	Latin	Engelska
<i>Alger</i>	<i>Algae</i>	<i>Algae</i>
Blågröna alger	Cyanophyceae Anabaena Spirulina	Bluegreen algae
Gröna alger	Chlorophyceae Chlorella Dunaliella Ulva lactuca	Green algae
Bruna alger	Phaeophyceae Laminaria japonica Laminaria hyperborea Undaria pinnatifida Macrocystis pyrifera	Brown algae
Röda alger	Rhodophyceae Porphyra Gelidium Gracilaria Chondrus crispus	Red algae
<i>Mollusker, blötdjur</i>	<i>Mollusca</i>	<i>Molluscs</i>
Europeiskt ostron	Ostrea edulis	Flat oyster
Japanskt ostron	Crassostrea gigas	Pacific oyster
Amerikanskt ostron	Crassostrea virginica	American oyster
Blåmussla	Mytilus edulis	Blue mussel
<i>Kräftdjur</i>	<i>Crustacea</i>	<i>Crustaceans</i>
Salträka	Artemia salina	Brine shrimp
Pungräka	Mysis relicta	Opossum shrimp
Taggmärla	Pallasea quadrispinosa	—
Sjösyrsa	Gammaracanthus lacustris	—
Hinnkräfta	Daphnia magna	—
Nordhavsräka	Pandalus borealis	Northern shrimp

ruk

och djur i svenska
venskt vattenbruk.

ka

en algae

lgae

algae

ae

s

ter

oyster

in oyster

ussel

ans

urimp

n shrimp

n shrimp

Japansk räka

Jätteflodräka

Flodkräfta

Signalkräfta

Smalkloig kräfta eller
sumpkräfta

Stenkräfta

Amerikansk dvärgkräfta

Langust

Hummer

Amerikansk hummer

Havskräfta

Krabbtaska

Kungskrabba

Japansk jättekrabba

Fiskar

Atlantlax, lax

Öring- (havs-, insjö-)

Strupsnittsöring

Regnbåge

"Stillahavslaxar"

Kungslax

Indianlax

Silverlax

Hundlax

Puckellax

Bäckröding

Kanadaröding

Penaeus japonicus

Penaeus monodon

Penaeus stylirostris

Penaeus vannamei

Macrobrachium

rosenbergii

Astacus astacus

Pacifastacus leniusculus

Astacus leptodactylus

Austropotamobius pallipes —

Austropotamobius

torrentium

Orconectes limosus

Procambarus clarkii

Procambarus acutus

Cherax destructor

Cherax tenuimanus

Palinurus vulgaris

Homarus vulgaris

(syn. *H. gammarus*)

Homarus americanus

Nephrops norvegicus

Cancer pagurus

Paralithodes

camtschaticus

Macrocheira kämpferi

Pisces

Salmo salar

Salmo trutta

Salmo clarki

Salmo gairdneri

Oncorhynchus spp.

Oncorhynchus

tshawytscha

Oncorhynchus nerka

Oncorhynchus nerka

kennerlyi

Oncorhynchus kisutch

Oncorhynchus keta

Oncorhynchus

gorbuscha

Salvelinus fontinalis

Salvelinus namaycush

Kuruma prawn

Giant tiger prawn

Blue shrimp

Whiteleg shrimp

Giant river prawn

European crayfish

Signal crayfish

—

—

—

—

Red swamp crawfish

White river crawfish

Yabbie

Marron

Langouste

European lobster

American lobster

Norwegian lobster

Edible crab

King crab

—

Fish

Atlantic salmon

Brown trout

Cutthroat trout

Rainbow trout

Pacific salmon

Chinook el.

king salmon

Sockeye el. red salmon

Kokanee

Coho el. silver salmon

Chum el. dog salmon

Pink el.

humpback salmon

Brook el. speckled trout

Lake trout

Röding	Salvelinus alpinus	Arctic char
Sik	Coregonus spp.	Whitefish
Harr	Thymallus thymallus	Grayling
Rödspotta	Pleuronectes platessa	Plaice
Tunga	Solea solea	Dover sole
Piggvar	Scophthalmus maximus	Turbot
	(Syn. Psetta maxima)	
Hälleflundra	Hippoglossus hippoglossus	Halibut
Europeisk ål	Anguilla anguilla	European eel
Braxen	Abramis brama	—
Gös	Stizostedion lucioperca	Pikeperch, sander
Havsabborre	Dicentrarchus labrax	Sea bass
Gädda	Esox lucius	Pike
Karpfiskar	Cypriniformes	Carps
Karp	Cyprinus carpio	Common carp
Gräskarp	Ctenopharyngodon	Grass carp
	idellus	
Sutare	Tinca tinca	Tench

Refer

Ackefors, H. (ed.), 1981. *Fiskerier i Sverige*, Box 6710, 113 81 Stockholm.

Ackefors, H. & Rosén, K. 1981. Wide Industry with fish. pp 132–143.

Ackefors, H. & Gydén, G. 1981. *Forskningsfrågor. Fiskerier i Sverige*.

Adling, L. 1981. *En*.

Allen, G. H. 1976. *Fiskerier i Sverige*.

Anon., 1981. *Försök*.

Bilton, H. T., Alder, J. & Alder, J. 1981. Juvenile coho salmon. *Journal of the American Water Resources Association* 17:39:426–447.

Branch, M. R. & Strickland, J. D. 1981. *Ter pond polyculture*.

Brett, J. R. 1979. *Environmental Protection*. W. S. Hoar, D. J. R. & J. R. Brett (eds).

Coche, A. G. 1981. *Aquaculture*. EIFAC/80/R-16.

Chibá, K. 1980. *EIFAC/80/R-16*.

Environmental Protection Agency (EPA) — 670/2-74-02.

Eriksson, L-O., 1978. *Species, with special reference to the*.

Eriksson, L-O. & Sjöström, M. 1981. *Fotoperioder. Stencil*.

Eriksson, L-O. & Lundström, U. 1981. *fect in salmon. Nature*.

Eriksson, T. Growth (L.) in the Bothnian Sea.

EUROCEAN 1980, *Report*.

FAO, 1970. *Water Quality in inland fisheries*. EIFAC/70/R-16.

Field, R. 1974. *Design of Poll Con Fed, Vol. 4*.

Haamer, J. 1979. *O*.

Holmberg, B. 1979. *sen*.

Referenser

- Ackefors, H. (ed.), 1980. Svensk Akvakultur. Rapport 28-N. 230 p. Forskningsrådsnämnden, Box 6710, 113 85 Stockholm.
- Ackefors, H. & Rosén, C.-G., 1979. Farming Aquatic Animals. The Emergence of a World-Wide Industry with Profound Ecological Consequences. AMBIO Vol. 8, No. 4, Stockholm, pp 132—143.
- Ackefors, H. & Gydemo, R. 1982. Hur lär man sig odla? — Vattenbrukets utbildnings- och forskningsfrågor. FRN, rapport nr 82:13 (in press).
- Adling, L. 1981. Energiflöden vid fiskodlingar samt vid laxfiske i Östersjön. Rapport STU.
- Allen, G. H. 1976. Recycling of wastes through aquaculture. FAO conf./76/R-19.
- Anon., 1981. Förslag till livsmedelsteknik FoU. STU-information 267-1981.
- Bilton, H. T., Alderdice, D. F. & Schnute J. T., 1982. Influence of time and size at release of juvenile coho salmon (*Oncorhynchus Kisutch*) on returns at maturity. Can. J. Fish. Aq. Sci. 39:426—447.
- Branch, M. R. & Strawn, K. 1978. World mariculture soc. proc. sid. 345—356. Brackish water pond polyculture of estuarine fishes in thermal effluent.
- Brett, J. R. 1979. Environmental factors and growth. In: Fish Physiology, Vol. VIII. (Eds.: W. S. Hoar, D. J. Randall & J. B. Brett.) Academic Press.
- Coche, A. G. 1981. Utilization of heated effluents and recirculation systems for intensive aquaculture. EIFAC/739.
- Chibá, K. 1980. Present status of flow through and recirculation system in Japan. EIFAC/80/R-16.
- Environmental Protection Agency. 1974. The swirl concentrator as a grit separator device. EPA — 670/2-74-025.
- Eriksson, L.-O., 1975. Diel and annual locomotor activity rhythms in some freshwater fish species, with special reference to the seasonal inversion in salmonids. Avh. Umeå Univ.
- Eriksson, L.-O. & Södergren, S. 1977. Vintertillväxt hos odlade tvåsomriga laxungar i olika fotoperioder. Stencil, Inst. f. ekol. zool.
- Eriksson, L.-O. & Lundqvist, H. 1980. Photoperiod entrains ripening by its differential effect in salmon. Naturwissenschaften 67:202.
- Eriksson, T. Growth, maturation and survival of net pen reared Baltic salmon (*Salmo salar* L.) in the Bothnian Sea, with special reference to wintering conditions. Aquilo, in press.
- EUROCEAN 1980, ODA Feasibility Study — Living from the ocean.
- FAO, 1970. Water Quality Criteria fro European Freshwater Fish. Report on ammonia and inland fisheries. EIFAC, Techn. Paper No. 11.
- Field, R. 1974. Design of a combined sewer overflow regulator/concentrator. Journal Wat Poll Con Fed, Vol. 46, no 7, pp 1723—41.
- Haamer, J. 1979. Organisationsplan för musselodling och förädling. Stencil.
- Holmberg, B. 1979. Fiskodling i uppvärmt kylvatten från värmekraftverk. Fiskeristyrrelsen.

- Jernelöv, A., Kossman, H. and Martin, J. 1980. Sweden develops a closed system. Fish Farming Intern. Vol 7, no 4.
- Jobling, M. 1982. Influence of body weight and temperature on growth rates of Arctic char, *Salvelinus alpinus* (L.). MS. University Tromsø.
- Karlgren, L. 1981. Föreningar från fiskodling. SNV PM 1395.
- Kittelsen, A. 1980. Cooling water from hydro power plant used in smolt production. EIFAC/80/E-62.
- Koske, P. & Ohlrogge, K. 1980. The use of sewage water as a heat resource for aquaculture. EIFAC/80/E-29.
- Lewis, W. M. & Wehr, L. W. 1976. A fishrearing system incorporating cages, water circulation, and sewage removal. The progressive fish-culturist 38 (2).
- Lundqvist, H. 1980. Influence of photoperiod on growth in Baltic Salmon parr (*Salmo salar* L.) with special reference to the effect of precocious sexual maturation. Ca. J. Zool. 58: 940—944.
- Luebke, R. W. & Strawn, K. 1973. Growth, survival and feeding behaviour of redbfish in ponds receiving heated discharge water from a power plant. World mariculture Soc. proc. sid 143—154.
- Naukkarinen, M. 1981. Kalanviljelystä ja kalanviljelylaitoksen vesityksen suunnittelusta. Vesihallitus, Vesistöosasto, Helsinki.
- Nemoto, K. 1980. Eel culture in a recirculation and filtration system. EIFAC/80/E-49.
- Owsley, D. E. 1977. Nitrogen gas removal. Dworshak National Fish Hatchery.
- Owsley, D. E. 1979. Nitrogen gas removal using packed columns. Bio. Engineering symp, Traverse City, Mi.
- Rosen, H. M. 1979. Ozone application: A water reuse review. Waterreuse symposium Washington DC, ISBN 0-89867-220-1, sid. 1544—1586.
- Rosenthal, H. 1980. EIFAC/80/R-8.
- Saunders, R. L., Muise, B. C. & Hendersson, E. B. 1975. Mortality of salmonids at low temperature Seawater. Aquaculture 5:243—252.
- Seidlitz, U. Die Entwicklung der industriemässigen Fischproduktion. VEB Binnenfischerei Wersdorf.
- Statens Naturvårdsverk, 1971. Dimensionering av kommunala avloppsreningsverk. SNV, PM 190.
- Sutterlin, A. M. 1980. Hydroelectrical waste heat in salmonid culture. EIFAC/80/E-34.
- Vandkvalitetsinstitutet. 1979. Begränsning av utsläppta slammängder från dammbruk genom sedimentation. Stencil VKI Hørsholm Danmark.
- Vandkvalitetsinstitutet. 1982. Udvikling og afprøvning af prototype af hvirvelseparator. Rapport VKI DK-2970 Hørsholm Danmark.
- Wihlborg, L. 1981. A commercial re-use hatchery for trout production (*Salmo gairdneri*). Stencil.

FISKODLING OCH TEKNIK

VATTENBRUKETS TEKNISKA MÖJLIGHETER

Vattenbrukets framtid är till stor del beroende av teknikutvecklingen på området. I denna rapport beskriver och analyserar författarna olika tekniska lösningar i dagens vattenbruk. De lägger också förslag till forskning och utvecklingsarbete som avser vattenbrukets tekniska möjligheter.

FORSKNINGSRÅDSNÄMNDEN

är ett organ i det svenska systemet för forskning och utvecklingsarbete. FRN tillkom 1977 och ska framför allt:

- ta initiativ till och stödja forskning som är angelägen från samhällets synpunkt,
- svara för allmän och övergripande information om forskning och forskningsresultat,
- främja samordning och samarbete mellan forskningsråd och andra organ som stödjer forskning.

HAVSRESURSDELEGATIONEN

tillkom 1979 och är regeringens samordnande och rådgivande organ för utforskning, utnyttjande och skydd av havet. Dess uppgifter är bl a att

- lägga fram förslag till ett övergripande svenskt havsresursprogram och förtloppande utveckla detta,
- föreslå åtgärder för utveckling av svenskt näringsliv och svensk export inom havsresurssektorn,
- verka för internationellt samarbete på havsresursområdet.

Om Vattenbruk i FRNs rapportserie:

Svensk Akvakultur. Näringsgren för framtida försörjning och sysselsättning. 1980.

Under 1982 utkommer:

Får jag lov? Vattenbrukets juridik.

Som fisken i vattnet. Vattenbrukets miljöfrågor.

Pigg som en mört. Vattenbrukets hälso- och sjukdomsfrågor.

Här var'e fisk och skaldjur. Vattenbrukets ekonomi och marknadsfrågor.

Fiskevård och fiskodling. Vattenbrukets avelsmetodik.

Kräfter eller räkor. Vattenbrukets kräftdjur.

Fiskodling och teknik. Vattenbrukets tekniska möjligheter.

Hur lär man sig odla? Vattenbrukets utbildnings- och forskningsfrågor.

Vattenbruk för Sverige. Förslag till åtgärder.