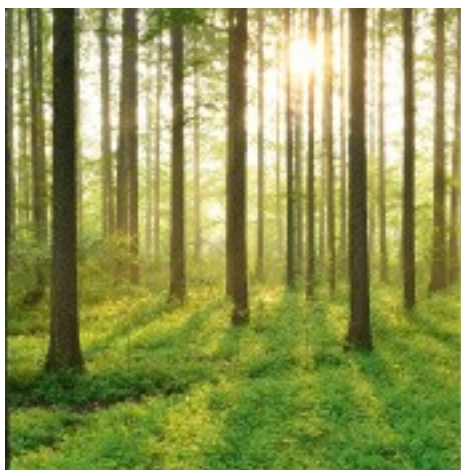


AVEL OCH GENETIK INOM KOMPENSATIONSODLING

RAPPORT 2020:689



VATTENKRAFTENS
KOMPENSATIONSODLING



Avel och genetik inom kompensationsodling

En handbok för ökad kvalitet och långsiktig livskraft

JOHNNY NORRGÅRD

ISBN 978-91-7673-689-0 | © Energiforsk september 2020

Energiforsk AB | Telefon: 08-677 25 30 | E-post: kontakt@energiforsk.se | www.energiforsk.se

Förord

Sedan kompensationsodlingen av fisk startade i mitten på förra århundradet har den utplanterade fisken gått från att främst vara en ätbar resurs till att även vara en viktig del i förvaltningen av våra svenska lax- och öringstammar. Inom programmet Vattenkraftens kompensationsodling pågår ett arbete med att ta fram en handbok med riktlinjer för energibranschens kompensationsodlingar. Detta är det första kapitlet i handboken som behandlar avel och genetik.

Handboken kommer i sin helhet att omfatta hela livscykeln, från strategier i avelsarbetet, hantering och behandling i odlingen till utplantering och uppföljning. Syftet är att öka kvalitén på den utplanterade fisken och att minska risken för oavsiktlig och omedveten negativ påverkan på stammarnas långsiktiga livskraft och kvalitet. Handboken bör inte ses som en strikt manual utan ger övergripande rekommendationer och belyser risker, problem och möjligheter. Materialet som tas fram till handboken kan användas som grund för varje anläggnings fortsatta arbete med nedbrytning av riktlinjerna och anpassning efter givna och lokala förutsättningar.

Att ha kända och dokumenterade arbetssätt är grunden för ett bra förändrings- och förbättringsarbete. Ett förändringsarbete som är nödvändigt för att anpassa produktionen allt eftersom ny kunskap tillkommer och förutsättningar förändras i en tid då omvärldens krav på vår verksamhet ökar.

Handboken skrivs av Johnny Norrgård som under arbetets gång är i kontakt med många erfarna odlare i landet. Frågor bOLLas och diskuteras även med myndigheter och universitet. I referensgruppens arbete deltar följande personer: Mikael Lidström och Åke Forsén, Vattenfall Vattenkraft; Bertil Sellsve, Vattenregleringsföretagen; Marco Blixt, Fortum och Daniel Axelsson, Statkraft.

Sammanfattning

Vid avelsarbetet som rör kompensationsutsättningar bör man eftersträva att urvalet av avelsfisk överensstämmer med det naturliga urvalet i naturen, målet bör vara att bevara den befintliga genetiska variationen. Det faller sig självklart att människan inte kan efterlikna den naturliga urvalsprocessen och partnervalet till fullo, men man bör eftersträva att urvalet av avelsfisk liknar det som förekommer i naturen. Således bör man ta hänsyn till bland annat vandringstid samt fiskens ålder och storlek.

Fångstmetoden av avelsfisk kan se olika ut mellan olika älvar, generellt ska all hantering av fisk ske skonsamt, desto mindre hantering av fisken desto bättre. I älvar där det förekommer stigande lekfiske, av både naturreproducerad och odlad ursprung, där tillgången på naturreproducerad fisk är god är det bästa alternativet generellt sett att hålla en så hög andel som möjligt av naturreproducerad fisk i avelsarbetet. Är mängden naturreproducerad fisk låg finns dock skäl att vara mera återhållsam vid skattningen av beståndet.

Vid avelsarbete används vanligen en tumregel om *minst* 50 honor och 50 hanar årligen, om det finns möjlighet att hantera större mängder avelsfisk kan det av säkerhetsskäl vara en god idé att ha en avsevärt högre målsättning med fler avelspar. Observera att antalet fiskar som behövs för att säkerställa en bred och långsiktigt hållbar genetisk variation i avelsarbetet kan variera stort beroende på flertalet faktorer som i många fall samverkar. För att säkerställa den genetiska bredden och behovet för enskilda stammar kan man tillämpa genetisk uppföljning i samråd med expertmyndighet. Vid det praktiska avelsarbetet bör utgångspunkten vara att fisken paras en hona mot en hane. Blandar man rom och mjölke från flera honor och hanar finns alltid risken att vissa individer blir över- respektive under-representerade i det genetiska materialet.

All honfisk som tas in från naturvatten och används för avelsändamål skall provtas med avseende till bakterier och virus enligt gällande hälsoövervakningsprogram. Provtagningen skall ske av Jordbruksverkets anvisade veterinär och proverna analyseras av Statens veterinärmedicinska anstalt. För att minska riskerna för smittspridning inom och mellan anläggningar bör man ha tydligt avgränsade säkerhetszoner.

Kom ihåg, det bästa för god fiskhälsa är att hålla bassänger och tråg rena, samt att minska riskerna för uppkomst av skador och sår hos fisken!

Summary

In breeding work involving compensatory stocking, one should strive to ensure that the selection of breeding fish as closely as possible represents the natural selection. The aim should be to preserve the full range of existing genetic variation. It is not possible to fully mimic the natural selection process for mate choice, but one should strive for a selection of breeding fish that is similar to what occurs in nature. Thus, one should consider, e.g., migration timing, fish size and age, and other ecologically relevant traits.

The trapping method of the fish can vary among different rivers. In general, all handling of breeding fish must be done with caution, and handling time and stress should be minimized. In rivers where there are both naturally reproduced and farmed fish, if the availability of naturally produced fish is good, the best option is generally to maintain as high a proportion of naturally produced fish as possible in the breeding work. However, if the amount of naturally produced fish is low, removal of fish for cultivation must be done carefully, with reference to the health of the wild population.

The usual rule for breeding in captivity is to use at least 50 females and 50 males. If there is the possibility of using greater numbers of breeding fish, it is recommended to have a significantly higher goal with more breeding pairs. Note that the number of fish needed to ensure broad and long-term sustainable genetic variation in breeding can vary widely depending on several factors that in many cases interact. In order to ensure genetic viability of individual stocks within a metapopulation, genetic monitoring can be used in consultation with experts. In fish farming practice, the starting point should be that the fish are paired one male with one female. If one mixes eggs and milt from several females and males there is always a risk that some individuals will be over- and under-represented in the genetic material.

All female fish that are taken in from natural rivers and used for breeding purposes shall be tested for bacteria and viruses according to the current health monitoring program. Samples should be analysed by The Swedish National Veterinary Institute. In order to reduce the risk of spreading infection within and between fish farms and facilities, safety zones should be clearly defined.

Remember, the best way to maintain good fish health is to keep basins and troughs clean, as well as reducing the risk of damage and wounds occurring to the fish!

Innehåll

1	Selektion och gendiversitet	7
1.1	Urval av avelsfisk	7
2	Avelsprogram	10
2.1	Avelsarbete baserat på havs- och sjövandrande populationer	10
2.2	Avelsbesättning i odling	11
2.3	Homing och Straying	12
3	Romtäckt och befruktning	14
3.1	Könsmognad och kramningstidpunkt	14
3.2	Befruktningsrutiner	16
3.2.1	Kramning	16
3.2.2	Befruktning	18
3.3	Införsel av rom till kläckeriet	19
3.4	Hälsoprovtagning och avlivning av avelsfisk	20
3.4.1	Journalföring	20
4	Romstadiet och kläckning	22
4.1	Förberedelser i kläckeriet	22
4.2	Romutveckling och skötsel	22
4.3	Kläckning och uttransport	25
4.3.1	Tiaminbehandling	25
5	Bilagor	26
5.1	Bilaga 1: Brofeldts skala	26
5.2	Bilaga 2: Uppgifter om insamlingsmetodik för M74 samt tiaminbehandlingsteknik och bedömning av metoderna	27
5.3	Bilaga 3: Befruktning med saltlösning	31

1 Selektion och gendiversitet

1.1 URVAL AV AVELSFISK

I flertalet av de utbyggda älvarna finns juridiska kompensationskyldighet i form av utsättning lax och öring för vattenkraftsindustrin. Lekomogen fisk fångas under sin lekvandring och kramas på rom respektive mjölke, den befruktade rommen hålls i karantänkläckerier fram till kläckning. Efter kläckning föds fisken upp under 1–2 år i odlingsmiljö, innan dom frisläpps i respektive vattendrag som utvandringsfärdiga smolt. I vissa fall hålls även avelsbesättningar i odlingsmiljö.

Vid avelsarbetet bör man eftersträva att urvalet av avelsfisk överensstämmer med det naturliga urvalet i naturen, detta för att bevara och säkerställa populationernas långsiktiga överlevnad och god genetisk status. Mängden romkorn varierar stort med vikten på fisken, en liten insjööring har inte mer än några hundra romkorn, medan en stor Östersjöloxhona kan ha över 20 000 romkorn. Detta bör man ha i åtanke vid planering och urval av avelsfisk. Det faller sig självklart att människan inte kan efterlikna den naturliga urvalsprocessen och partnervalet till fullo, men man bör eftersträva att urvalet av avelsfisk liknar det som förekommer i naturen. Således bör man ta hänsyn till bland annat vandringstid, ålder och storlek. Fisk som tas ut till avel skall vara välformade och friska, medan fisk med sår, svamp eller defekter bör undvikas och vid misstanke om sjukdom inrapporteras till Statens veterinärmedicinska anstalt (SVA).

I många älvar har man en utdragen vandringsperiod för lekvandrande öring och lax, de första öringarna anländer i vissa fall redan i april medan de sista laxarna stiger upp i älven under november. Urvalet av lekfisk till avel bör om möjligt således ske under hela denna period. Givetvis finns det omvärldsfaktorer som bör beaktas, till exempel avelsanläggningens utformning och förutsättningar för att hålla fisk under acceptabla djurhälsoförhållanden.

I många älvar når vattentemperaturen långt över 20°C under högsommaren, under sådana förhållanden är det av ytterst stor vikt att tilltänkt avelsfisk hanteras varsamt samt att man har tillräcklig vattengenomströmning i bassängerna och vid behov tillgång till extra syresättning. Ett alternativ är att av djurskyddsskäl helt avbryta avelsfisket vid höga temperaturer. Finns det begränsningar i anläggningens kapacitet och utformning som försvårar upprätthållande av god djurhälsa under perioder med till exempel höga vattentemperaturer bör man samråda med veterinär och ansvarig myndighet om lämpligt förfarande och handlingsplan.

Om möjligt bör man undvika att hålla en hög besättningstäthet i en och samma enhet/bassäng, till exempel kan stora aggressiva hanar lätt skada annan fisk under trånga förhållanden. Naturvårdsverkets rekommendation vid fiskodling ligger på 15–25 kg/m³ och den tidigare branschorganisationen Fiskhälsans rekommendation låg på maximalt 25 kg/m³. Dock står lämplig besättningstäthet som redan nämnts ovan i stark korrelation till vattentemperatur, likaså bör till exempel art, kön och livsstadium beaktas. Sår och infekterade sår är svåra att lindra och åtgärda under förhållanden med förhöjd yttre stress, speciellt vid hög vattentemperatur.

Upptäcker man fisk med sår, skador eller svamp hos fisken som reserverats för avel är oftast den bästa lösningen att ta bort och avliva den aktuella fisken, både för att förkorta den enskilda fiskens lidande men även för att minska smittorisk för övrig fisk.

Kom ihåg, det bästa för god fiskhälsa är att hålla bassänger och tråg rena, samt att minska riskerna för att skador och sår uppstår hos fisken!



Figur 1. Förräddningsbassäng för avelsfisk. Fotograf Jennie Pettersson.

Snabbväxande stora fiskar är i och för sig åtråvärda ur fiskesynpunkt och som avelsmaterial, men om urvalet av avelsfisk i huvudsak riktas mot storvuxna individer (i ett bestånd där det även finns gott om mer småvuxen köns mogen fisk) bidrar man till en riktad selektion som på sikt minskar den genetiska diversiteten. Det är ofta lockande att välja ut stora honor med stor mängd rom, samt mindre mera lätthanterliga hanar. Vid ett långsiktigt avelsarbete bör man dock inte i väsentlig mening krama mera rom från en stor hona jämfört med en liten hona om man vill behålla en så stor genetisk bredd som möjligt i populationen. Om man av någon orsak önskar krama honorna på hela rommängden kan man alternativt reducera mängden rom från enskilda honor vid ett senare tillfälle, till exempel vid genomräkning av romen. Stora hanar kan upplevas som "problemfiskar" i avelsbassängerna, dels för att de utgör en ökad skaderisk såväl för sig själv som för andra, samt att de är svårare att krama på mjölke vid befruktningsarbetet. Om det är möjligt bör dock även de största hanarna ingå i avelsurvalet i liknande andel som dom utgör del av hela populationen.

Kopplat till storlek finns det även en åldersaspekt. Det är önskvärt att man har en fortlöpande kontroll av åldern hos den lekvandrande fisken, speciellt i de fall där urvalet av avelsfisk i första hand utgörs av kompensationsodlad fisk. Om möjligt bör man eftersträva en åldersöverlapp hos avelsfisken, på så sätt minskar man risken för att korsa fisk med nära släktskap. Släktskap hos fisken i

avelsbesättningen kan vid behov kontrolleras eller övervakas kontinuerligt genom DNA-uppföljning.



Figur 2. Provtagning för DNA-analys. Fotograf Jennie Pettersson.

2 Avelsprogram

2.1 AVELSARBETE BASERAT PÅ HAVS- OCH SJÖVANDRANDE POPULATIONER

I älvar där man bedriver avelsfiske på havs- och sjövandrande populationer infångas vanligtvis ett relativt stort antal lekfiskar avsedda för avelsändamål under en vandringsäsong. Det är av stor vikt att detta följer en väl genomtänkt plan där man tar hänsyn till vattendragets karaktär samt fiskens hälsa och välmående. Själva fångstmetoden kan se olika ut mellan olika älvar, den vanligaste fångstmetoden i dagsläget är olika typer av fasta fällor där fisken själv aktivt vandrar in i ett fångstfack. Generellt skall all hantering av fisk ske skonsamt, desto mindre hantering av fisken desto bättre. Vid tömning av fångstfack och även all annan hantering av fisken bör detta ske så varsamt som möjligt. Om möjligt skall fisken aldrig lämna vattenmiljön, i de fall man likväl behöver fånga in fisken och inspektera denna (till exempel för könsbestämning och könsmognadskontroll) bör man använda skonsamma redskap och luftexponera fisken i minsta möjliga mån. För infångad fisk som skall hållas i fångenskap fram till könsmognad är det av största vikt att man undviker att stressa och skada fisken eftersom den under denna del av livscykeln allokerat mycket energi till könsmognadsprocessen och ofta har reducerad förmåga att hantera stress och läkning av skador. I många anläggningar tillämpas helt eller delvis mörkläggnings av bassängerna, både för att ge en lugnare miljö men även för att påskynda och synkronisera mognadstidpunkten.

I flertalet älvar med utsättning av kompensationsodlad fisk är den stigande lekfisken både av naturreproducerat och odlat ursprung, fördelningen ser dock olika ut mellan olika älvar och kan även variera mellan åren. Om tillgången på naturreproducerad fisk är god är det bästa alternativet generellt sett att hålla en så hög andel som möjligt av naturreproducerad fisk i avelsarbetet. Är mängden naturreproducerad fisk låg finns dock skäl att vara mera återhållsam vid skattningen av beståndet, dels för att den genetiska bredden hos dessa i vissa fall kan vara lägre än hos den odlade fisken, dels för att existensen av ett svagt naturreproducerat bestånd kan riskeras till följd av ett kontinuerligt uttag. Detta är ofta komplicerade frågor med många olika orsakssamband, en fortlöpande dialog med ansvarig tillsynsmyndighet är av stor vikt. Uppstår svårare frågor och osäkerhet kring val av metoder och rutiner är det en god idé att tillfråga extern expertis.

Målet bör vara att bevara den befintliga genetiska variationen, den naturliga selektion har man inte någon större möjlighet att styra i odlingsarbetet. Som tumregel används vanligen *minst* 50 honor och 50 hanar (en hona x en hane) årligen i avelsarbetet för att behålla gendiversiteten i populationen. Om det finns möjlighet att hantera större mängder avelsfisk kan det av säkerhetsskäl vara en god idé att ha en avsevärt högre målsättning med fler avelspar. Detta är särskilt viktigt vid långsiktigt bevarande av stammar som endast innefattar odlad fisk och därmed saknar utbyte med andra populationer. Observera att antalet fiskar som behövs för att säkerställa en bred och långsiktigt hållbar genetisk variation i

avelsarbetet kan variera stort beroende på flertalet faktorer som i många fall samverkar. Frågor som rör en specifik anläggning eller stam kan ofta vara komplicerade, vid oklarheter kan det vara en god idé att samråda med extern expertis rörande genetiska frågeställningar. Önskar man fördjupa sig i de genetiska aspekterna kan man få en översikt i till exempel *Veileder for utsetting av fisk for å ivareta genetisk variasjon og integritet*,¹ för djupare kunskapsförkovring rekommenderas *Effects of supportive breeding on the genetically effective population size*.²

2.2 AVELSBESÄTTNING I ODLING

I vissa fall hålls avelsbesättningar i odlingsmiljö, orsaken till detta kan till exempel vara begränsad tillgång på avelsfisk och/eller små naturreproducerande populationer där kontinuerligt uttag av avelsfisk från kvarvarande naturreproducerande bestånd inte är möjligt. Om man håller avelsbesättningar i odlingsmiljö är det av stor vikt att man har en noggrann journalföring och uppföljning för att i största möjliga mån underlätta arbetet med att bevara en bred gendiversitet hos avelsfisken.

Ur genetisk synpunkt är det bästa valet att varje fisk används endast en gång i avelsarbetet innan den exkluderas från avelsprogrammet. I fall där det finns brist på avelsfisk och samma fiskar därför används vid upprepade tillfällen under flera år kan man individmärka fisken med till exempel individspecifika pit-tags för att underlätta journalföringen och minska risken för att syskon och samma individer korsas flera gånger med varandra, vilket på sikt riskerar medför en minskad genetisk bredd. För att säkerställa kontinuerlig förnyelse av avelsbesättningen bör man behålla fisk från varje årsklass för tillväxt. Om fisk inte tillförs utifrån kommer gendiversiteten i avelsbesättningen att minska över tiden, i värsta fall kommer detta att leda till inaveldepression med ökad andel missbildningar, försämrad fertilitet, beteendeförändringar etcetera. Förutsatt att gendiversiteten i befintlig avelsbesättning ligger på en acceptabelt hög nivå räcker det vanligen med att tillföra ett mindre antal fiskar utifrån till varje ny generation, för att mer exakt bestämma behovet av tillskott av fisk utifrån bör man ha en fortlöpande uppföljning av den genetiska bredden i avelsbesättningen. Tillförsel av avelsfisk och hur detta hanteras för varje enskild population bör ske i samråd med ansvarig tillsynsmyndighet och vid behov med extern expertis. Notera att intag av vild fisk kräver att fisken av smittskyddsskäl hanteras i karantänanläggning. Rådgör och planera därför dylika tilltag med förslagsvis ansvarig tillsynsmyndighet och veterinär.

Eftersom målet med avelsarbetet bör vara att behålla populationens bredd skall man undvika medveten selektion av fisken som ingår i avelsarbetet. Tidigare var det till exempel vanligt att hanar som nådde könsmognad vid tidig ålder aktivt selekterades bort från avelsbesättningar på grund av aggressivt beteende och ökad skade- och infektionsrisk för både sig själva och annan fisk. Sådan selektion bör dock om möjligt undvikas. Numera finns rutiner för att förebygga och hantera

¹ Karlsson m.fl. (2016). NINA Rapport 1269.

² Ryman & Laikre. (1991). Conservation Biology, 5, 325–329.

många av de situationer som tidigare ledde till problem och ohälsa, till exempel genom ljusstyrning och profylaktisk behandling under kända problemperioder.

Förslag på flödesschema vid landbaserad avelsbesättning

Observera att antalet fisk som förslås med fördel kan ökas om anläggningens kapacitet tillåter detta. Beroende på fiskens könsmognad kan det vara lämpligt att göra romtäckten antingen tidigare eller senare än år 5.

År 1

- Romtäckt på 50 avelspar.
- 50 ögonpunktade romkorn tas från varje par och sätts ihop till startgrupp.

År 2

- Minska besättningen till 1000 fiskar, ingen riktad selektering görs.
- Reducera andelen fisk som utvecklar tidig könsmognad med hjälp av ljusstyrning.

År 3

- Minska besättningen till 650 fiskar, ingen riktad selektering görs.
- Reducera andelen fisk som utvecklar tidig könsmognad med hjälp av ljusstyrning.
- Behandla fisken profylaktisk under hösten.

År 4

- Reducera andelen fisk som utvecklar tidig könsmognad med hjälp av ljusstyrning.
- Behandla fisken profylaktisk under hösten.

År 5

- Romtäckt på 50 avelspar till nästa generation.

2.3 HOMING OCH STRAYING

Både lax och öring är välkända för sin "homing", det vill säga de återvandrar som lekmogna till det vattendrag där de kläckts och vuxit upp. Inom kompensationsodling nyttjas denna egenskap så till vida att fisk som är redo för utvandring (det vill säga då de befinner sig i smoltstadium) sätts ut i vattendrag och på lokaler där man önskar återfånga fisken då den nått könsmognad. Även om fisken fötts upp på odling har man oftast en hög homing-grad hos den odlade fisken om den sätts ut i rätt livsskede. Ibland händer det dock att fisk vandrar upp i andra vattendrag än där de är födda/utsläppta. Strategin vid utsättning och val av utsättningslokal spelar sannolikt stor roll. För att ge fisken en högre grad av präglning på det aktuella vattendraget under sin utvandring är det generellt positivt om fisken sätts ut högre upp i vattendraget jämfört med om fisken sätts ut i mynningen. Märk väl att det även i naturliga opåverkade bestånd sker influx/utflux av gener till följd av att fisk vandrar upp för lek i andra vattendrag än där de kläckts, detta bidrar till att motverka inavel och långsiktig förlust av genetisk variation. Ofta benämndes detta fenomen slarvig som "felvandring"

(engelska benämningen "straying" torde vara mer korrekt). Nordamerikanska laxstudier tyder på att 90% +/- 10% av laxen i naturliga bestånd vandrar upp i vattendrag där de kläckts. Enstaka fiskar som vandrar upp i andra vattendrag än där de kläckts/satts ut är således att beakta som en del av naturens gång. Utifrån tidigare Carlinmärkningsdata anses i genomsnitt 95–96% av den odlade laxen som sätts ut i Östersjölälvarna återvända till respektive utsättningsälv, variationer mellan år och vattendrag kan dock vara betydande. Uppstår misstanke om att en hög och/eller ökande andel förskjutning (vilket till exempel kan yttra sig i form av oförklarlig förskjutning i storlekssammansättning och förskjutningar i vandringsbeteende) av den lekvandrande fisken+ härstammar från andra vattendrag än det aktuella bör man rådgöra med ansvarig tillsynsmyndighet.

3 Romtäckt och befruktning

Utgångspunkten då man lägger upp en befruktningsstrategi bör vara att fisken paras en hona mot en hane. Blandar man rom och mjölke från flera honor och hanar finns alltid risken att vissa individer blir över- respektive under representerade i det genetiska materialet. Likaså kan det leda till onödig arbetsinsats och eventuellt förlust av rom från flera honor om romkorn från en hona skulle vara av dålig kvalitet. Det samma gäller till exempel vid M74-situationer eller vid förhöjd risk för förekomst av sjukdom. I vissa fall kan det av praktiska skäl förekomma att man lägger in rom från flera honor i samma romback, till exempel om honorna är små och/eller man endast önskar en mindre mängd rom från varje hona. Tänk då på att matcha antalet honor mot samma antal hanar för att behålla högsta möjliga genetiska bredd, genetisk bredden styrs av minsta antal honor eller hanar som används. Om flera honor och hanar blandas i samma romback är det viktigt att mjölken från de olika hanarna slås samman och blandas väl innan den hålls över rommen, annars kommer absoluta merparten av rommen att befruktas av den hane vars mjölke slås över rommen först.

Kramning och befruktningsarbetet skall bedrivas i avgränsad miljö skyddad från sol och regn, både rommen och mjölken skall hållas i en sval och torr miljö under och efter kramningen. Om möjligt sker arbetet i en oavbruten händelsekedja eftersom fruktsamheten minskar med tiden efter kramning. Rom som kommer i kontakt med vatten härdar, var därför noggrann så att den obefruktade rommen under inga omständigheter kommer i kontakt med vatten innan den befruktas.

3.1 KÖNSMOGNAD OCH KRAMNINGSTIDPUNKT

Under mognadsprocessen skiftar fisken färg, den havsvandrande fisken går från silverblank till mörkare brunsvart med röda inslag, variationer i färgteckning kan dock variera mycket mellan olika stammar. Samtidigt blir slemhinnan utanpå fjällen tjockare. Då honorna mognar blir magen mjukare och de tappar sin strömlinjeform. Det mest fördelaktiga sättet att kontrollera mognadsgraden hos en hona är att lyfta henne lätt i stjärtfenan, sjunker magen neråt i en droppform mot huvudet samtidigt som magen är slapp och man känner att rommen rör sig fritt i bukålan är honan redo för kramning.

Tidigare rekommenderades vanligen att man kontrollerade mognaden genom att stryka med handlov/underarm försiktigt över hennes mage för att se om honan släpper rom, detta är dock något vanskligt eftersom alla ägg inte mognar samtidigt och därför är det möjligt att man kan få honan att släppa ett mindre antal ägg även om denna inte är mogen för kramning. Därför bör denna metod om möjligt undvikas. När honan väl en gång släppt några ägg kan vatten tränga in genom äggroret och orsaka att ägg härdar inne i bukålan. Man kan med fördel vänta in mognadsprocessen, om honorna till viss del har lös och rörlig rom men inte bedöms vara helt redo för kramning vid kontroll med "droppformsmetoden" räcker det oftast att vänta några dagar innan kramning är möjlig. Oftast mognar honorna närapå samma tidpunkt år efter år, vid en del odlingar där man har god tillgång på avelsfisk har man rationaliserat bort mognadskontrollen och kramar

den fisk som är mogen vid en given tidpunkt. Vikten av att honorna hanteras försiktigt kan inte nog poängteras, skadade och blodiga ägg gör ingen glad. Ju mindre fisken hanteras, desto bättre.

Hos lekmogna hanar är underkåbens krok det mest framträdande attributet. För att kontrollera könsmognaden hos en hane lyfter man denna genom att ta ett stabilt grepp om stjärtspolen för att lägga den som i en vagga med ryggen vänd uppåt, samtidigt appliceras tryck med ett tumgrepp från strax bakom bukfenorna ner mot analöppningen. Även om en hane inte är helt redo för kramning kommer den sannolikt att ge åtminstone ett litet släpp av mjölke om man klämmer med stor kraft, var därför relativt lätt på hand och säkerställ att fisken är mogen och släpper tillräckligt med mjölke. Mjölken hos hanarna produceras och mognar succesivt under en relativt lång period, varvid spelutrymmet för kramning är längre än hos honorna.

Om man har möjlighet kan man gruppera honor då man gör mognadstesten, till exempel i) de som är redo för kramning vid tillfället eller inom någon dag, ii) de som bedöms vara redo för kramning inom ett par veckor. Förutsättningarna kan se olika ut beroende på anläggning och det är upp till ansvarig på varje enskild anläggning att bedöma hur man bäst förvarar och hanterar fisken. Fisken bör dock om möjligt förvaras i en stressfri miljö där man i största möjliga mån reducerat skaderiskerna.

För att minska risken att fisken angrips av svamp behandlar de flesta anläggningarna avelsfisken profylaktiskt med formaldehyd 2–3 ggr/vecka från det att temperaturen sjunkit till 12–14°C tills det att kramningen är över. Om man väntar med behandling av fisken tills man visuellt upptäcker svamp på avelsfisken är spelet förlorat, i bästa fall kan man i dylika fall hålla tillbaka utvecklingen av svampangreppen på fisken något, oftast dör dock denna fisk inom ett par veckor oavsett behandling. Fisk som angrips av svamp bör avskiljas från övrig avelsfisk och avlivas för att minska smittorisken för övrig fisk. Delar av svampen från svampangripen fisk lossnar lätt varvid dessa kan transporteras runt i vattnet och smitta annan fisk med låg motståndskraft och eventuella småsår.

Tidpunkten på kalenderåret, liksom vattentemperaturen, vid könsmognad och kramning varierar från norr till söder. Likaså kan det förekomma årsvariationer beroende på omvärldsfaktorer. I många anläggningar tillämpar man ljusstyrning för att påskynda och synkronisera mognadsprocessen, under senhösten räcker det oftast att mörklägga anläggningen 2–3 veckor för att uppnå full mognadsgrad hos fisken. Om man jobbar med denna teknik är det dock viktigt att mörkläggningen sker då man har en vattentemperaturregim som är lämplig för kramning. Om vattentemperaturen är för hög finns risk för ökad dödlighet hos den befruktade rommen. På många anläggningar väntar man med kramningen tills vattentemperaturen är nere mot 6–7°C, även här finns det dock stora variationer över landet och mellan olika stammar. Till exempel hos vissa öringsstammar kan befruktning av rom ske vid vattentemperatur på 12–14°C utan negativ påverkan på romkvalité och -överlevnad.

När man lägger upp en arbetsstrategi vid varje enskild anläggning är det bäst att använda sig av tidigare erfarenheter, man bör därför vara noggrann med

dokumentation och journalföring för att underlätta för sig själv och kommande kollegor.

3.2 BEFRUKTNINGSRUTINER

Beroende på förutsättningar vid olika avelsfisken kan tillvägagångssättet vid befruktningsrutiner skilja sig åt på anläggningarna, nedan följer riktlinjer och en generell händelsekedja med förslag på lämpligt tillvägagångssätt.

3.2.1 Kramning

Då fisken skall kramas flyttas den över till väl syresatta mindre tråg. Tänk på att inte flytta över mera fisk än vad som behövs för den aktuella kramningssessionen, frekvent hantering kan leda till stress, skador och efterföljande sjukdomsangrepp. Fisken blir känsligare ju längre fram i mognadsprocessen den kommer.

Innan kramning är det lämpligt att bedöva fisken för att minska stressen, om fisken skall provtas direkt efter kramning kan man för att underlätta kramningen avliva fisken i direkt anslutning till det att varje enskild fisk kramas. Om fisken bedövats skall den sköljas av i färskt vatten innan kramning. Fisken tas i ett fast grepp runt stjärtspolen och huvudet stöds med den andra handen så att fisken hamnar i vågrät position. Både honor och hanar behöver torkas torra över bakre delen under magen och mot analfenan, detta för att förhindra att rommen och mjölken kontamineras med vatten.

Honan hålls med magen neråt i nästan vågrätt läge med huvudet något högre än stjärten. Applicera ett tryck med basen av tummen och handloven på den ena sidan och fingrarna på den andra, från bukfenorna glidande bakåt, till dess att honan börjar släppa rom. Inled med att försiktigt känna av honan och klämma ut några korn, de första romkornen kasseras eftersom de kan innehålla vatten, urin och/eller blod. När rommen väl börjat rinna ut är en lätt böjning av honans bukmuskler vanligtvis tillräcklig för att bibehålla flödet av rom. Proceduren upprepas tills buken blir slapp och indikerar att ovarierna är tomma, alternativt tills man uppnått önskad mängd rom.



Figur 3. Kramning av laxhona. Fotograf Jennie Pettersson.

Rommen som skall behållas kramas ner tillsammans med ovarievätskan i en ren och torr behållare, till exempel ett plastfat eller emaljbehållare (använd aldrig galvaniserad metall eller koppar). Om rommen ser glaspärlaktiga ut, eller om det förekommer onormal mängd blod eller brustna romkorn från kroppshålan bör rommen destrueras. Är detta frekvent förekommande är det skäl att se över hanteringsrutinerna för fisken. Rom som släppt från bindväven och ligger löst i bukålan är klar för befruktning, hos till exempel stora laxhonor är det dock vanligt att rommen släpper från bindväven succesivt. Om man under kramningens gång upptäcker att en hona har en del rom som fortfarande sitter fast i bindväven bör man inte med ökad kraft försöka krama loss dessa, romkornen skadas lätt vilket resulterar i minskad romöverlevnad. Om tillgången på honor är begränsad kan man överväga att spara en dylik hona för slutkramning vid ett senare tillfälle. I de fall där fisken skall behållas levande en längre tid efter kramning, till exempel om man har avelsbesättningar i odlingsmiljö där fisk kramas upprepade säsonger, bör man krama ut all rom även om endast en mindre del används för befruktning, detta ökar fiskens chans för återhämtning och överlevnad.

Hanarna kramas på samma sätt som honorna, om än med mera mjölkande rörelser över partiet mellan bukfenor och analfena. Den första mjölken kan innehålla vatten, urin och blod, gör därför en lätt kramning först med spilld mjölke för att kunna samla upp den renare mjölken i en ren och torr behållare. För att aktivera hanarnas vilja att släppa mjölke kan man krama ner lite ovarievätska från en hona i karet med hanar.



Figur 4. Kramning av laxhane. Fotograf Daniel Axelsson.

Om rommen och mjölken skall transporteras längre än 10 timmar separat skall behållarna förvaras kyllda (aldrig under 0°C) under transporten. Behållarna skall inte ha direktkontakt med is. Mjölke som skall transporteras läggs i behållare (proportion 1:3 för mjölke:luft).

3.2.2 Befruktning

Vanligaste befruktningsmetoden är "torr" befruktning där mjölken hålls över kärlet med rom och ovarievätska. Mjölke, rom och ovarievätska blandas långsamt och försiktigt för hand. Ovarievätska aktiverar spermierna, som är mycket rörliga under de första 10–15 sekunderna. Ca 20–30 sekunder efter att rommen och mjölken blandats samman tillsätter man tillräckligt med vatten för att täcka rommen, varefter man åter rör runt försiktigt. Rommen skall nu absorbera vatten för att svälla och skalet skall härda, detta tar minst en timme. I en del anläggningar flyttas rommen över till backar i romrännor i detta skede, i andra läggs rommen direkt i transportdunkar. Oavsett hur rommen förvaras är det viktigt att den har god syresättning och att den får ligga stilla utan turbulens.

Om man upplever att mängden ovarievätska som följer med rommen vid kramning är liten kan man tillsätta saltlösning vid befruktningstillfället. En saltlösning på 0,9 % (fysiologisk saltlösning) tillförs romkärlet så att rommen täckts med saltlösning. Finns det behov av att skölja rommen ren från blod och brustna romskal görs detta med saltlösningen innan man fyller på romkärlet med saltlösning, det är dock inget som skall behövas om honorna har hanterats väl. Rommen befruktas enligt samma procedur som vid torrbefruktningen beskriven ovan, överskott av mjölke kan om så önskas sköljas bort med saltlösning. Efter

sköljningen täcks rommen med saltlösning fram tills inläggning i kläckerier. Ingen svällning av rommen sker innan man tillsätter färskvatten, likt torrbefruktnings. Man kan med fördel låta rommen svälla i kläckeriet. Se även bilaga 3.

3.3 INFÖRSEL AV ROM TILL KLÄCKERIET

Efter att romkornen svällt och skalet härdat kan man bestämma rommens storlek (Brofeldts skala, se bilaga 1) för att avgöra antalet romkorn/volymmått. Eftersom all hantering av rommen dock medför risk för negativ påverkan, bör man ställa sig frågan huruvida vetskapen om det exakta antalet romkorn är en nödvändig uppgift i detta skede, om så inte är fallet bör man avvakta med att räkna upp rommen till ögonpunktningsfasen (tidpunkten då båda ögonen är tydligt synbara) då rommen är tålig för hantering.

Om den befruktade rommen skall transporteras mer än 2–3 timmar bör man hålla den nedkyld så att vattentemperaturen inte ökar jämfört med den rådande vattentemperaturen vid befruktning. Vid ankomst till kläckeriet skall rommen sköljas och desinficeras med buffodine och saltlösning.

Tidigare fanns rekommendationer om att man i flera steg skulle skölja rommen efter befruktning och desinficering för att rensa bort skal från brustna romkorn, blod, mjölkrester etcetera. Detta tillämpas fortsatt i anläggningar där vattnet recirkuleras och behovet att hålla en så ren vattenkvalité som möjligt måste prioriteras. Många upplever dock att denna omilda hantering ger en ökad dödlighet på rommen. Minst hantering i samband med desinficeringen nås om man försiktigt håller av buffodine och saltlösningen i ett annat kärl, och sedan håller ner rommen tillsammans med den sista mängden lösning i rombacken. Eventuella skal från brustna romkorn, blod, mjölkrester etcetera kommer att sköljas bort ur kläckbacken om den är korrekt utformad.



Figur 5. Rommen sköljs och desinficeras med buffodine och saltlösning. Fotograf Jennie Pettersson.

3.4 HÄLSOPROVTAGNING OCH AVLIVNING AV AVELSFISK

All honfisk som tas in från naturvatten och används för avelsändamål skall provtas med avseende till bakterier och virus enligt gällande hälsoövervakningsprogram, provtagningen skall ske av Jordbruksverkets anvisade veterinär och proverna analyseras av SVA. Om fisken inte provtas i samband med kramning skall fisken individmärkas och förvaras levande till dess att provtagning är möjlig. Om fisk dör under förvaringstiden mellan kramning och provtagningstillfället bör rommen från dessa honor destrueras eftersom alla önskvärda analyser inte är genomförbara på fisk som dött/avlivats och frusits. Om man är i stort behov av att behålla rommen på grund av till exempel begränsad tillgång på avelsfisk rekommenderas att man rådgör med veterinär och/eller SVA angående riskbilden för en icke-komplett analys av honfisken. Vid provtagningen gör man lämpligen även en kontroll av eventuella parasitangrepp.



Figur 6. Provtagning av laxhona. Fotograf Jennie Pettersson.

Vanligen sker ingen provtagning på hanar som använts för avelsändamål. När antalet fiskar är kritiskt låga finns ibland anvisningar om att dessa skall släpps åter så att de kan återvända och bidra till produktionen även kommande år, i vissa fall kan det finnas föreskrivet att dessa skall avlivas och destrueras. Avlivning och destruering skall ske i enlighet med gällande lagstiftning och föreskrifter. Oftast finns riktlinjer från tillsynsmyndigheter som till viss del reglerar hanteringen kring fiskhanteringen, provtagning och destruering.

3.4.1 Journalföring

All fisk som används i avelsarbetet skall registreras i en avelsjournal, lämpligen registreras minst kön, längd och vikt. Samtliga honor som kramas skall märkas med identitetsmärke, detta nummer skall föras in i journalen tillsammans med

uppgifter om vilken romback hennes rom placerats i, detta för att möjliggöra tillbakaspårning vid till exempel positiva bakterie- eller virusprov. En noggrann journalföring är generellt viktig i samtliga stadier av odlingsarbetet, och är det bästa verktyget för att förstå och förbättra rutiner och hantering av fisk.

4 Romstadiet och kläckning

4.1 FÖRBEREDELSE I KLÄCKERIET

Kläckeriet bör vara avgränsat från den ordinarie odlingsverksamheten, antingen rent geografiskt eller genom säkerhetszoner som till exempel slussar och fysiska barriärer. Se till att kläckeriet är noggrant förberett innan inläggning av rom. Anläggningen skall vara rengjord, de delar och den utrustning som kommer i kontakt med rom och vatten skall desinficeras i enlighet med gällande föreskrifter och vägledningar. Helst skall kläckeriet stått tomt och torrt i minst tre månader. Nödvändiga kemikalier och utrustning bör vara tillgänglig och personalen bör informeras noggrant om kläckeriets drift, planerna för kommande säsong och gällande hygienplan.

Notera!

Inkubationsutrustning skall desinficeras innan varje ny säsong och vid eventuell transport till en annan anläggning. I samråd med veterinär/tillsynsmyndighet och enligt behov används till exempel:

- Formaldehyd
- Hetvatten
- Virkon S
- Natriumhypoklorit (pH-höjande för utgående vatten för att undvika eventuell smittspridning)

Skölj noggrant med friskt vatten efter desinficering med kemikalier!

I kläckeriet bör man övervaka flöde, vattentemperatur, syrehalt och pH. Görs detta rutinmässigt är det lättare att i ett tidigt skede detektera och förebygga eventuella problematiska situationer. Om det likväl uppstår problem finns även möjlighet att spåra orsaker till dessa om relevant bakgrundsdata journalförts.

4.2 ROMUTVECKLING OCH SKÖTSEL

Efter att romkornen härdat (1–2 h efter befruktning) är de relativt tåliga för hantering under den kommande tolvtimmarsperioden. Då celldelningen inleds bör rommen behandlas varsamt ända fram till ögonpunktsstadiet. Det fanns tidigare rekommendationer om att man efter två veckor från befruktning fram till ögonpunktning skulle låta rommen ligga orörd och inte rensa bort döda romkorn, eftersom rommen är känslig för hantering i detta skede. Idag rengör dock de flesta odlare sina rombackar kontinuerligt, ett dött romkorn som blir kvarlämnat i backen utgör en grogrund för svamp och bakterier, vilket lätt sprider sig till övrig rom om det inte rensas bort. Se därför till att avlägsna döda och brustna romkorn samt detritus eller organiskt material som kan tillföras backarna med inkommande vatten. Rensning i backarna sker lämpligen med sughävert och/eller pincett. För att undvika eventuell smittspridning bör varje romback/ränna/romskåp ha en egen rengöringsutrustning (alternativt tvättas och desinficeras innan användning i annan enhet). Vattnet som tillförs rommen bör filtreras genom till exempel

sandfilter, vill man minska risken för att tillföra till exempel bakterier kan man använda UV-filter på inkommande vatten.



Figur 7. Inlagd rom i traditionella rombackar och kläckrännor. Fotograf Daniel Axelsson.

Sötvattensvamp (*Saproiepta spp.*) är vanligt förekommande i de flesta naturvatten, således även i odlingsmiljön. Dött organiskt material utgör bra grogrund för svamp, som nämnts i tidigare sammanhang är renlighet således A och O för att hålla en god vattenkvalité och fiskhälsa. Döda romkorn och yngel som utgör en grogrund för svamp bör därför kontinuerligt avlägsnas och destrueras. Om man trots detta upplever problem med svamp kan det finnas behov av att behandla rommen kontinuerligt med formaldehyd fram till tidpunkten för ögonpunktnig, säkerställ i sådana fall att du följer rådande riktlinjer för hantering, dosering och god arbetsmiljö.

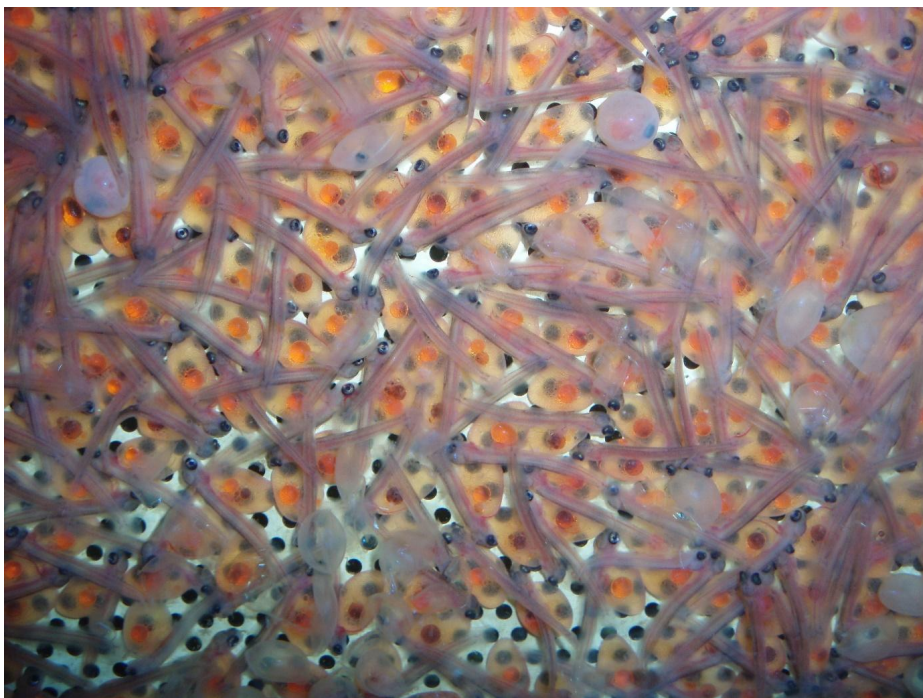
Generellt gäller att rommen, och även i ett senare skede ynglen, är känslig för störningar. Till exempel kan ljusexponering orsaka ökad romdödlighet och tidigarelägga kläckningsfasen. Yngel som utsätts för ökad ljusexponering får en ökad aktivitet vilket kan resultera i snabbare förbrukning av gulesäcken, ökat

fenslitage och angrepp av svamp. Rombackarna bör därför hållas i mörker (alternativt vara övertäckta), även efter kläckning då ynglen befinner sig i gulesäckfasen.

Rommens utveckling är i huvudsak beroende av vattentemperaturen, känner man till vattentemperaturutvecklingen kan man beräkna rommens utvecklingsstadier. På en del anläggningar där man önskar tidigarelägga ögonpunktningsfasen och kläckningen höjs vattentemperatur under romfasen för att i viss mån påskynda utvecklingen. Om man värmer vattnet under romfasen bör man inte överstiga 8°C, vid högre temperatur riskerar man ökad romdödlighet och andel missbildade yngel. Man refererar vanligen till det kumulativa antalet dygnsgrader (1 dygnsgrad = 1°C under ett dygn, om vattentemperaturen till exempel är 10°C under ett dygn resulterar det i 10 dygnsgrader). Sambandet är inte helt linjärt mellan vattentemperatur och antalet dygn, men tillräckligt för en generell tillämpning. Hos öring och lax sker ögonpunktning vid 200–300 dygnsgrader, då rommen nått detta stadie blir den mera tålig mot hantering. I detta skede är det lämpligt att räkna upp och fördela ut rommen, samt plocka bort eventuellt överskott. För att underlätta arbetet med att rensa bort obefruktad rom kan man skölja/röra runt rommen så att obefruktad rom vitnar och bli mer lättidentifierad.

En del odlingar storlekssorterar även rommen under ögonpunktningsfasen. Generellt har stora honor större rom än mindre honor, vilket innebär att startvikten hos inmatningsfärdiga yngel från stora honor kan vara upp till dubbelt så hög som för yngel från mindre honor. Vill man uppnå jämnare storleksförhållande i de framtida besättningarna kan man med fördel dela upp rommen i storleksklasser (till exempel liten, mellan och stor rom). För att mäta rommens storlek används Brofeldts skala (bilaga 1). Rom från honor i varje gruppering blandas samman innan den fördelas ut i respektive kläckback.

Kläckning sker vanligen vid ca 400–500 dygnsgrader. Efter kläckning är ynglen relativt inaktiva under tiden de förbrukar gulesäcken, under denna tid bör ynglen lämnas så ostörda som möjligt. Då ynglen nått 850–950 dygnsgrader blir de mera aktiva, det är i detta skede de simmar upp till ytan för att snappa luft och fylla simblåsan. Efter detta blir ynglen mera frisimmande, även om de har kvar en del av gulesäcken. Vattentemperaturen på hösten har vanligen mindre inverkan på rommens utveckling, däremot kan vattentemperaturen under våren i hög grad påverka hur kläckningsfasen och gulesäcksförbrukningen fortlöper. De angivna dygnsgraderna skall ses som riktlinjer, man bör vara medveten om att det förekommer variationer mellan lax och öring, men även mellan olika stammar.



Figur 8. Gulesäcksyngel i romlåda. Fotograf Daniel Axelsson.

Vanligen lägger man av säkerhetsskäl in ett visst överskott av rom i kläckeriet. Om romfasen fortlöper som den bör har man därför oftast ett visst överskott av rom/yngel under vårvintern. Finns det behov att reducera mängden rom/yngel bör detta ske så att en mindre mängd destrueras från varje enskild batch, destrueras hela batcher med rom/yngel kommer man att förlora genetisk bredd.

4.3 KLÄCKNING OCH UTTRANSPORT

De nykläckta ynglen är ömtåliga för hantering och bör därför endast i undantagsfall hanteras i någon större utsträckning. Då ynglen blivit frisimmande är det dags att flytta ut dem till startutfodringskaren. En del anläggningar har rom- och yngelbehållare som placeras i startutfodringskaren, ynglen kan då simma ut ur denna insats och ut i det större karet då de blir frisimmande. Om gulesäcksynglen hålls i traditionella rombackar är det dags att flytta ut ynglen då endast en mindre del av gulesäcken återstår, oftast ser man att gulesäcken snörps av baktill. Läger man ut ynglen i större bassänger innan de blivit frisimmande så för vattenströmmen dem enkelt mot utloppsgallret där de sugas fast.

Vattentemperaturen är vanligen 4–6°C då de första ynglen blir frisimmande, men detta kan variera mellan odlingar och även mellan år. Bäst resultat vid inmatning får man vid en vattentemperatur över 8°C och med ett optimum vid 10–12°C.

4.3.1 Tiaminbehandling

Vid M74-problematik kan det finnas behov att behandla de nykläckta ynglen med tiamin. Detta görs då genom tiaminbadning en gång i veckan fram till inmatning. Ett alternativ till tiaminbadning av yngel är att injicera honorna med tiamin cirka tre veckor innan kramning, rommen och ynglen kommer då att ha en högre halt tiamin med sig redan från start. Se även bilaga 2.

5 Bilagor

5.1 BILAGA 1: BROFELDTS SKALA

Tabell för bestämmande av rom per liter och strl. för lax, öring och röding upprättad efter P. Brofeldt																				
Liter	Antal rom per 25 cm																			
	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
0,1	330	360	390	420	450	480	520	560	600	640	680	730	780	830	880	940	990	1 060	1 120	1 190
0,2	660	720	780	840	900	960	1 040	1 120	1 200	1 280	1 360	1 460	1 560	1 660	1 760	1 880	1 980	2 120	2 240	2 380
0,3	990	1 080	1 170	1 260	1 350	1 440	1 560	1 680	1 800	1 920	2 040	2 190	2 340	2 490	2 640	2 820	2 970	3 180	3 360	3 570
0,4	1 320	1 440	1 560	1 680	1 800	1 920	2 080	2 240	2 400	2 560	2 720	2 920	3 120	3 320	3 520	3 760	3 960	4 240	4 480	4 760
0,5	1 650	1 800	1 950	2 100	2 250	2 400	2 600	2 800	3 000	3 200	3 400	3 650	3 900	4 150	4 400	4 700	4 950	5 300	5 600	5 950
0,6	1 980	2 160	2 340	2 520	2 700	2 880	3 120	3 360	3 600	3 840	4 080	4 380	4 680	4 980	5 280	5 640	5 940	6 360	6 720	7 140
0,7	2 310	2 520	2 730	2 940	3 150	3 360	3 640	3 920	4 200	4 480	4 760	5 110	5 460	5 810	6 160	6 580	6 930	7 420	7 840	8 330
0,8	2 640	2 880	3 120	3 360	3 600	3 840	4 160	4 480	4 800	5 120	5 440	5 840	6 240	6 640	7 040	7 520	7 920	8 480	8 960	9 520
0,9	2 970	3 240	3 510	3 780	4 050	4 320	4 680	5 040	5 400	5 760	6 120	6 570	7 020	7 470	7 920	8 460	8 910	9 540	10 080	10 710
1	3 300	3 600	3 900	4 200	4 500	4 800	5 200	5 600	6 000	6 400	6 800	7 300	7 800	8 300	8 800	9 400	9 900	10 600	11 200	11 900
1,1	3 630	3 960	4 290	4 620	4 950	5 280	5 720	6 160	6 600	7 040	7 480	8 030	8 580	9 130	9 680	10 340	10 890	11 660	12 320	13 090
1,2	3 960	4 320	4 680	5 040	5 400	5 760	6 240	6 720	7 200	7 680	8 160	8 760	9 360	9 960	10 560	11 280	11 880	12 720	13 440	14 280
1,3	4 290	4 680	5 070	5 460	5 850	6 240	6 760	7 280	7 800	8 320	8 840	9 490	10 140	10 790	11 440	12 220	12 870	13 780	14 560	15 470
1,4	4 620	5 040	5 460	5 880	6 300	6 720	7 280	7 840	8 400	8 960	9 520	10 220	10 920	11 620	12 320	13 160	13 860	14 840	15 680	16 660
1,5	4 950	5 400	5 850	6 300	6 750	7 200	7 800	8 400	9 000	9 600	10 200	10 950	11 700	12 450	13 200	14 100	14 850	15 900	16 800	17 850
1,6	5 280	5 760	6 240	6 720	7 200	7 680	8 320	8 960	9 600	10 240	10 880	11 680	12 480	13 280	14 080	15 040	15 840	16 960	17 920	19 040
1,7	5 610	6 120	6 630	7 140	7 650	8 160	8 840	9 520	10 200	10 880	11 560	12 410	13 260	14 110	14 960	15 980	16 830	18 020	19 040	20 230
1,8	5 940	6 480	7 020	7 560	8 100	8 640	9 360	10 080	10 800	11 520	12 240	13 140	14 040	14 940	15 840	16 920	17 820	19 080	20 160	21 420
1,9	6 270	6 840	7 410	7 980	8 550	9 120	9 880	10 640	11 400	12 160	12 920	13 870	14 820	15 770	16 720	17 860	18 810	20 140	21 280	22 610
2	6 600	7 200	7 800	8 400	9 000	9 600	10 400	11 200	12 000	12 800	13 600	14 600	15 600	16 600	17 600	18 800	19 800	21 200	22 400	23 800
2,1	6 930	7 560	8 190	8 820	9 450	10 080	10 920	11 760	12 600	13 440	14 280	15 330	16 380	17 430	18 480	19 740	20 790	22 260	23 520	24 990
2,2	7 260	7 920	8 580	9 240	9 900	10 560	11 440	12 320	13 200	14 080	14 960	16 060	17 160	18 260	19 360	20 680	21 780	23 320	24 640	26 180
2,3	7 590	8 280	8 970	9 660	10 350	11 040	11 960	12 880	13 800	14 720	15 640	16 790	17 940	19 090	20 240	21 620	22 770	24 380	25 760	27 370
2,4	7 920	8 640	9 360	10 080	10 800	11 520	12 480	13 440	14 400	15 360	16 320	17 520	18 720	19 920	21 120	22 560	23 760	25 440	26 880	28 560
2,5	8 250	9 000	9 750	10 500	11 250	12 000	13 000	14 000	15 000	16 000	17 000	18 250	19 500	20 750	22 000	23 500	24 750	26 500	28 000	29 750
2,6	8 580	9 360	10 140	10 920	11 700	12 480	13 520	14 560	15 600	16 640	17 680	18 980	20 280	21 580	22 880	24 440	25 740	27 560	29 120	30 940
2,7	8 910	9 720	10 530	11 340	12 150	12 960	14 040	15 120	16 200	17 280	18 360	19 710	21 060	22 410	23 760	25 380	26 730	28 620	30 240	32 130
2,8	9 240	10 080	10 920	11 760	12 600	13 440	14 560	15 680	16 800	17 920	19 040	20 440	21 840	23 240	24 640	26 320	27 720	29 680	31 360	33 320
2,9	9 570	10 440	11 310	12 180	13 050	13 920	15 080	16 240	17 400	18 560	19 720	21 170	22 620	24 070	25 520	27 260	28 710	30 740	32 480	34 510
3	9 900	10 800	11 700	12 600	13 500	14 400	15 600	16 800	18 000	19 200	20 400	21 900	23 400	24 900	26 400	28 200	29 700	31 800	33 600	35 700
3,1	10 230	11 160	12 090	13 020	13 950	14 880	16 120	17 360	18 600	19 840	21 080	22 630	24 180	25 730	27 280	29 140	30 690	32 860	34 720	36 890
3,2	10 560	11 520	12 480	13 440	14 400	15 360	16 640	17 920	19 200	20 480	21 760	23 360	24 960	26 560	28 160	30 080	31 680	33 920	35 840	38 080
3,3	10 890	11 880	12 870	13 860	14 850	15 840	17 160	18 480	19 800	21 120	22 440	24 090	25 740	27 390	29 040	31 020	32 670	34 980	36 960	39 270
3,4	11 220	12 240	13 260	14 280	15 300	16 320	17 680	19 040	20 400	21 760	23 120	24 820	26 520	28 220	29 920	31 960	33 660	36 040	38 080	40 460
3,5	11 550	12 600	13 650	14 700	15 750	16 800	18 200	19 600	21 000	22 400	23 800	25 550	27 300	29 050	30 800	32 900	34 650	37 100	39 200	41 650
3,6	11 880	12 960	14 040	15 120	16 200	17 280	18 720	20 160	21 600	23 040	24 480	26 280	28 080	29 880	31 680	33 840	35 640	38 160	40 320	42 840
3,7	12 210	13 320	14 430	15 540	16 650	17 760	19 240	20 720	22 200	23 680	25 160	27 010	28 860	30 710	32 560	34 780	36 630	39 220	41 440	44 030
3,8	12 540	13 680	14 820	15 960	17 100	18 240	19 760	21 280	22 800	24 320	25 840	27 740	29 640	31 540	33 440	35 720	37 620	40 280	42 560	45 220
3,9	12 870	14 040	15 210	16 380	17 550	18 720	20 280	21 840	23 400	24 960	26 520	28 470	30 420	32 370	34 320	36 660	38 610	41 340	43 680	46 410
4	13 200	14 400	15 600	16 800	18 000	19 200	20 800	22 400	24 000	25 600	27 200	29 200	31 200	33 200	35 200	37 600	39 600	42 400	44 800	47 600

5.2 BILAGA 2: UPPGIFTER OM INSAMLINGSMETODIK FÖR M74 SAMT TIAMINBEHANDLINGSTEKNIK OCH BEDÖMNING AV METODERNA

Bergeforsens laxodling vid Indalsälven har den tidsmässigt längsta registrerade serien av M74 i Norden. Symtomet upptäcktes och namngavs där 1974. Från kläckårgång 1985 tillkom M74 registrering vid tre ytterligare laxodlingar nämligen från Mörrumsån, Dalälven och Umeälven och från 1992 från ytterligare fem älvar, Ljusnan, Ljungan, Ångermanälven, Skellefteälven och Luleälven. Totalt ingick uppgifter från nio svenska odlade laxstammar. Som mest ingick romkullar från ca 1200 honor per år under åren 1994 till 1997. I dagsläget har antalet årliga romkullar sjunkit till ca 750 samtidigt som två laxstammar fallit bort, från Mörrumsån och från Ljungan.

I Finland finns uppgifter om M74 för Simojoki sedan kläckårgång 1992. Idag registreras M74 från tre finska laxstammar i Bottenviken, en odlad och två vilda, och en vild från Finska viken.

1995 gjordes upptäckten att M74 orsakades av brist på tiamin, vitamin B1. Därigenom framstod orsaken bakom M74 ynglens beteende och balansrubningarna hos avelsfisken ("vinglare") i ett klarare ljus. Det hade redan tidigare visat sig att rom från honor som uppvisade vingelbeteende samtliga gav yngel som drabbades av M74 till 100%. Däremot vet man fortfarande inte vad som ligger bakom denna brist på vitamin B1, ett vitamin som laxen måste få i sig via födan.

Behovet av M74 statistik

Som nämnts ovan vet man inte den primära orsaken bakom M74 som drabbar Östersjöns laxstammar. Även vissa havsöringsstammar bland annat i Dalälven, Åvaån och i något enstaka fall Umeälven är eller har varit drabbade. Man kan dock på goda grunder hävda att M74 beror på ekologiska störningar i Östersjön vilket är viktigt att ha en angelägen biologisk markör för.

Att en art som laxen, som anpassat sig till Östersjöns ekosystem och födodjur i nästan 10 000 år, plötsligt drabbas av allvarliga reproduktionsstörningar är ett tillräckligt motiv för att föra och samla in M74 statistik. Att behålla en tidsserie som samlats in genom kraftindustrins kompensationsodlingar är en värdefull miljöinsats. Ansvar är egentligen en samhällsangelägenhet och det är framför allt Fiskeriverket som använder materialet i internationella förhandlingar om fiskekvoter och bevarandeåtgärder för Östersjöns laxstammar. Fiskeriverket bidrar också med värdefullt material från Dalälven men enbart Dalälvens laxstam ger för litet underlag för att ge den säkerhet i siffermaterialet som erhålls om samtliga sju kompensationsodlade laxstammar deltar.

Värdet av en säker tidsserie över M74 kan inte överskattas när det gäller möjligheten att ta fram riktlinjer för hur de vilda laxstammarna skall skötas nu och i framtiden. Under FiRe projektet 1993–1997 gjordes undersökningar som på ett övertygande sätt visade att de vilda laxstammarna var lika hårt drabbade av M74 som de odlade.

Det finns också ett värde för de enskilda laxodlingarna att ha en kontroll och tidsserie för den egna laxstammen dels då variationen mellan de olika stammarna är ganska stor och dels för att ha en uppfattning om M74 trenden för den egna stammen. De odlingar som avstår från tiaminbehandling av drabbade kullar utan istället kasserar dessa får genom en egen tidsserie för M74 en säkrare uppfattning om det egna behovet. Mängden avelsfisk som behövs för åläggandet blir för dessa odlingar större och osäkrare om möjligheten att behandla med tiamin inte är aktuell. En bra egen tidsserie ger ett bättre underlag för att bedöma behovet.

Olika strategier för att motverka M74

Alltsedan 1995 då upptäckten att M74-dödligheten orsakades av brist på tiamin hos gulesäcksynglen, har olika behandlingsmetoder för att tillföra vitaminet testats. Minst sex olika strategier att hantera M74 har testats varav fem bygger på olika sätt att tillsätta tiamin. Inga heltäckande utvärderingar har gjorts av de olika strategierna som kortfattat beskrivs nedan med några kommentarer.

1. Tillräckligt med lax kramas för att kunna kassera alla kullar som drabbas av M74. Ingen tiaminbehandling sätts in utan man låter naturen ha sin egen gång och eventuella genetiska selektionsmekanismer tillåts verka. Denna strategi används för två laxstammar vid två odlingar. Inga effekter har kunnat märkas vare sig på frekvenserna av M74 eller på återfångst/återvandring. Riktade undersökningar har dock ej utförts.
2. Samtliga kullar av gulesäcksyngel tiaminbehandlas en till två gånger per vecka från kläckning tills de är matningsfärdiga, vilket brukar innebära fyra till åtta behandlingar. Strategin används för två laxstammar vid två odlingar. Orsaken är att man misstänker att Östersjölaxen generellt sett lever under en latent bristsituation av tiamin varför åtgärden sätts in i förebyggande syfte. Inga effekter har kunnat märkas på frekvenserna av M74 eller återfångst/återvandring, möjligen kan en svagt fallande trend avseende M74 märkas vid en odling.
3. Gulesäcksyngel som visar tecken på M74 behandlas vid behov med tiamin. En viss låg frekvens med små missbildningar i ryggraden (sammanväxningar och krökningar) har observerats. Dessa effekter har försvunnit sedan man gått över till tiamin i form av ett salt istället för syraformen. Syraformen gav en sur "badningslösning" med ett pH runt 3,5 men används inte längre. Detta tillvägagångssätt har mer eller mindre regelbundet använts för fyra olika laxstammar.
4. I undersökningssyfte prövades en metod att tillsätta tiamin vid befruktningen i samband med hårdningen av rommen för att försöka garantera att tiaminbrist inte uppstår under embryonalutvecklingen. Metoden fungerade väl men var arbetskrävande och omständlig varför mer omfattande studier inte gjorts och metoden kom aldrig i praktiskt bruk. Metoden kontrollerades genom studier av överlevnad och tiaminanalyser i rom och yngel.

5. En annan metod att tillsätta tiamin till rommen testades, av samma anledning som för punkt 4 ovan, där tiaminbehandlingen skedde under ögonpunktsstadiet då rommen är lätt att hantera. Ingen effekt på tiaminhalten i rom/ynge eller på M74 kunde registreras. Metoden testades på samma sätt som i punkt 4.
6. Försök med att injicera laxhonor med tiamin två till tre veckor innan ovulering har visat sig vara en verksam metod. Rommens tiaminhalt kan öka fem till tio gånger och risk för tiaminbrist under embryonal- eller yngelutvecklingen föreligger aldrig. Upptaget i rommen är dos- och tidsberoende. Metoden är användbar även på vilda laxhonor om de kan fångas på sin lekvandring upp i älven. Tekniken är snabb och enkel. Begränsade märkningsförsök med avkomma från tiaminsprutade laxhonor har visat att återfångsten inte påverkats.

Förslag till metod för eventuell behandling med tiamin

Av genomgången ovan framgår att den bästa metoden är att injicera avelshonorna med tiamin två till tre veckor före beräknad kramning, punkt 6 ovan. Detta är förmodligen svårt att genomföra i dagsläget av två skäl. Dels är det svårt/omöjligt att få tag i lämplig tiaminlösning för injektion, dels krävs det tillstånd/utbildning för att få injicera fisken.

Den kostnads- och arbetsmässigt billigaste och enklaste metoden är enligt punkt 3 ovan, att behandla vid behov. Bada ynglen i en tiaminlösning som är gjord av tiaminsaltet och lös 1 gram tiamin per liter vatten vilket ger 1000 ppm. Bada ynglen i en timme och var noga med att syrebrist inte uppstår. Badningen sätts in så fort som första tecknet på M74 uppträder. Vid behov upprepas behandlingen. Upptaget i ynglen är, som nämnts ovan, dos- och tidsberoende och vid behov av upprepade behandlingar är det bättre att dubblera dosen än att öka tiden. 2000 ppm går alltså bra att använda vilket betyder 2 gram tiamin per liter vatten. Avsluta behandlingen med tiamin ca 2 dagar innan ynglen skall börja matas in. Yngel med god tiaminstatus är mycket lätta att starta.

Denna behandling är nästan lika effektiv som den under punkt 2 ovan men betydligt mindre arbetskrävande och förbrukningen av tiamin blir betydligt lägre.

Riktlinjer till modell för M74 bestämning

Som nämnts är det av stort värde att samla in uppgifter om M74 förekomsten hos Östersjölaxen. Detta är en arbetsam och ibland kostsam uppgift samtidigt som det är angeläget att den använda metodiken är sådan att resultaten blir jämförbara över åren och mellan odlingarna.

Följande synpunkter är tänkta att peka på de viktigaste momenten för att resultaten skall bli jämförbara.

I de fall då tiaminbehandling aldrig förekommer behövs inga åtgärder för att få fram M74 förekomsten såvida man kan hålla romkullarna separerade tills ynglen är inmatade och journal förs. Detta kräver tillgång till ett betydande antal starttråg och ger en del merarbete i samband med inmatningen.

Med en *prognoskläckning* eller *referenskläckning* underlättas och rationaliseras detta moment och man har dessutom möjlighet att sätta in tiaminbehandling utan att för den skull missa M74 förekomsten.

Med *prognoskläckning* menas att man från varje romkull lägger in ett stickprov om 2–300 romkorn som får utvecklas vid en förhöjd temperatur (7–9°C) så att utvecklingen sker ett par månader före den i huvudromlådan. Man har då möjlighet att kassera oönskade romkullar och sätta samman besättningar som passar för den aktuella odlingen. Prognoskläckning kräver dock betydande kostnader för att värma vattnet och för skötsel.

Ett alternativ till denna metod är s.k. *referenskläckning* då ett liknande stickprov som vid prognoskläckningen tas ut från rommen i samband med inläggningen eller vid ögonpunktsstadiet. Romprovet får sedan utvecklas parallellt och vid samma temperatur som rommen i huvudlådan. Detta kräver också skötsel och tillsyn men kostnader för varmvatten uteblir.

Normalt brukar inte den rom som används för prognos- eller referenskläckningen behövas för den fortsatta odlingen varför man kan låta ynglen gå till 450–500 dygnsgrader efter kläckning och därefter kasseras. Genom denna utsträckning i tid av prognosen får man också med så kallade "sena M74:or". Om metoden med referenskläckning används kan ynglen få gå tills det behållna odlingsmaterialet är inmatat. En fördel med referenskläckningen är att ynglen få utvecklas under mer naturliga temperaturförhållanden.

Tabell 1. Översikt för hur M74 hanteras i svenska odlingar.

Älv	Avelsfisk	Kläckeri	Behandlingsmetod med tiamin	Tillvägagångssätt			Anm.
				prognos	referens	d°C ef. kläckn.	
Luleälven	Boden	Heden	aldrig ¹⁾	X		~500 d°C	¹⁾ M74 kullar kasseras
Skellefteälven	Kvistforsen	Kvistforsen	vid behov		X	300-500 d°C ¹⁾	¹⁾ tills inmatningen är klar
Umeälven	Norrfors	Norrfors	2 ggr per vecka ²⁾		X	~500 d°C	²⁾ tills inmatningen börjar
		Långsele	vid behov		i romlådan		
Ängemanälven	Sollefteå	Forsmo	aldrig ³⁾		i romlådan		ger säker info om M74 i Ä-älven (Forsmo)
Indalsälven	Bergeforsen	Bergeforsen	vid behov ³⁾		i romlådan		³⁾ både i romlåda och starttråg
Ljungan	Viforsen	Galtström					upphört från 2003. Vildlaxälv?
Ljusnan	Ljusnefors	Ljusne Strömmar	1 g. 3 d. ef. kläckn. ⁴⁾		X	till startutfodring	⁴⁾ även i starttråg vid behov
		Älvkarleby	vid behov	X ⁵⁾		~500 d°C	⁵⁾ prognos även för Västana
Dalälven	Laxön	Västana	vid behov ⁶⁾				⁶⁾ som regel kastas M74 kullar
Mörumsån	Mörum	Mörum					upphört från 1997. Vildlaxälv?

HBn

2008-04-10

5.3 BILAGA 3: BEFRUKTNING MED SALTÖSNING

För att genomföra befruktning med saltlösning används ett livsmedelssalt (natriumklorid) utan jod. Man bereder en saltlösning på 0,9 % (fysiologisk saltlösning). Ingen svällning av rommen sker när man använder saltlösning vid befruktning förrän man tillsätter färskvatten, likt torrbefruktning. Man kan med fördel låta rommen svälla i kläckerierna.

Det är viktigt att saltet är väl upplöst hela tiden lösningen används till befruktning. Om man använder metoden ofta kan det vara lämpligt att bygga en särskild station där lösningen pumpas runt och där lösningen tappas för användning.

Sköljbord för saltlösningssmetoden

Det är inte nödvändigt att använda saltlösningen vid själv befruktningstillfället om rommen har mycket ovarievätska med från kramning och är ren. Upplevs rommen som "torr" kan man hålla på saltlösning i kärlet tills rommen är precis täckt med lösning. Behövs rommen sköljas från blod och skal så gör man det med saltlösningen och därefter täckes rommen upp, det är dock inget som ska behövas om honorna har hanterats väl.

Befrukta rommen genom att slå i mjölke från 1 hane i kärlet med rom från 1 hona, allt under försiktig omrörning. Rommen skall stå i 2–3 minuter varefter överskottet av mjölke sköljs bort med saltlösning. Efter sköljningen täcks rommen med saltlösning fram tills inläggning i kläckerier. Man kan i detta steg använda ett durkslag för att skölja rommen för att minska mängden saltlösning som går åt och för att göra det skonsamt för rommen. En kastrull med durkslag fungerar bra att använda då det underlättar de flesta steg vid användning av saltlösningssmetoden. Om man kramar rommen i samma kastrull är det bra att göra det utan durkslaget och införa det när sköljning påbörjas, detta för att rommen inte ska bli dränerad på ovarievätska.

Ska rommen desinficeras osvälld innan inläggning i kläckerier görs det med buffodine uppblandat i saltlösning. Använder man durkslag kan man lyfta i hela durkslaget med rom i buffodine lösningen. Efter desinficering läggs rommen in i kläckeriet där den får svälla ostört.

Daniel Axelsson

AVEL OCH GENETIK INOM KOMPENSATIONSODLING Avel och genetik inom kompensationsodling

Arbetet med avel och genetik utgör grunden för verksamheten kring kompensationsodlingar. Sedan kompensationsodlingen av fisk startade i mitten på 1900-talet har den utplanterade fisken gått från att främst vara en ätbar resurs till att också bli en viktig del i förvaltningen av våra svenska lax- och öringsstammar.

Det pågår nu ett arbete med att ta fram en handbok med riktlinjer för energibranschens kompensationsodlingar, där det här är det första kapitlet som behandlar avel och genetik. Handboken ska också innehålla strategier i avelsarbetet, hantering och behandling i fiskodlingen, utplantering och uppföljning av arbetet.

Verksamheten kring kompensationsodling förändras och anpassas när kunskap tillkommer och förutsättningar förändras i takt med att omvärldens krav ökar. Handboken ska öka kvaliteten på den utplanterade fisken och minska risken för oavsiktlig och omedveten negativ påverkan på fiskstammarnas långsiktiga livskraft och kvalitet.

Ett nytt steg i energiforskningen

Energiforsk är en forsknings- och kunskapsorganisation som samlar stora delar av svensk forskning och utveckling om energi. Målet är att öka effektivitet och nyttiggörande av resultat inför framtida utmaningar inom energiområdet. Vi verkar inom ett antal forskningsområden, och tar fram kunskap om resurseffektiv energi i ett helhetsperspektiv – från källan, via omvandling och överföring till användning av energin. www.energiforsk.se