



Riskbedömning av slakt av odlad fisk i Sverige

Projekt: 31-4568/11

Rapporten sammanställd av:

Anders Kiessling, Jan Hultgren, Andreas Pettersson och Eva Brännäs

Projektmedlemmar (alfabetiskt): Mikael Axelsson, Tobias Backström, Eva Brännäs, Pontus Elvingsson, Albin Gräns, Anders Hellström, Jan Hultgren, Anders Kiessling, Bengt Larsson, Andreas Pettersson, Erik Sandblom, Ulf-Peter Wichardt

Sammanfattning

Summary: Risk evaluation of slaughter of farmed fish in Sweden

Aquaculture is the fastest growing food producing sector worldwide and soon every second fish consumed will be farmed-raised. By this, fish is our most common production animal. In recent years awareness has grown among all parties for the need to secure the welfare of fish. A challenge is ethical methods to handle and kill fish. EFSA (European Food Safety Authority) concluded in their report (2009) that each fish species must be treated separately as difference between species vary hugely and that scientific knowledge in many cases are scarce. Furthermore, farming conditions in Sweden do vary from salmon in Norway and continental portion size trout farming in such a way that separate rules adapted to Swedish condition is warranted. This report includes a description of Swedish condition and a risk analysis based on new research conducted on the presently dominant species, rainbow trout and Arctic charr, in Swedish aquaculture. Experimental work has been conducted in close collaboration with project; "Formas 2009 1667, Welfare of fish in production, research and as sport fish". The report separates between towing of cages to dock, crowding before netting or pumping, transport from holding facility (most often a cage) to stunning, stunning, gill or throat cut, bleeding and evisceration or transport to slaughter house for evisceration. In Sweden nearly all stunning and bleeding takes place at the farm before transport to a slaughter house by road and in ice slurry. As the industry grows we expect to see more and more local slaughterhouses, but at present transport tends to be long distance. The risk analysis was in parity with the one delivered by EFSA (2009) semi quantitative, but here complemented with resent and thereby more substantial scientific knowledge base in relation to the physiological stress response when exposed to different hazards. A major problem with fish is lack of varied and quantitative behavioral responses to different handling procedures. The complementing research conducted in the present report therefore focus physiological stress variables. The risk assessment revealed that there is a major interdependence between different hazards. I.e. a bad condition in one step will spill over into next step. E.g. stress at towing will decrease the threshold for stress in crowding. The most severe "spill over" effect was seen between insufficient stunning and risk of regaining consciousness during bleeding and thereby also during evisceration or ice slurry transport. Bleeding was therefore associated with highest risk for reduced welfare. Stunning by CO₂ was the stunning method associated with highest risk for welfare. An integrated parallel project was therefore instigated aimed at testing alternative systems at commercial setting. This project is partly financed by the EFF (European Fisheries Fund) and by the present project. This project is now ongoing and scheduled to be reported during late 2013 and early 2014. Contact with air, especially at low temperatures also constitutes a major risk factor, while effects of crowding, netting, pumping, towing, holding all may be efficiently mitigated by increased awareness and more strict protocols. Some kind of compulsory education of personal handling the fish is therefore strongly recommended. The overall conclusion based on the risk assessment is that a replacement of present stunning technology by already developed alternative methods alone has the potential to reduce the risk by over a third. Air exposure and more diffuse risks could be mitigated by an increased awareness, combined with more strict handling protocols. Example of possible recommendations for such protocol is given, but should at this stage only be regarded as a base for discussion.

Sammanfattning: Riskbedömning av slakt av odlad fisk i Sverige.

Odlad fisk är världens snabbast ökande livsmedelssektor och snart kommer mer än varannan fisk vi äter vara odlad. Det betyder att fisk idag är jordens vanligaste produktionsdjur. I och med att människans nyttjande av fisk ökar så växer också medvetenheten om att vi som människor har ett etiskt ansvar men också att ökad välfärd kan ge ekonomiska produktionsfördelar. Med andra ord behovet att förstå fiskens välfärd ökar. Fiskens avsaknad av mimik, vokal (ljudalstrande) förmåga och begränsade beteende repertoar utgör ett problem eftersom det gör det svårt att anpassa

forskningsmetoder för välfärdsstudier från våra andra produktionsdjur, där arbetet med djurvälstånd har kommit längre än hos fisk. Många fiskars enda möjliga beteende när den utsätts för hot och stress är flykt vilket gör att vi som betraktare får svårt att avgöra om fisken upplever något som lite stressande eller mycket farligt. Vi har i detta arbete fokuserat studier av fiskens fysiologiska respons vilket i varierande grad ger tillgång till kontinuerliga mätningar av fiskens stressfysiologi och möjlighet till blodprovstagning för stresshormoner vilka på ett betydligt bättre sätt ger oss en uppfattning om en fisks upplevelse av olika behandlingar/upplevelser. Den enskilt mest stressutsatta situationen för fisk exemplifieras kanske bäst i slaktprocessens olika moment, där fisken förflyttas, trängs, pumpas/håvas (mekanisk påverkan), bedövas, strupskärs och slutligen rensas. Att minimera stress vid dessa olika moment, liksom att garantera att fisken avlivs snabbt, smärtfritt och effektivt, är från en etisk synpunkt viktigt. Detta med tanke på hur enormt många individer som ingår i dagens fiskodling och därmed utsätts för denna slutgiltiga process. EFSA (European Food Safety Authority) slog fast i sin rapport från 2009 att olika arter av fisk måste få sitt eget regelverk då behoven kan skilja markant mellan olika arter. EFSA konstaterade också att vetenskapliga kunskapsbasen relevant för välfärd och slakt behöver förbättras. Detta i kombination med att fiskodling och slakt av fisk i Sverige skiljer sig på avgörande punkter jämfört med t.ex. Norsk laxodling och den damodling av portionsregnbåge som bedrivs på kontinenten är anledningen till dels behov att utföra en riskanalys för slakt av odlad fisk i Sverige, dels att kompletterad befintlig litteratur med kontrollerade experimentella studier av olika slaktmoment för de idag dominerande arterna i svenskt vattenbruk, regnbåge och röding. Arbetet med stress studier har utförts i nära samarbete med Formas projekt 2009 1667, "Fiskens välfärd i produktion, försök och som sportfisk. I rapporten delas riskanalysen upp i bogsering av kasse till kaj, väntan, trängning, transport (håvning/pumpning) till bedövning, bedövning, strup-/gäl- skärning, avblodning och rensning respektive vägtransport till rensning i isvatten. I Sverige sker nästan all avlivning och avblodning av fisk vid odlingen för att sen vidaretransporteras i isvatten med lastbil till ett centralt slakteri. Dock finns redan idag odlingar där slakteriet har placerats vid odlingen. Detta är något vi förväntar oss kommer öka i och med att näringen växer. Riskanalysen var, trots ett jämfört med EFSA:s rapport 2009 bättre vetenskapligt underlag, semi kvantitativ. Det vill säga att den tillåter relativa jämförelser mellan olika moment och slaktmetoder, men värdena kan inte betraktas som absoluta. Riskanalysen visade ett starkt samband mellan olika moment i slakten och att stress i ett moment kan ha en stark påverkan på nästa steg. Till exempel kan stress under bogsering resultera i en lägre stresströskel vid trängning. En ofullständig bedövning i kombination med ofullständig strup-/gäl- skärning är ett mer graverande exempel där ett misstag under dessa moment markant ökar risken för att fisken skall vakna under avblodningen och därmed avlivs antingen genom rensning om slakteriet ligger i direkt anslutning till odlingen, eller genom kvävning om fisken transporteras till slakteriet i isvatten. Avblodning utgjorde därför den enskilt största risken för dålig välfärd under slakt. Koldioxid var den bedövningssystemet med störst risk att ge sänkt välfärd hos fisken. Bara genom att byta bedövningssystem från koldioxid till redan befintliga alternativa system kunde den totala risken minskas med en tredjedel. I detta projekt ingick inte att utvärdera alternativa system praktiskt. Extra medel söktes därför från Europeiska Fiskeri Fonden (EFF) 2012. Resultat från denna beräknas att vara klara första halvåret 2014, men preliminära resultat bör vara tillgängligt redan i slutet av 2013. Luftexponering och då speciellt vid låga temperaturer utgör också en stor riskfaktor och bör därför minimeras. Riskfaktorer under bogsering, väntan och håvning/pumpning bedöms däremot att till stor del kunna motverkas med ökad kunskap och bättre kontrollrutiner. Någon typ av utbildningskrav för skötare och ansvariga bör därför införas. Den sammanfattande konklusionen från analysen är att den nuvarande dominerande

bedövningstekniken med koldioxid bör bytas ut mot alternativa bedövningsmetoder. Likaså bör graden av automatisering såväl vid bedövning som vid avblodning öka med mängd fisk som ska slaktas vid ett och samma tillfälle. Risker vid övriga moment bör kunna motverkas genom metoder som minimerar luftexponering, förbättrade kontroll rutiner och ökad kunskap hos personal och därmed förståelse för vilka faktorer som påverkar fiskens välfärd. Håvning med vatten är ett sådant exempel, eller att håva mindre antal fisk per gång. Innförande av förbättrad metodik/metoder torde också kunna ge andra fördelar då det är väl känt att stress vid slakt kan påverka fiskens slutkvalitet som livsmedel. I texten ges exempel på möjliga rutiner och förbättringar, men dessa skall i detta skede enbart betraktas som underlag för en vidare diskussion.

Innehåll	
Sammanfattning	2
<i>Engelska</i>	2
<i>Svenska</i>	2
Bakgrund	6
Syfte och genomförande	7
<i>Delprojekt Välfärdsaspekter vid slakt av fisk</i>	8
<i>Genomförande:</i>	8
<i>Delprojekt Konstruktion och test av en svensk prototyp för fiskslakt</i>	9
<i>Genomförande:</i>	10
<i>Delprojekt Rekommendationer</i>	10
<i>Genomförande:</i>	10
Svensk matfiskodling av laxfisk	11
<i>Företag och volymer</i>	11
<i>Produktionssätt</i>	11
Slaktprocessen, resultat och diskussion	11
<i>Svält</i>	12
<i>Transport till och förvaring vid kaj</i>	13
<i>Trängning</i>	14
<i>Överföring till bedövning</i>	14
<i>Bedövning</i>	15
<i>Avblodning</i>	18
<i>Urtagning på plats eller transport till slakteri</i>	19
Riskbedömning av djurvälstånd	19
<i>Metodval och antaganden</i>	19
<i>Faror</i>	20
<i>Slaktsystem</i>	21
<i>Osäkerhet och variabilitet</i>	21
<i>Riskberäkning och scenarier</i>	21
<i>Expertbedömning</i>	22
<i>Känslighetsanalys</i>	22
<i>Resultat</i>	23
<i>Diskussion</i>	24
Slutsatser och rekommendationer	25
<i>Generella rekommendationer baserade på riskbedömningen</i>	25
<i>Exempel på möjliga specifika rekommendationer</i>	25
<i>Svält innan slakt</i>	25
<i>Transport till kaj</i>	25
<i>Trängning</i>	26
<i>Överföring till bedövning</i>	26
<i>Bedövning</i>	26
<i>Avblodning</i>	26
<i>Urtagning / transport till slakteri</i>	26
Tack	27

Bilagor

1. Referenser
2. Bilder som illustrerar olika moment och olika slaktsystem.
3. Tabeller och figurer till avsnittet riskanalys
4. Sammanfattning på engelska av fysiologiska studier vid GU
5. En mer heltäckande publikations och presentationslista med olika grad av anknytning till detta projekt.

Bakgrund

Den europeiska lagstiftningen syftar till att minimera djurens lidande genom att använda väl utprovade metoder vid slakt. Det första myndighetsdirektivet 74/577/EC om avlivning av djur före slakt ersattes 1993 med myndighetsdirektivet 93/119/EEC som täcker in flera djurarter och typer av slakt. FAWC (Farm Animal Welfare Council) publicerade en rad rekommendationer för slakt av lax och regnbåge i sin rapport 1996, som till stora delar är tillämplig också idag. Dock är det uppenbart att dessa rekommendationer är mer baserade på "beprövad erfarenhet" än vetenskapliga data.

Att kunskapsläget var lågt för fisk, samtidigt som fisk ska omfattas av samma skydd som övriga produktionsdjur slogs fast av EFSA (European Food Safety Authority) i sin rapport om bedövning innan avlivning för produktionsdjur (EFSA, 2004). Som svar på detta har kommissionen bett EFSA om förbättrat beslutsunderlag för odlad fisk både för odlingsdelen (EFSA, 2008) och för slakt (se nedan). EFSA fick 2008 i uppdrag (Question No. EFSA-Q-2008-708) att sammanställa kunskapsläget och utifrån känd kunskap och beprövad erfarenhet utforma rekommendationer till kommissionen för att säkra odlad fisks välfärd vid slakt. EFSA svarade 2009 med en så kallad "Scientific Opinion" (EFSA, 2009) som bestod av en rad rapporter publicerade i EFSA:s egen tidskrift (EFSA, 2009a-c). Den första delrapporten (EFSA, 2009a) behandlade fiskens fysiologi och perception med fokus på dess möjligheter att uppleva stress och smärta, eftersom fiskens förmåga att tolka och reagera på stress och dess nociception utifrån ett välfärdsperspektiv har ifrågasatts utifrån dess anatomi och struktur i hjärnans högre centra (Rose, 2002, 2007; EFSA, 2009a; Jalmlöv, 2011). Vidare konkluderade EFSA utifrån sina tidigare arbeten (EFSA, 2004, 2008) att detta arbete måste göras separat för varje enskild art. Detta då all erfarenhet visar på att variationen mellan olika fiskarter till och med kan vara större än mellan fisk och däggdjur. Med andra ord representerar djurgruppen fisk mer än 30 000 identifierade arter, från herbivorer till karnivorer och anpassade till så skilda miljöer som tryck från 1 atmosfär vid vattenytan till 800 atmosfärer i djuphavsgravarna, temperaturer från under fryspunkten i polarhaven till över 30-40 °C i varma källor. EFSA utarbetade rekommendationer för de vanligaste odlingsarterna i Europa. De för Sverige mest relevanta är råden för regnbåge och för lax, vilka sändes till kommissionen i mars 2009 (se ovan).

I Sverige finns praktiska råd formulerade inom näringen (VRF¹:s "Code of conduct"), i Fiskhälsans rekommendationer och inom regelverket för KRAV-odlad fisk. Även Livsmedelsverket berör frågorna, dock i huvudsak ur livsmedelshygieniskt perspektiv. EFSA har i sina rapporter (2009) till kommissionen uttalat att mekanisk samt elektrisk bedövning är metoder som rätt applicerade kan anses användbara. Man påpekar också att koldioxid upplevs som aversivt av fisk och att det orsakar onödigt lidande i samband med slakt. Likaså att hastig nerkylning inte är förenlig med god djurvälstånd eller godtagbart som bedövningsmetod innan avlivning. I denna serie av rapporter redogör man också för lämpliga avlivningsmetoder för fisk både som mat och försöksdjur (EFSA, 2009b, 2009c). Dock understryker man att resultaten och den riskbedömning man använt enbart är semikvantitativa eftersom man till absolut största delen har tvingats använda experters omdömen och erfarenhet på grund av att relevanta referegranskade vetenskapliga rapporter saknas. Den vetenskapliga litteraturen inom området kan beskrivas som ofullständig och fragmenterad. Till del kan detta skyllas på avsaknad av lämplig metodik för kvantitativ bedömning av enskilda stressorer, men också på att området inte erhållit tillräckliga forskningsmedel i jämförelse med projekt rörande landlevande djur.

I framtagandet av EU-gemensamma regler är det viktigt att dessa är realistiska för svenska förhållanden både vad beträffar produktionsekonomi och arbetsmiljö, men utan att ge avkall på välfärden hos fisk som odlas. Fiskodlingen i Sverige bedrivs under helt andra förhållanden än på andra håll inom EU och i Norge. I Norge, som idag kan betraktas som ledande på området, finns en

¹ VRF; Vattenbrukarnas Riksförbund.

rad stora företag med väl utvecklad struktur och logistik för slakt och beredning av fiskprodukter. I Sverige utvecklas i många fall fiskodlingen inom jämförelsevis små företag. Mycket aktuellt just nu är specialiserad kassodling i kallvatten av regnbåge och röding, främst i kraftverksmagasin i Sveriges nordliga län. Sådan verksamhet bedrivs av små och medelstora företag där slakten sker året runt i glesbygd och under vinterhalvåret under extrema väderförhållanden. På grund av de stora avstånden mellan relativt sett små enheter (vardera 100-3000 ton årlig produktion) sker avlivning och blödning vid odlingen medan själva slakten sker på centrala anläggningar dit fisken transporteras i isvatten på bil. Transporten kan variera från ca tre timmar till ett och ett halvt dygn. Realistiska regler för en ur djurskyddssynvinkel acceptabel nivå måste därför utvecklas utifrån detta perspektiv, vilket tydligt skiljer sig både ifrån den norska situationen för lax och ifrån den som dominerar den kontinentala regnbågsodlingen.

I ett tidigare projekt finansierat av Djurskyddsmyndigheten sammanställdes befintliga slaktmetoder utifrån perspektivet slaktteknik och djurvälstånd och en projektplan formulerades för att utveckla en etisk fiskslakt (Brännäs et al., 2007). Myndigheten utvecklades efter projektets första år varför en fortsättning inte kunde genomföras. Gruppen bakom denna ansökan har under tiden erhållit stöd från European Science Foundation ("Welfare of fish in European aquaculture", Kiessling et al., 2006), samt NPP (Northern Periphery Programme) "Sustainable farming of Arctic charr", för att genomföra en första test av elbedövning följt av avblodning av röding. Testen gjordes på en rödingodling i Slussfors, Västerbotten (Umlax AB) under hösten 2008 i samarbete mellan SLU och Humane Slaughter Society, London (projektrapport "Humane slaughter of farmed Arctic charr", COST-STSM-867-04040). Detta arbete fullföljdes som en del i det nu rapporterade projektet (Sandblom et al., 2012). Flera av deltagarna i dessa arbeten var vid denna tid också engagerade som vetenskapliga experter i panelen för Djurens hälsa och välfärd inom EFSA för arts specifika välfärdsaspekter vid bedövning och slakt av lax (EFSA, 2009b).

Syfte och genomförande

Med anledning av SJV:s utlysning om forskningsmedel till djurskyddsbefrämjande åtgärder där slakt av fisk och riskbedömning för djurvälstånd ingår som prioriterade områden ansökte vi om en fortsättning på de slaktprojekt som påbörjades under Djurskyddsmyndigheten (se ovan) med en uttalad intention att dels göra fördjupade fysiologiska stresstudier och dels utföra en riskbedömning för svenska förhållanden. Som nämns ovan hade sökanden redan samarbetat i ett flertal projekt relaterade till slakt, djurvälstånd och produktkvalitet hos odlad fisk. Ett av syftena med denna nya ansökan var att förstärka den fysiologiska kompetensen i projektet. Professor Michael Axelsson, en av våra ledande forskare inom fiskfysiologi, inkluderades tillsammans med sina medarbetare Dr. Erik Sandblom, Dr. Henrik Seth och senare också Dr. Albin Gräns. Därmed adderades ytterligare kompetens för avancerad provtagning och tolkning av fysiologiska data. Professor Axelsson tillför också möjligheter för telemetrisk datainsamling, vilket tillåter avancerade mätningar på fysiologiska responser från fisk som transporteras innan slakt och själva slaktprocessen under kommersiella förhållanden². På detta sätt skulle man kunna verifiera studier gjorda i i laboriemiljö. Projektet har genomförts i nära samarbete med projektet "Fiskens välfärd i produktion, försök och som sportfisk" (Formas 2009-1667) men arbetet som avsågs att utföras i det parallellt sökta EFF-projektet

² Arbetet med telemetri har i denna studie enbart inkluderat karmiljö, men utvecklingen har nu (2013) nått en nivå där vi kommer använda telemetri med datalagringschip i fisk som avlivas och därefter transporteras i isvatten i kommersiell miljö. Detta arbete utförs i ett EFF-projekt där det nu redovisade projektet finansierat av Jordbruksverket ingår som motfinansiering. Fördröjning av dessa projekt, som ursprungligen skulle utföras parallellt, beror på fördröjning i medelstilldelning inom EFF delvis orsakade av Fiskeriverkets omlokalisering till Jordbruksverket för EFF-handläggning.

om human slaktteknik (SJV. Dnr: 18-8141/11)³ utförs under andra halvan av 2013. Detta då godkännande av detta EFF projekt blev försenat i och med Fiskeriverkets omstrukturering.

Målet är att dels att utveckla metoder för en etisk slakt av fisk som är anpassade efter de arter vi odlar här och för Svenska förhållanden vilket innebär små enheter och avlivning samt avblodning innan biltransport i isvatten till ett slakteri för urtagning och vidare processering. Metoderna ska bygga på säker vetenskaplig och praktiskt genomförbar grund inom EU:s regelverk. Dels är målsättningen att utveckla en ritning av ett mobilt system för slakt av fisk som även kan användas till nödslakt av fisk vid sjukdomsutbrott (i samarbete med EFF projektet, se ovan och nedan).

Projektet består av tre delprojekt som vardera löpte under 1-3 år:

1. Välfärdsaspekter vid slakt av fisk
2. Konstruktion och test av en Svensk prototyp för fiskslakt
3. Rekommendationer

Delprojekt Välfärdsaspekter vid slakt av fisk

Effektiviteten hos bedövning med el, koldioxid och kylning utvärderades genom att undersöka medvetandegrad och mäta fysiologisk stress under simulerade slaktprocesser under kontrollerade betingelser. Baserat på dessa experiment och redan utförda tester (se ovan) kommer en teoretisk riskbedömning att utföras som ligger till grund för rekommendationer till odlare, myndigheter och tillverkare av utrustning. Testen förväntas också ge underlag för rekommendationer av biologiska och praktiskt tillämpbara välfärdsindikatorer. I tillägg kommer kunskap som är relevant för levandetransport av fisk till slakt att erhållas från detta projekt.

Genomförande: Denna del har kunnats genomföras i sin helhet och resulterat i vetenskaplig publikationer (Sandblom et al., 2012; Sandblom et al., insänd för publicering; Seth et al., 2013, Vidakovic and Kiessling, manuskript; Backström et al., manuskript). Hänsyn till resultaten är tagen i riskbedömningen (se nedan).

I tillägg har samarbete med projektet "Fiskens välfärd i produktion, försök och som sportfisk" (Formas 2009-1667) resulterat i följande arbeten och presentationer. Arbetet med post-kirurgisk smärtlindring förväntar vi oss kommer ha direkt betydelse för utveckling av rekommendationer för försöksfisk utsatt för kirurgiska ingrepp, men kan också ge information relevant för post stress reduktion. De två arbetena som nu är i manuskriptform för telemetri avser de tekniker som avses användas under delprojektet Utvärdering av ett kommersiellt relevanta system finansierat genom en kombination av medel från detta projekt och EU-medel genom EFF (50% av kostnaderna):

- Sandblom, E., Djordjevic, B., Sundth, H., Seth, H., Sundell, K., Lines, JA. and Kiessling, A. 2012. Effects of electric field exposure on blood pressure, cardioventilatory activity and the physiological stress response in Arctic char, *Salvelinus alpinus* L., *Aquaculture*. 344: 135-140
- Seth H., Axelsson M., Sundh H., Sundell K., Kiessling A. and Sandblom E. 2013. Physiological responses and welfare implications of rapid hypothermia and immobilization with high levels of CO₂ at two temperatures in Arctic char (*Salvelinus alpinus*). *Aquaculture*. Vol 402-403. Pp:146-151.
- Sandblom E., Seth, H., Sundh, H., Sundell, S., Axelsson, M. and Kiessling, A. Stress responses in Arctic char (*Salvelinus alpinus* L.) during hyperoxic carbon dioxide anaesthesia relevant to aquaculture. *Sub. to Aquaculture*
- Gräns A., Sandblom E., Kiessling A. and Axelsson M. Post-surgical analgesia in rainbow trout: Is a peaceful fish a sign of improved animal welfare or the adverse effects of an opioid drug? *In prep.*

³ SJV Dnr. 18-8141/11, "Utprovning av ny human slaktutrustning anpassad till Svenska förhållanden".

- Gräns A., Kiessling A. and Axelsson M. and Sandblom E. Gastrointestinal metabolism in rainbow trout *in vivo* -effects of feeding and stressors relevant to aquaculture conditions. Manuskript.
- Vidakovic, A., Djordjevic, B., Seth, H., Sandblom, E., Axelsson, M. and Kiessling, A. Physiological stress response in rainbow trout to graded levels of CO₂ and temperature changes. In *prep.*

Presentationer vid konferenser och workshoppar:

- Gräns A. Telemetric and storage physiology tags and measurement of electric signals directly from water. Oral presentation, Workshop on individual fish research models, Ewos Innovation, Stavanger, Norge 2012.
- Sandblom E. Stress physiology and welfare in farmed fish during harvest and slaughter. Oral presentation, Workshop on individual fish research models, Ewos Innovation, Stavanger, Norge 2012.
- Sandblom E. Individual assessment of stress physiology in fish. Oral presentation, Workshop om fiskvälfärd, Sveriges lantbruksuniversitet, Skara 2012.
- Sandblom E., Djordjevic, B., Sundh H., Seth, H., Sundell K., Lines J. and Kiessling A. Cardioventilatory responses and mechanisms of lethality during electrical field exposure in Arctic char. Poster presentation, Society for Experimental Biology annual meeting, Salzburg, Österrike 2012.
- Seth H., Sandblom E., Sundell K., Axelsson, M. and Kiessling A. How do we maintain the welfare of fish during slaughter? Investigating the physiological effects of cold chock and high levels of CO₂ in the Arctic char (*Salvelinus alpinus*). Posterpresentation, Society for Experimental Biology annual meeting, Glasgow, Storbritannien 2011.
- Sandblom E. Stress physiology and pain in fish. Mandatory education in Laboratory animal science. Sveriges lantbruksuniversitet, Marinforskningsinstitutet, Lysekil.

Delprojekt Konstruktion och test av en svensk prototyp för fiskslakt

Detta delprojekt innebär utveckling av en prototyp för elektrisk bedövning vid slakt av röding (0,7–1 kg) och stor regnbåge (1–3 kg) tillsammans med projektdeltagare från Norge och Storbritannien. Ansökan om delfinansiering (50%) för detta delprojekt kommer att lämnas in till Fiskefonder (EFF) 7:e ramprogrammet 30 april 2009. Ansökan har hög relevans med avseende på djurskydd då dagens slaktmetoder av odlad fisk inte uppfyller EU:s krav om etisk hantering vid slakt. Likaså saknas helt fungerande system för nödslakt av stora mängder fisk. Målsättningen är att leverera skriftliga rekommendationer för hantering vid slakt samt en prototyp för ett mobilt slaktsystem som odlarna och myndigheter kan bygga upp.

Genomförande: Detta arbete är under slutförande. Ansökan till EFF lämnades in enligt plan, men på grund av Fiskeriverkets omorganisation kom handläggningen att bli försenad. Projektet är nu godkänt för finansiering med det nu redovisade projektet som nationell motfinansiering. Projektet har nu utökats på så sätt att studien kommer utföras parallellt med en liknande studie av ett litet rödingslakteri i Norge. Den studien finansieras av Norges Forskningsråd och leds av Dr. Björn Roth, NOFIMA. Under projektets gång har teknikutvecklingen gått framåt och Frode Kjølåsen har redan utvecklat en för oss lämplig elektrisk bedövningsmaskin. Vi kommer därför att satsa mer medel på kombinationen el-slagmaskin med automatisk strupskärning. Som ett led i arbete med konstruktion/bedömning av befintlig teknik för pilotutrustning genomfördes också en studieresa till Stavanger området i Norge (Bilaga 2), där vi både fick se Marine Harvest slaktbåt med "sim in" och slagmaskinsystem, fick besöka ett slakteri där man praktiserade lätt el som förbehandling innan manuell inmatning i tryckluftsdrevna slagmaskiner med automatisk strupskärning. Vi fick också besöka ett "traditionellt" slakteri där man fortfarande praktiserade koldioxid och manuell strupskärning. Här fick vi också besöka Marine Harvests senaste transportbåt och bevittna direktavlastning från båt in på slaktlinan. Det är mer och mer vanligt att man undviker att använda väntekasse och detta motiveras av smittskyddshänsyn, då slakteriet ligger nära andra odlingar. I Skottland är direktavlastning ett krav och där måste man också ta tillbaka transportvattnet till båten för att sen släppa det ute på öppet hav. I Norge får man släppa ut transportvattnet vid slakteriet förutsatt att det behandlas med UV och går igenom ett laxlusfilter. Som grädde på moset fick vi också möjlighet att besöka en hälleflundreodling med kassar och frihängande hyllsystem. Resan genomfördes tillsammans med Dr. Björn Roth, NOFIMA, Frode Kjølås (utrustningsutvecklare), Dr. Hans van der Vis, Dr. Bert Lamboij och Dr. Marc Bracke från Wageningens universitet, Nederländerna. Test av slaktmaskin under kommersiella förhållanden kommer utföras under 2013 på Umelax odling i Slussfors och på en Norsk röjaodling i Nordnorge. Fiskens respons i form av stresshormoner (terminal provtagning), hjärtfrekvens och blodtryck (inopererad chip) kommer registreras både med befintlig slaktmetod och i nya system. I tillägg så mäts nu stresshormonnivåer i röding från olika moment i den befintliga slaktkedjan under olika säsonger. Prover från hösten och vårvintern är analyserade (Backström et al., manuskript).

Delprojekt Rekommendationer

För implementering av erhållna kunskaper från forskning måste resultat och rekommendationer formuleras i ett format som är tillgängligt för aktörer i näringen, som odlare, myndigheter och utbildare, samtidigt som innehållet vilar på vetenskaplig grund och en objektiv riskanalys. Att formulera i praktiken fungerande rekommendationer är ett delmål i detta projekt. Fiskodling i Sverige bygger på landsvägstransport mellan små enheter. För att kunna serva dessa med en professionell utrustning till en överkomlig kostnad är en mobil slaktenhet en möjlig lösning. Likaså skulle en sådan lösning också fungera för situationer där större mängder fisk måste nödslaktas. Det andra delmålet i detta delprojekt är att i samarbete med EFF projektet ta fram en ritning på ett fullskaligt mobilt slaktsystem tillsammans med våra Norska partners.

Genomförande: I utvecklingsarbetet av risktabellen har flertal mindre arbetsmöten genomförts med representanter från näringen. Dessa samtal har haft dubbla syften, dels att fastslå frekvensen och andelen av populationen som utsätts eller drabbas av en risk, dels diskutera möjliga avgränsningar för olika krav/rekomendationer. Detta arbete kommer fortsätta under året genom den tidsförskjutning som skett mellan de nationellt finansierade och de av EFF finansierade delarna av projektet.

Svensk matfiskodling av laxfisk

Företag och volymer

Den totala svenska matfiskproduktionen av laxfisk uppgår till ca 12 000 ton per år (SCB, 2012). Aktuella odlingsarter är regnbåge och röding (röding odlas endast i sötvatten). 65% av totalt tonnage odlas i insjöar/vattenmagasin och resterande 35% i kustzon. Produktionen av regnbåge uppgick till 10 700 ton och av röding till ca 1200 ton under 2011. Produktion sker vid ett trettiotal företag fördelat på ett fyrtiotal odlingslägen i insjöar och kust (Östersjön/Bottenhavet). Alla dessa företag är anslutna till Fiskhälsans fiskhälsoprogram. Ytterligare ett tjugotal matfiskodlingsföretag existerar men som för närvarande står utanför fiskhälsokontrollprogrammet och därmed utanför den obligatoriska fiskhälsoövervakningen. Huvuddelen av dessa företag har en mycket liten årsproduktion av laxfisk och är därför inte representerade i denna rapport.

Av det trettiotal företag som är anslutna till fiskhälsokontrollprogrammet är ca tio i sammanhanget små företag med en årlig produktion under 20 ton och har odlingen som en bisyssla till övrig verksamhet (jord- och skogsbruk, yrkesfiske, "put- and take"-fiske etc. Försäljning till kund sker allt som oftast "på bryggkanten". Ett tiotal företag med en produktion mellan 20 och 75 ton per år är typiska familjeföretag, ofta med egen beredning med försäljning till en lokal marknad. De resterande 10 företagen står för ca 85 % av den totala produktionen av matfiskodling i Sverige. Huvuddelen av denna fisk levereras som strupskuren men ej urtagen fisk till enstaka beredningsindustrier i Sverige men i huvudsak till Finland och Åland.

Följande indelning av årsproduktion har använts av Fiskhälsans frivilliga fiskhälsokontrollprogram:

Årsproduktion	< 5 ton	5–20 ton	20–75 ton	75–150 ton	>150 ton
Antal företag	7 st	5 st	5 st	2 st	9 st

Produktionssätt

Matfiskodling av laxfisk i Sverige sker i dagsläget uteslutande i nätkassar, medan produktion för "put and take" till del också sker i jorddammar och i tråg placerade utomhus eller inomhus. Produktion av yngel/sättfisk sker uteslutande i tråg med genomströmmande vatten. Idag finns ingen större kommersiell sluten landbaserad odling. Dock finns ansökningar om odlingar upp till 6000 ton regnbåge i slutna så kallad RAS (Recirculating Aquaculture System) hos Länsstyrelsen i Kalmar län (2013). Idag finns också mindre RAS-odlingar för Ål (Scandinavian Silver Eel, Helsingborg) som odlar för utsättning och matfisk. Vi har också en mindre RAS-odling för tilapia i Alnarp och för gös i Stockholm. Vi har också mindre demonstrationsodlingar för akvaponi⁴ i Härnösand och i Haninge och för abborre i slutna kassar i S:t Anna skärgård som komplement till småskaligt kustfiske. Stort intresse finns för att vidareutveckla dessa mer slutna system som komplement till den kassodling med laxfiskar som nu snabbt ökar i Norra Sverige. Detta ökade intresse för såväl öppna som mer slutna system försöker man nu kanalisera och stödja genom ett nationellt nätverk med tre vattenbrukscentra. Dessa kommer då fokusera slutna system, marina arter och kallvattenarter i öppna system.

Slaktprocessen, resultat och diskussion

Slaktprocessen kan oavsett fiskart indelas i följande steg:

- Svält innan slakt
- Transport till kaj
- Trängning

⁴ Akvaponi: Kombination av fisk och växtodling, i Sverige oftast i växthus med hydroponik.

- Överföring till bedövning
- Bedövning
- Avblodning
- Urtagning
- Transport till slakteri

Vart och ett av stegen har sina speciella risker. Dessa risker är detaljerade i en riskbedömning som redovisas i Bilaga 1, och i en sammanfattning nedan. I detta avsnitt redovisas egna och andras data som ligger till grund för riskbedömningen. En kort diskussion ges också här medan konklusion och rekommendationer samlas under en egen rubrik som avslutning. Bilder på olika moment med förklarande text presenteras i Bilaga 2.

Svält

Vad det gäller svält så är sådan behandlad i detalj i EFSA:s två laxfiskrapporter (2009). Som sammanfattning kan man säga att laxfiskar är naturligt anpassade till svältperioder, speciellt vid låg vattentemperatur. Begränsade perioder av svält tycks därför inte påverka fiskens välbefinnande. Undantag kan vara om fisken är på väg mot könsmognad, då dess metabolism tycks respondera på svält med kraftig mobilisering av muskelvävnad (Kiessling et al., 1990), vilket i fallet röding och regnbåge, som är flergångslekare, kan resultera i längre återhämningsperioder, medan svält hos stillahavslax, som är engångslekare, i kombination med begynnande könsmognad snabbare kan inducera en terminal metabolism (Kiessling et al., 2004). Dock är detta mer tillämpligt vid inducerad svält innan levandetransport eller annan behandling. Vid slakt är det ingen tvekan om att fördelarna med svält innan slakt överväger eventuella metabola nackdelar då fisken avlivas direkt efter svältperioden. EFSA (2009) rekommenderar därför svält med max 50 dygngrader innan slakt för att minimera risken med att partiklar från faces/uppkastningar irriterar fiskens gälar med påföljande stressreaktion (Kiessling, icke publicerat material), som i sin tur kan inducera hypoxi genom att mer syre förbrukas av fisken, speciellt om kassen är flyttad till grundare och mindre strömt vatten nära land. Svält har också den fördelen att den minskar fiskens matsmältning, som annars är en av dess mest syrekrävande fysiologiska aktiviteter (Thorarensen et al., 1993). En svält fisk behöver därför mindre syre, eller kan klara sin basalmetabolism och simaktivitet på mindre syre.

Transport till och förvaring vid kaj

Transport till kaj är ett fenomen som uppträder i Sverige där bedövning, avlivning och avblodning sker vid själva odlingsenheten. Då all odling i Sverige använder landtransport måste fisken tas in till kaj eller annan konstruktion där bedövning, strupskärning och avblodning kan ske innan vidaretransport sker till slakteri. Transporten sker vanligtvis genom bogsering av en hel kasse med båt i låga hastigheter för att undvika stress hos fisken. Tiden för bogsering varierar kraftigt eftersom odlingslägena skiljer sig mycket. Extrema fall handlar det om timmar. Dock finns det undantag där avlivning/avblodning sker på pontonflotte ute vid själva odlingen, då det i dessa fall är omöjligt att bogsera in en kasse nära land. En av våra större kassodlingar är lokaliserad på detta sätt. Det andra undantaget gäller transport, där odlingen själv har ett slakteri på samma lokalitet. Idag gäller detta två större kassodlingar samt några mindre. Det vill säga fisken rensas direkt efter avblodning. Den stora skillnaden för riskbedömningen blir då att misslyckad avlivning via avblodning med dålig strup-/gälsnitt i kombination med bedövning som inte permanent stoppar andningsrörelse, till exempel mild koldioxid eller kort/mild el-bedövning, inte leder till kvävning under transport utan avlivning istället sker genom urtagning direkt efter avblodning. Denna risk kommer öka också i Sverige allteftersom vi får slakterier lokaliserade i anslutning till odling eller att vi får levandetransport till ett mer centralt slakteri, till exempel för ett gemensamt vattensystem med många stora odlingar. Detta är ett hypotetiskt scenario, som kan bli en realitet om näringen fortsätter att växa.

En transporterad kasse blir ofta lämnad invid kaj innan själva slakten ska starta. Detta kan röra sig om timmar till över natt beroende på odlingens rutiner. Man vill ofta kunna transportera fisken direkt och måste då ofta starta tidig morgon för att logistiken ska fungera. Likaså kan det ta flera dagar att tömma en kasse beroende på odlingens kapacitet för avlivning. Det är då viktigt att man ser till att tillräckligt med friskt syrerikt vatten omsätts i kassen. Eftersom man befinner sig på grundare och mer skyddat vatten kan extra luftning/syresättning eller vattenomrörning (t.ex. propellarar) behövas. Är vattenkvaliteten bra kan det vara en fördel att fisken får möjlighet att lugna ner sig och i bästa fall till och med återhämta sig innan man startar trängning. Dock vet vi från egna studier (Karlsson et al., 2011) att en mild hypoxi är inom fiskens tolerans och inte leder till stress. Men att inleda trängning i en sådan situation kommer nästan ofelbart att leda till en fördjupad hypoxi med påföljande metabol acidosis och stress. Det tål därför att upprepas att man alltid bör säkra en hög vattenkvalitet vid start av trängning. Likaså är det viktigt att minnas att fisken inte behöver visa ett avvikande beteende även om man har ett underskott på syre i vattnet, vilket ofelbart kommer manifesteras sig som en betydligt lägre stresströskel vid trängning. Det är också viktigt att ta hänsyn till vattentemperaturen eftersom varmt vatten löser en mindre mängd syre, medan fiskens metabolism (behov av syre) ökar med ökad temperatur.

Trängning

Inför bedövning och avlivning är det nödvändigt att tränga ihop fisken för att kunna håva eller pumpa fisken till nästa steg i slaktkedjan. Detta görs genom att kassen (ibland ett nät inne i kassen) lyfts upp och härigenom trycker fisken mot ytan. Tiden, hastigheten, graden av upprepning och vattenkvaliteten har direkt inverkan på fiskens välfärd och kan orsaka fysiska skador och lidande innan fisken avlivas på ett korrekt sätt. När fisk trängs ihop på en liten volym uppstår ofta syrebrist i vattnet vilket kan resultera i ett flyktbeteende hos fisken, vilket ytterligare ökar syreförbrukningen och därmed minskar syrehalten i vattnet ännu mer. Påväxt av alger på kassarna samt dålig vattengenomströmning medför låga syrehalter redan innan fisken trängs och orsakar därför syrebrist redan i ett tidigt stadium (se också ovan under Transport till och förvaring vid kaj). Fisk bör därför inte trängas för hårt eller i för stora antal under en längre tid. Parametrar som bör bevakas under trängningen är syrenivåer (se också ovan under Transport till och förvaring vid kaj), beteende (flykt och luftsnappning vilket känns igen på att fisken simmar med nosen och ibland stora delar av huvudet ovan vattenytan) samt luftexponering (fisken blir hängande på nätsidor/fickor). Under vissa förhållanden kan det vara nödvändigt att tillföra luft och i mer extrema fall rent syre underifrån i kassens avgränsning. Ett vanligt alternativ är att tillföra syrerikt vatten utifrån via strömbildare.

Överföring till bedövning

Det finns en rad olika system för att överföra fisk mellan olika behållare. Det mest skonsamma är via en vattenström, men den metoden har en generell begränsning i att det måste ske från en högre till en lägre belägen punkt. Hävertteknik används idag framför allt vid pålastning/avlastning till/från kasse från/till transportbåt med hjälp av att under- respektive övertryck skapas i båtens lastrum. Det internationellt vanligaste systemet är pumpning, där rotationspumpar kan användas för mindre fisk medan pumpning av större fisk idag domineras av vakuumpump med enkelt eller dubbelt pumphuvud, där det senare blir allt vanligare efter som det ger ett jämnare flöde. Det har också används skruvar med mera, men då främst för liten fisk och denna teknik har aldrig varit aktuell för slaktfisk. I Sverige idag finns ingen som använder pump, men det är endast en tidsfråga med tanke på näringsens och därmed enskilda odlingars växande storlek. I Sverige dominerar istället håvning, manuellt på mindre odlingar och med hjälp av kran på större odlingar. Håvning med vatten (håven omges av en vattentät presenning) förekommer inte i Sverige och därmed finns en stor risk för mekaniska skador (klämning, skrapning med mera) för fiskar långt ner i håven. Används tät håv eller pump måste fisken passera över ett galler innan den kommer till bedövningsbadet för att avleda extra vatten. Ytterligare detaljer om trängning/håvning/pumpning ges i EFSA:s rapportserie (2009) där man också hänvisar till Mejdell et al. (2009) för mer detaljerad beskrivning av risker för

mekaniska skador vid pumpning som skarpa kanter vid dåliga svetsfogar med mera. Detta är som redan påpekats ännu inte ett problem i Sverige, men kommer med stor säkerhet att bli i en nära framtid.

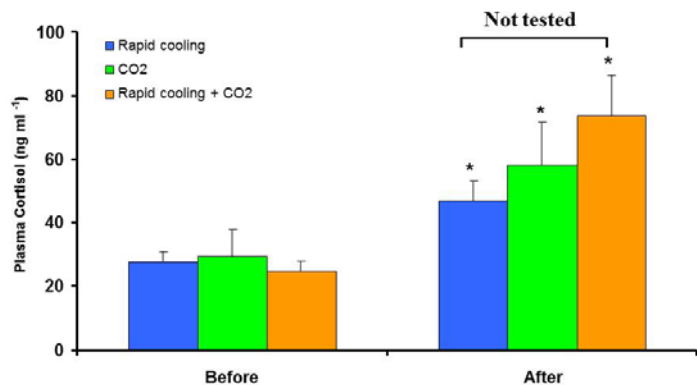
Bedövning

Idag används en lång rad av metoder för bedövning innan avlivning. Dessa varierar i sina ytterligheter från långsam kvävning i luft till tekniskt avancerad och momentan bedövning med antingen el eller tryckluftsbaserad slagmaskin. Däremellan finner vi dels lite mer sofistikerade metoder för kvävning där fisken kyls med is eller isvatten, dels manuell klubbning av varje enskild fisk, antingen liggande på bryggan eller vid någon typ av bord med eller utan vattenbassäng. Det vill säga att beroende på system mellan upptagning av fisken från vatten till själva bedövningen så ingår någon period av kvävning då fisken i alla dessa fall blir exponerad för luft. Att minimera denna exponering för luft till ett absolut minimum är ett måste i ett humant slaktsystem för fisk. De system som kommit längst i att minimera luftexponering är dels bedövning med klöverolja (aktiv substans är euginol) eller ett derivat av dess aktiva substans (isoeuginol) innan fisken flyttas ur vattnet. Detta är idag enbart godkänt i Nya Zeeland/Australien, men såväl USA som Chile kan komma att godkänna detta system. Den allmänna uppfattningen (diskussion under EFSA rapportskrivning, personligt meddelande, A. Kiessling, Sveriges lantbruksuniversitet, 2009) är att EU inte avser att godkänna kemisk bedövning. Likaså menar en del att euginol och även isoeuginol ger en typisk bismak till fisken. Det andra systemet är direktinsimning till en slagmaskin (Bilaga 2). Detta system används idag på utvilad fisk i Norge. Till exempel har Marine Harvest i Norge installerat systemet på ett skepp som sköter avlivning och avblodning vid odlingen för att sen transportera den avlivade fisken till ett närliggande slakteri (max 18 timmar mellan trängningens start och fisken filead eller hel på is). Detta system påminner om den svenska situationen men vår bedömning är att systemet, som kräver dels tekniskt och etiskt välutbildad personal, dels innebär stora ekonomiska investeringar och en ökad personalstyrka för skötsel jämfört med övriga system, inte är realistiskt under rådande svenska förhållanden.

Koldioxidbedövning är idag det helt förhärskande systemet i Sverige, eftersom koldioxid är relativt billigt, med låg toxicitet för människa och löser sig lätt i vatten. Dock är denna metod, utöver att man inte vet om den bedövningseffekt vi ser är orsakad av kvävning genom undanträngande av syre eller av en CNS effekt, behäftad med en rad problem. För det första så står löst koldioxid i jämvikt med kolsyra, vilket leder till en pH-sänkning i vattnet, vilket i sin tur omedelbart omsätts till en sänkning av pH i fiskens plasma, en så kallad acidosis, som står i direkt proportion till pH-sänkningen i det omgivande vattnet. Med andra ord har fiskens eget buffertsystem inte kapacitet att motstå ens låga halter av koldioxid i vattnet (Vidakovic et al., manuskript). Samma författare noterade också att redan så låga koldioxidhalter som vi finner i normala RAS-system och under transport, ger en signifikant höjning av stresshormonet kortisol, sänkt plasma pH och förhöjda hematokritvärden, vilka normalt indikerar frisättning av stresshormonet adrenalin, utan att ge upphov till beteendeförändringar såsom flykt hos fisken.

Man kan dela upp koldioxidbedövning i låg- och höghaltssystem. I Sverige återfinns vi bara höghaltssystem, det vill säga fisken släpps i ett kar mättat med koldioxid. Detta kan antingen vara försett med en zonindelning bestående av ett roterande galler eller bara ett enkelt kar på någon/några kubikmeter. Det roterande gallret garanterar en viss systematik i fisk in – fisk ut och därmed tid som fisken exponeras. Låghalts system kom till som en sidoeffekt av så kallad förkylning av fisken, där den underliggande tanken är att med hjälp av fiskens egen cirkulation transportera kyla från omgivande vatten synkront till hela muskeln via gälarna. Då kylning är dyrt recirkulerade man detta vatten, visserligen med luftning, vilket ledde till en ackumulering av metabolit koldioxid från fisken. Ackumulering trots luftning beror på att koldioxid är svårare att lufta ur vatten än syre är att lösa sig i vatten. Man såg då att fisken som kom ur ett sådant system i princip var immobiliserad och man tog därför bort det till strupskärning mellanliggande steget med ett bad av höghaltskoldioxid.

Att koldioxidssystem, oavsett zoon-indelning eller låg-/höghalt, upplevs som extremt stressande av fisken är otvivelaktigt, då vi ser en mycket stark flyktreaktion när fisken släpps i karet. Studier gjorda i det nu avslutade projektet (Seth et al, 2013; Sandholm et al., insänd för publicering; Vidacovic et al., manuskript) visar att denna flyktreaktion är direkt orsakad av koldioxiden och relaterar till en kraftig fysiologisk stressreaktion, oavsett om det rör sig om ett hög- eller låghaltssystem. Likaså visar Sandblom et al. (i tryck) att reaktionen är helt oberoende av om höga halter av syre är närvarande eller inte. Likaså visar Vidacovic et al. (manuskript) att även betydligt lägre halter av koldioxid än dem som ger upphov till beteendeförändringar resulterar i fysiologisk stress som frisättning av olika stresshormoner (se ovan).



Ytterligare ett problem med låghaltskoldioxid är att bedövningen är reversibel. Om fisken återplaceras i vatten utan koldioxid återfår den inom några minuter andningsrörelser och vaknar upp. Detta kombinerat med dåligt genomförd strup-/gälskärning leder till att fisk från detta system är vid medvetande efter avblodningsbadet (Bilaga 2) och antingen går en långsam kvävningsdöd till mötes under istransport eller får en snabb men antagligen extremt smärtsam och stressfull död vid urtagning. Samma fenomen uppträder om man överbelastar ett höghaltssystem, då man i realiteten får en bedövning jämförbar med ett lågdosystem. Vi har estimerat andelen fiskar som återfår medvetandet i avblodningsbadet vid både svenska och norska avlivningar med hög- respektive lågdosbedövning till mellan 5-20% (samma intervall oavsett bedövning med hög eller låg koldioxid). Variationen misstänker vi beror på hur trötta personerna som utför strupskärningen är, vilket understryker vikten av användning av maskinel strupskärning vid större mängder fisk.

Sammantaget är vår konklusion identisk med den i EFSA:s rapport (2009), även om vi baserar vår på betydligt bättre vetenskapliga data, att all koldioxidbedövning är oacceptabelt i ett humant slaktsystem för regnbåge och röding, men antagligen också för alla andra odlade fiskarter relevanta för Sverige.

Klubbning av fisk är antagligen det mest utbredda systemet för bedövning av fisk om man räknar med fritidsfiske. En variant av klubbning är det japanska systemet ikejime där man driver in en spik i fiskens hjärna. Detta system kan närmast jämföras med slaktbult som används för bedövning av tamboskap. Vid närmare undersökningar (EFSA, 2009) har man funnit att metoden har för låg precision då en fiskhjärna är liten och därför svår att träffa. Ett slag med en stämpel mot kraniet är därför en idag helt dominerande metod för automatisk klubbning, då en träff på skalltaget är lätt att utföra och ger samma effekt som en bultpistol i det att hjärnan skakas sönder med effektiv bedövning som följd. Att utföra klubbning manuellt på ett stort antal fiskar är inte realistiskt, speciellt inte under svåra väderleksförhållanden, där risken för mekaniska skador på fingrar och händer utgör ett problem. Likaså är manuell klubbning alltför långsam vid större fiskmängder. Däremot utgör metoden ett realistiskt alternativ på mindre anläggningar med små uttag per tillfälle förutsatt att luftexponering kan undvikas, till exempel genom små håvningsvolymmer som snabbt kan processas eller att fisken kan hållas i någon form av väntutrymme med vatten som gör att operatören lätt kan få tag på fisken. Ett mer realistiskt alternativ för den lite större anläggningen är att fisken får någon typ av förbedövning. Lågdosel praktiseras redan med framgång vid mindre slakterier i Norge, och då i kombination med automatisk klubbning och strupskärning (se bilaga 2).

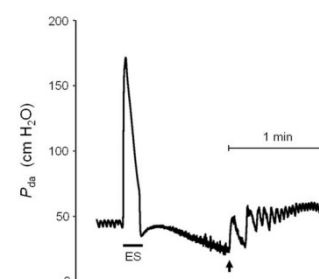
Det har länge funnits klubbingsmaskiner som drivs med tryckluft med olika automatiseringsgrad (Bilaga 2 och EFSA 2009). Idag är maskiner som styrs av en fotocell istället för manuellt dominerande. Detta förenklar införandet av fisken till ett enhandsgrepp istället för införande med ena handen och utlösning av mekanismen med den andra. Nästa steg i utvecklingen var att kombinera tillslaget med att ett blad skär av ventralaorta varefter botten på maskinen fälls ner och fisken faller ner i en transportränna till avblodningsbadet. Genom att kombinera bedövning och strupskärning kräver denna metod samma personalstyrka som den nu i Sverige dominerande metoden med koldioxidbad (med rörlig grind som för fisken automatiskt till strupskärningsbordet) och manuell strupskärning. Fördelen här är att genom att operatören för in fisken så ser han/hon resultatet och risken för felskär och dålig bedövning minimeras.

Nästa steg i utvecklingen har varit att försöka få fisken att själv simma in till stämpeln. Dessa system fungerar om dels fisken är grovsorterad i storlek och är i god fysisk kondition. Detta då systemet bygger på att fisken simmar mot en ström av vatten över en tröskel varifrån den glider in i maskinen. Härigenom minskar risken för att fisken kommer in med stjärten först eller på rygg. Problemet är dels att om fisken redan innan är trött så orkar den inte simma mot strömmen utan all fisk fastnar i vattnet innan stämpelmaskinen. Likaså kommer en del av fiskarna att få stämpelaget fel och man måste därför ha speciellt utbildad kontrollpersonal vid transportbandet (kan därför inte använda en glidränna) till avblodning som kan se efter livstecken på fisken (ögon, käke, stjärt med mera) för att då föra in den fisken i en stämpel- och strupskärningsmaskin med manuell inmatning (Bilaga 2).

Vår bedömning är att det idag är osäkert om det finns någon odling i Sverige med så stor volym att den skulle försvara kostnaderna för ett helt automatiserat system. Däremot är en manuellt manövrerad klubbingsmaskin i kombination med strupskärning ett realistiskt alternativ. För den lite större odlingen bör en kombination med förbedövning med till exempel lätt el (se nedan) vara ett realistiskt alternativ. Denna kombination utgör också grunden för vårt parallella projekt finansierat genom EFF⁵. I det kommer vi att testa el-bedövning individuellt och/eller i kombination med att manuellt operera klubbings och strupskärningsmaskin. För den mindre odlingen utgör manuell klubbning med efterföljande manuell strupskärning ett realistiskt alternativ. I ett sådant system måste man kombinera detta med ett mellanbad (se ovan) om man håvar mer än ett fåtal fiskar åtgången, eller avlivar i temperaturer under -20 °C, då minsta exponering för luft vid dessa låga temperaturer kan leda till omedelbar sönderfrysning av gälarna.

Bedövning genom el har funnits sedan 1980-talet för färskvattensodlad portionsregnbåge i Danmark. Detta var så kallad våtbedövning. Med andra ord tillsattes elen till vattnet, som då måste ha en tillräcklig ledningsförmåga. Man saltar därför vattnet innan bedövning. När man försökt applicera samma system på lax fan man att elbedövning dels orsakade större blödningar vid ryggraden och dels mindre punktblödningar i köttet. Blödningarna vid ryggraden har antagits bero på ryggradsbrott orsakade av den av elen orsakade häftiga muskelkontraktionen, medan man inte förstått den underliggande orsaken till blödningarna i muskulaturen. I vår studie (Sandblom et al., 2012) såg vi att även lågdosel orsakar en kraftig höjning av blodtrycket, som vi tror kan spränga mindre kärl och därmed orsaka de små punktblödningar vi ser. Påverkan på blodtrycket varar så länge fisken exponeras för el, så med kortare och mer modulerad el så minskar problemet. Problemet med kort exponering och låg dos är att fisken behåller hjärtverksamhet och vaknar upp innan den hinner avlida av

Representative original trace in Arctic char (*Salvelinus alpinus* L.) showing the peak in dorsal aortic blood pressure (P_{da}) in high resolution during a 5 s electrical field exposure (4 V/cm, 125 Hz). Note the immediate increase in P_{da} at the onset of the exposure, the rapid reduction in pressure after approximately 5 s and the transient cardiac arrest following the exposure. The 5 s period of electric exposure (E) is indicated by bold horizontal line. The heart resumes beating at bold vertical arrow



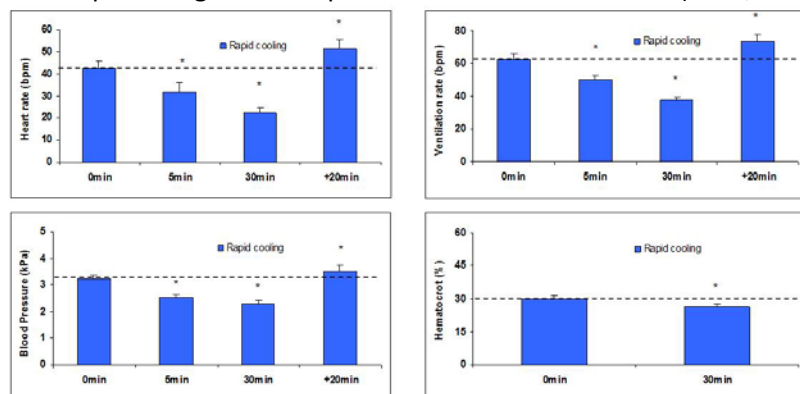
⁵ EFF, Europeiska Fiskerifonden

syrebrist. Naturligtvis gäller det motsatta att kraftig exponering leder till blockering av respiration och påföljande död på grund av syrebrist även vid en dålig strupskärning, men som sagt idag får en viss procent av denna fisk så stora blödningar att den blir nedklassad som matfisk.

Dagens bedövningssystem med el tenderar att favorisera torr bedövning. Problemet är att om fisken kommer in i bedövningen med stjärten först så kommer den att få ett antal stötar (Bilaga 2) innan elen når CNS och fisken blir bedövad. Detta problem har dock lösts på moderna maskiner (pers. medd., Frode Håkon Kjølås). Likaså har enbart elbedövning krävt manuell strupskärning, men med hjälp av bildanalys finns idag automatik där gälarna punkteras genom att en kniv stöts genom gällocket och gälar när fisken, liggande på sidan på ett transportband, passerar en robot med rörlig arm. Även denna teknik innebär stora investeringar, vilka kan vara orealistiska för den svenska marknaden.

Valet måste därför vara upp till den enskilda odlaren om man vill använda stämpel, vid större mängder i kombination med en lätt-el som förbehandling, så operatören kan tillåta en ansamling av fisk innan stämpel och strupskärning (Bilaga 2). Alternativet är att man enbart använder el och då en längre behandling med ökad risk för kvalitetsskador på grund av blödningar.

Nedkylning som bedövning innan strupskärning kan accepterats för varmvattenarter (EFSA, 2009) men är utifrån våra och andras studier (Seth et al., 2013 för röding; EFSA 2009 för regnbåge och lax) helt oacceptabelt för kallvattenarter som lax, regnbåge och röding, då det tar lång tid innan man ser någon effekt på fiskens metabolism av vatten nära 0 °C när fisken flyttas från 10 °C. För diskussion om varmvattenarter och nedkylning hänvisar vi till EFSA (2009).



Graferna ovan visar hur fyra olika hemodynamiska parametrar förhåller sig vid en snabb (10-20s) sänkning av den omgivande temperaturen från 10°C till 0°C. +20 anger variablerna efter 20 min återhämtning vid den ursprungliga temperaturen. Minimala beteendeeffekter kunde iakttagas. Observera att både pulstryck (slagvolym) samt ventilationsamplitud ökar vid kyla (visas ej men finns tillgängligt). Detta motverkar till viss del den minskade frekvensen hos dessa variabler. N=14

Likaså slår EFSA (2009) fast att metoden att lämna fisk i luft inte är en acceptabel bedövningsslag utan en inhuman avlivningsmetod och den behandlas därför inte alls under rubriken bedövning utan ingår i riskbedömningen som en "hazard".

Avblodning

Avblodning sker traditionellt i vattenbad efter strupskärning (Bilaga 2). Vattnet förhindrar att blodet koagulerar men det är svårt att rena vattnet från blodet, som därför ofta släpps ut orenat och kan utgöra både ett miljöproblem och en smittorisk. Exponeringstiden i badet är vanligen 20-30 minuter. Vid små volymer sker detta i stillastående vatten i tankar om en till några kubikmeter. I större anläggningar har man normalt en ränna eller motsvarande med någon form av mekanisk framdrift av fisken. Nyligen har en torr metod införts vid en del större norska slakterier. Den innebär att fisken efter strupskärning placeras med huvudet ner i ett rör och tanken är att gravitationen ska öka utblodningen. Blodet, som inte behöver spädas ut med stora mängder vatten blir på detta sätt en resurs som kan recirkuleras via till exempel biogas eller som blodmjöl istället för att som idag utgöra ett problem.

Utifrån en riskbedömning torde torravblodning vara bättre då även en felaktigt strupskuren fisk alltid avlider av kvävning före vidare behandling. Detta då gälarna på alla teleoster (högre fiskar) kollapsar momentant i luft och i realiteten ögonblickligen stoppar allt gasutbyte mellan fisken och dess omgivning. Detta är orsaken till att all fisk med tunna gälfilament upplever luftexponering som mycket stressande, då det lite drastiskt uttryckt skulle kunna jämföras med att någon trär en plastpåse över huvudet på en människa.

Själva avblodningen utgör i sig ingen välfärdsrisk för fisken förutsatt att man utfört bedövningen och strup-/gälslittet korrekt. Huruvida det är korrekt utfört kan kontrolleras genom att fisken iakttas för livstecken som ögonrullning, andningsrörelser såväl i gällock som i underkäken samt i grava fall simrörelser under avblodningen. Vid egna studier vid dagens system, såväl i Sverige som Norge kan andelen fisk som uppvisar livstecken i avblodningsbadets senare del uppgå till så mycket som 20% (pers. medd., Anders Kiessling och Andreas Pettersson). Dock är den officiella norska siffran 5% (Eriksson, 2008; EFSA, 2009) som observerades vid kontroll där personal blivit informerad om studiens syfte. Oavsett om den korrekta siffran är 5 eller 20% så är den för hög och understryker att dessa system med koldioxidbedövning och manuell strupskärning inte fungerar tillfredställande från ett djurskyddsperspektiv vare sig för stora slakterier eller för mindre odlingar.

Urtagning på plats eller transport till slakteri

I paritet med avblodning utgör dessa ingen risk för fiskens välfärd då den redan ska vara avlivad efter en effektiv bedövning. Som konstateras ovan är dock detta inte alltid fallet med dagens system där 5-20% av fisken kommer in i dessa moment vid medvetande. Lösningen är införande av en effektiv bedövnings- och avlivningsmetod, samt att man inför en löpande kontroll att dessa appliceras/utförs på ett korrekt sätt. Ansvar för löpande kontroll bör åligga platschefen i kombination med en myndighetskontroll av kompetent person som till exempel för ändamålet vidareutbildade distriktsveterinärer. Önskvärt vore också att i likhet med Norge i lag slå fast att all personal som arbetar med levande fisk, och speciellt med slakt, ska ha en godkänd utbildning i fiskens välfärd och fysiologi. Vad vi förstår så krävs idag utbildning för att kommersiellt saluföra akvariefisk i Sverige men för odling räcker det med "liknande eller intyg om erfarenhet".

Riskbedömning av djurvälfärd

Metodval och antaganden

Risken för bristande djurvälfärd i samband med slakt av regnbågslax (*Oncorhynchus mykiss*) och röding (*Arctica superior*) studerades med hjälp av riskbedömning. Det är en systematisk vetenskapligt baserad metod för att bedöma sannolikheten för exponering för olika riskfaktorer eller skador ('hazards'), liksom konsekvenserna av sådan exponering. En fara kan i detta sammanhang beskrivas som en faktor med potential att orsaka negativa djurvälfärdseffekter. I riskbedömning beräknas risken som en funktion av såväl sannolikheten för exponering som konsekvenserna av den.

Till följd av bristande vetenskapligt underlag gjordes en halvkvantitativ bedömning, i enlighet med de principer och rutiner som utvecklats av EFSA (2012) och i väsentliga delar överensstämmande med myndighetens rapport om djurvälfärdsaspekter på system för bedövning och avlivning av regnbågslax (EFSA, 2009). Metoden anpassades till svenska förhållanden och till ändamålet med projektet på de punkter där det ansågs motiverat. I matematiska termer var den använda riskbedömningsmodellen linjär (risken beräknades som en linjär funktion av givna parametrar), statisk (modellen tog inte hänsyn till systemförändringar över tid, även om olika scenarier jämfördes), explicit (risken för bristande djurvälfärd var slutpunkten och den beräknades från givna parametrar), probabilistisk (exponeringen för olika faror skattades som ett osäkerhetsintervall), deduktiv (modellen baserades på en teori om djurvälfärd) samt halvkvantitativ (farornas effekter skattades i kvalitativa termer).

Målpopulationen för riskbedömningen var alla regnbågsloxar eller rödingar som slaktas efter uppfödning på kommersiella odlingar i Sverige, givet ett visst slaktsystem eller en viss kombination av slaktsystem. Riskbedömningen baserades på följande antaganden:

- Att alla fiskar som exponeras för en fara upplever samma negativa effekt oberoende av slaktsystemet, det vill säga samma typ av effekt liksom samma intensitet och duration av effekten.
- Att exponeringarna för olika faror är oberoende av varandra (med undantag för farorna i slutet av slaktkedjan, enligt nedan).
- Att effekterna av olika faror är oberoende av varandra, det vill säga att det inte finns någon interaktion mellan farorna.
- Att exponeringen för faror är densamma på alla odlingar med samma slaktsystem, oberoende av produktionsvolym, skötsel, lokalisering och säsong (med undantag av vissa faror som är aktuella endast vid slakt vid kall väderlek, enligt nedan).
- Att slakt förekommer i samma takt året runt på alla odlingar.
- Att antalet odlingar av olika storlek förblir oförändrat, även om vissa odlingar byter slaktsystem.

Faror

Alla faktorer som kan antas påverka fiskarnas välfärd ingick i riskbedömningen, sammanlagt 54 faror (Tabell 1 i Bilaga 3). En stor del av dessa ingick i rapporten från EFSA (2009), men listan kompletterades med ytterligare faror. Varje fara beskrevs och karakteriserades med avseende på dess negativa effekter, samt efter om effekterna involverade fysisk skada, smärta eller kvävning (Tabell 1 i Bilaga 3). För alla faror bedömdes effekterna involvera stress. Slaktprocessen delades in i sju olika steg och varje fara placerades i ett av stegen: flyttning, trängning, väntan, överföring till bedövning, bedövning, avblodning, samt transport och slakt (Tabell 1 i Bilaga 3). Tre parametrar skattades för att bedöma betydelsen av olika faror:

- Intensiteten hos den negativa effekten.
- Durationen hos den negativa effekten.
- Sannolikheten för exponering för faran.

Varje fara antogs ha en eller flera negativa effekter vars sammanlagda intensitet och sammanlagda duration bedömdes. Intensiteten graderades från 1 till 3 enligt Tabell 2 (Bilaga 3). För att standardisera bedömningsskalan och definiera de olika graderna av intensitet användes beskrivningar av fiskens beteende som respons på stress, under antagande att det finns en allmänt accepterad uppfattning om vilken grad av påverkan som ett visst beteendemönster är uttryck för. Metoden förutsatte således inte att den beskrivna beteenderesponsen förekommer vid exponering för en fara.

Tiden som de negativa effekterna varade skattades i minuter och durationen poängsattes från 1 till 5 (Tabell 3 i Bilaga 3). Olika skalor användes för faror under slaktprocessens första del (till och med överföringen till bedövning, steg 1-4) och dess andra del (från och med bedövningen, steg 5-7), under antagande att en längre duration under den förra delen motsvarar en kortare duration hos en effekt med samma intensitet under den senare delen. Bedömningen av intensitet och duration baserades på siffrorna från EFSA (2009) men skalan för duration utökades med en femte grad (5 poäng för tider över 120 min i steg 1-4 och tider över 15 min i steg 5-7). Tiden för den negativa effekten antogs börja vid starten av exponeringen och sluta senast då fisken blir medvetslös, vilket innebär att faror för vilka fisken exponeras sent under slaktprocessen förknippades med kortare maximala tider om det kunde antas att fisken förlorar medvetandet innan effekten har upphört. Upprepad exponering antogs kunna förlänga tiden, liksom om fisken återfår medvetandet.

Som ett samlat mått på styrkan av de negativa effekterna hos respektive fara användes produkten av effekternas intensitet och duration, dividerat med skalornas maximivärden (15) för att erhålla värden mellan 0 och 1:

$$\text{Styrka} = \text{Intensitet} * \text{Duration} / 15$$

Slaktsystem

Åtta olika slaktsystem bedömdes (Tabell 4 i Bilaga 3), varav tre förekommande i befintliga kommersiella svenska odlingar. Systemen skilde sig åt vad gällde metoderna för bedövning, avblodning, transport och slakt.

Andelen av den totala slaktvikten i respektive system under nuvarande förhållanden skattades med hjälp av uppgifter från Fiskhälsan FH AB (U.-P. Wichardt, Fiskhälsan FH AB, personligt meddelande, 5 mars 2012). Dessutom skattades andelen slaktad fisk i olika slaktsystem vid ytterligare två scenarier (Tabell 4 i Bilaga 3) för att bedöma effekterna av en utveckling av näringen mot förändrade slaktmetoder.

Sannolikheten för exponering för varje fara bedömdes separat i varje system. Exponeringen skattades som den mest sannolika andelen exponerade fiskar vid slakt i det aktuella systemet. Detta möjliggjorde en bedömning av den totala exponeringen och risken förknippad med respektive fara i olika slaktsystem. Exponeringen skilde sig inte mellan systemen för faror fram till bedövning. För faror vilka fisken exponerades under avblodning samt under transport och slakt (fara 48–56, Tabell 1 i Bilaga 3) beräknades exponeringen med hjälp av skattade sannolikheter för medvetande vid strupskärning, felaktig strupskärning, medvetande vid transport och medvetande vid urtagning enligt Tabell 5 (Bilaga 3).

Osäkerhet och variabilitet

Osäkerheten i skattningen av de negativa effekternas intensitet och duration graderades med hänvisning till mängden vetenskapligt publicerade uppgifter enligt Tabell 6 (Bilaga 3). Bedömningen baserades på siffrorna från EFSA (2009) men dessa modifierades vid behov. Denna osäkerhet användes inte i riskberäkningen utan tjänade endast som en beskrivning av uppgifternas tillförlitlighet.

Osäkerheten i exponeringen för respektive fara och system skattades genom att lägsta tänkbara och högsta tänkbara sannolikhet för exponering bedömdes, vid sidan av den mest troliga sannolikheten för exponering.

Antagandena om att exponeringen för faror är oberoende av produktionsvolym, skötsel, lokalisering och säsong samt att slakt sker året runt innebär att bedömningen bortsåg från all variation från dessa faktorer. Betydande sådan variation förekommer sannolikt i praktiken, men den använda metoden innebär alltså att genomsnittliga värden för respektive fara och system skattas.

Riskberäkning och scenarier

Som samlat mått på risken för bristande välfärd till följd av respektive fara i olika slaktsystem användes produkten av de negativa effekternas styrka och exponeringen:

$$\text{Risk} = \text{Styrka} * \text{Exponering} = \text{Intensitet} * \text{Duration} * \text{Exponering} / 15$$

Separata riskvärden beräknades för de lägsta tänkbara, mest sannolika och högsta tänkbara exponeringsvärdena. För varje fara och slaktsystem anpassades en kontinuerlig sannolikhetsfördelning (PERT-fördelning; Clark, 1962) till dessa tre värden. Fördelningen

representerade en skattning av hur troligt ett visst exponeringsvärde var. Fördelningarnas medelvärde och standardavvikelse beräknades. Dessutom skattades 2,5:e och 97,5:e percentilerna med hjälp av simulering med 10 000 iterationer i @Risk (Palisade Corporation, Ithaca, NY, USA) tillägg för Excel™ (Microsoft Corporation, Redmond, WA, USA). Från percentilerna beräknades ett 95 % konfidensintervall, vilket kan tolkas som intervallet inom vilket det sanna skattade exponeringsvärdet bedömdes ligga med 95 % sannolikhet.

För varje fara och slaktsystem beräknades risken i populationen med hänsyn till den aktuella användningen av olika slaktsystem i svenska odlingar. Risken beräknades för tre olika scenarier:

- I. Nu rådande fördelning mellan slaktsystemen (Tabell 4 i Bilaga 3).
- II. Ingen bedövning med koldioxid, isvatten eller slakt utan bedövning. Alla odlingar som tidigare använde koldioxid har gått över till manuellt slag (under 20 ton/år), till torr el (20–150 ton/år) eller till torr el eller maskinellt slag (över 150 ton/år, fem respektive fyra odlingar). Odlingar som tidigare använde isvatten har gått över till torr el (75–150 ton/år). Odlingar som tidigare slaktade utan bedövning har gått över till bedövning med manuellt slag (5–20 ton/år). Detta scenario antogs vara en realistisk följd av att koldioxidbedövning, bedövning med isvatten och slakt utan bedövning ersätts av andra redan utvecklade slaktmetoder. Det totala antalet odlingar av olika storlekar antogs vara oförändrat.
- III. Som scenario II, men alla odlingar som tidigare använde torr el eller maskinellt slag har gått över till en kombination av torr el och maskinellt slag. Detta scenario antogs vara en följd av en utveckling av ett kombinerat, hittills oprövat slaktsystem som introduceras i större odlingar (företag över 20 ton/år). Det totala antalet odlingar av olika storlekar antogs vara oförändrat.

Riskbedömningen var halvkvantitativ, varför den skattade eller beräknade intensiteten, durationen och risken inte kan betraktas som linjära storheter (värdet 0,6 är exempelvis inte nödvändigtvis dubbelt så mycket som 0,3). Konsekvensen av det är att värdena strängt taget inte kan jämföras kvantitativt eller summeras för t ex olika slaktsystem som sedan jämförs, utan de kan endast användas för att rangordna farorna. Ett stort antal medelhöga värden för ett system behöver alltså inte vara lika mycket "värda" som ett fåtal höga värden för ett annat system. Detta till trots ger värdena en potentiellt värdefull fingervisning om den absoluta djurskyddsbetydelsen av olika faror, om vederbörlig försiktighet iakttas vid tolkningen av siffrorna. Därför bildades summor av samtliga farors riskvärden för att jämföra den totala risken mellan olika steg i slaktprocessen, mellan olika slaktsystem och mellan olika scenarier i populationen.

Expertbedömning

Fjorton svenska experter på fiskodling, djurvälstånd och/eller riskbedömning bidrog till bedömningen, varav nio från universitet, tre från myndigheter och två från näringen. Expertgruppen inkluderade fyra projektanställda forskare (projektledaren och tre andra personer), vilka utförde det mesta av bedömningsarbetet och utsåg de övriga experterna. Ett första utkast till riskmodell presenterades i augusti 2011 och den utvecklades därefter stegvis fram till februari 2013. I mars 2012 hölls ett möte med nio av experterna närvarande och i december 2012 en workshop med elva av experterna. Information om befintliga slaktsystem samlades in genom två studieresor, dels till ett antal svenska odlingar och slakterier i maj 2011 och dels till norska anläggningar i juni 2012. De fyra forskarna hade därutöver sex möten för att diskutera riskmodellen.

Känslighetsanalys

Ett alternativt sätt att gradera intensiteten användes, där grav påverkan istället för 3 poäng (Tabell 2 i Bilaga 3) gavs 9 poäng och risk beräknades enligt följande formel (där risk fortfarande kunde anta värden mellan 0 och 1). Resultaten från de två alternativa graderingsmetoderna jämfördes.

$$\text{Risk} = ((\text{Intensitet} - 1)^3 + 1) * \text{Duration} * \text{Exponering} / 45$$

Som nämnt ovan graderades durationen hos effekterna av en fara olika beroende på om exponeringen skedde före bedövningssteget eller från bedövningen och framåt (Tabell 3 i Bilaga 3). Som en alternativ metod användes den skattade tiden i minuter (på en kontinuerlig skala) i stället för durationspoängen, varvid risk beräknades enligt följande formel (nämnaren anpassad för att ge värden i samma storleksordning som med ordinarie beräkning). Resultaten från de två alternativa metoderna jämfördes.

$$\text{Risk} = \text{Intensitet} * \text{Tid} * \text{Exponering} / 300$$

För att bedöma effekten av säsongvariationer gavs varje fara en säsongspoäng. De flesta faror antogs ha en likartad effekt året om och gavs poängen 1, medan ett mindre antal faror antogs ha en effekt endast under den kalla årstiden och därför gavs poängen 0,33, som uttryck för att exponering är aktuell under endast en tredjedel av året (ungefär december-april) och att en tredjedel av all slaktad fisk därigenom exponeras för dessa faror. Separata riskbedömningar gjordes för helår (då risken dessutom multiplicerades med säsongspoängen) och för vinterförhållanden (utan hänsyn till säsongspoängen).

Riskbedömningen gjordes primärt för slakt av regnbågslox, men kan i stora delar antas vara giltig även för fjällröding (*Salvelinus alpinus*). För vissa faror och under vissa förhållanden skiljer sig de negativa effekterna mellan de två arterna.

Resultat

Tabeller och figurer återfinns i Bilaga 3.

Tabell 7 visar hur farornas styrka varierar mellan olika steg i slaktprocessen. Farorna under avblodning samt transport och slakt utmärker sig genom de högsta genomsnittliga värdena.

Tabell 8 visar intensitet, tid för negativa effekter, duration, styrka och osäkerhet för alla faror. Tabell 9 visar exponering för alla faror i de olika slaktsystemen.

Tabell 10 visar deskriptiva mått på osäkerhet, intensitet, tid för negativa effekter och duration under olika steg i slaktprocessen. Avblodningen har störst andel faror med hög intensitet, medan väntan har längst tider och störst andel faror med hög poäng för duration.

Tabell 11 visar den sammanlagda risken i olika slaktsystem och olika system i slaktprocessen. Bedövning genom maskinellt slag (G) och genom torr el i kombination med maskinellt slag (H) uppvisade särskilt låga värden under avblodningen (liksom bedövning med isvatten utan avblodning, av lättförklarliga skäl). Kombinationen torr el och maskinellt slag uppvisade dessutom ett extremt lågt värde under transporten och slakten.

Tabell 12 visar resultat från känslighetsanalysen.

Figur 1 visar den totala risken vid de tre scenarierna. Scenario II och III uppvisar en väsentligt lägre risk än scenario I, men årstiderna skiljer sig inte nämnvärt sinsemellan. Inom respektive scenario är risken något högre under vinterförhållanden än under sommaren, men skillnaden mellan årstiderna är marginell i förhållande till skillnaden mellan scenarierna.

Figur 2 visar den totala risken vid de tre scenarierna under olika förutsättningar för bedömningen. En modifierad gradering av duration resulterar i en betydligt minskad skillnad mellan scenarierna.

Figur 3 visar den totala risken i de åtta olika slaktsystemen under olika förutsättningar för bedömningen. Bedövning med koldioxid eller isvatten med/utan avblodning samt avblodning utan föregående bedövning uppvisar genomgående de högsta riskvärdena. Slakt utan bedövning har allra högst värden. Bedövning genom manuellt slag, el, maskinellt slag eller kombinationen el och maskinellt slag uppvisar genomgående de lägsta värdena. Maskinellt slag har de allra lägsta värdena, men skillnaden mellan dessa fyra slaktsystem är mycket liten. Skillnaden mellan systemen minskar när en modifierad gradering av duration används.

Diskussion

Exponeringen för en fara beror i vissa fall av graden av exponering för andra faror, tidigare i slaktprocessen. Exempelvis beror sannolikheten för urtagning vid medvetande på hur bedövningen och avblodningen har lyckats. Detta påverkar givetvis även de slutliga riskskattningarna. Vi har antagit ett antal sannolikhetsvärden som styr liknande samband för ett mindre antal faror under slutet av slaktprocessen. Andra sannolikhetsvärden hade lett till något annorlunda skattningar av riskerna, men det är vår bedömning att effekten i de flesta fall hade varit ringa och därför utan betydelse.

Interaktion kan förekomma mellan olika faror, vilket innebär att effekten av en fara på en fisk beror på exponeringen för en eller flera andra faror, samtidigt eller tidigare i slaktprocessen. När olika faror bedöms separat – såsom oftast är fallet vid riskbedömning av djurvälstånd – är möjligheterna starkt begränsade att ta hänsyn till interaktioner mellan dem, eftersom det i princip kräver att värden för intensitet, duration och exponering skattas för såväl varje fara var för sig som för alla kombinationer av interagerande faror. Förutom att det skulle göra analysen betydligt mer komplicerad saknas i de flesta fall dataunderlag för sådana skattningar. I denna studie, liksom i EFSA:s riskbedömning (2009), ignoreras därför interaktioner mellan faror. Hur stort fel i de slutliga riskskattningarna som detta medför är okänt.

Det finns ett samband mellan intensitet/duration och exponering för en fara, på så sätt att skattningen av exponeringen kräver att bedömaren är medveten om hur faran har beskrivits och karakteriserats vad gäller intensitet/duration (eller det omvända, beroende på i vilken ordning skattningarna görs). I själva verket är karakteriseringen av farorna en förenkling av verkligheten, där det kan sannolikt finnas en variation i effekten av och exponeringen för de flesta faror. Ju mer intensiv och långvarig man beskriver effekten av en fara, desto mindre sannolikt är det att fiskar exponeras för den. Detta understryker vikten av att experter som anlitas för att skatta intensitet, duration eller exponering är väl införstådda med definitionen av olika faror och att de tolkar denna på samma sätt. I denna studie gjordes skattningarna genom upprepade möten med diskussioner mellan experterna, varvid goda möjligheter gavs att uppnå en samsyn i innebörden av olika faror.

Känslighetsanalysen visar att riskerna är endast marginellt högre under vinterförhållanden än under sommaren.

Riskbedömningen använder sig av tre olika scenarier, som baseras på nuvarande produktionsstruktur samt två olika grader av implementering av modern bedövningsteknik, men med bibehållen total produktionsvolym. Jämförelsen mellan scenarierna visar att en utveckling som innebär att koldioxidbedövning, bedövning med isvatten och slakt utan bedövning ersätts av andra redan utvecklade bedövningsmetoder kommer sannolikt att minska den totala risken förknippad med hela slaktproceduren med nästan en tredjedel. En utveckling där kombinationen av torr el och maskinellt slag dessutom introduceras i alla större odlingar (företag över 20 ton/år) medför däremot endast en marginell ytterligare minskning av den totala risken.

Det har framförts att röding skulle vara mindre känslig för kylning än regnbåge genom sin naturliga tolerans/preferens för kallt vatten. Likaså finns det personliga observationer i näringen att röding

skulle vara en "lugnare" fisk. Det vill säga den skulle inte bli lika stressad eller reagera med samma nivå av panik inför luftexponering som annan fisk. I våra arbeten har det dock inte framkommit något faktamaterial som stöder detta utan alla studier tyder på att skillnaderna mellan röding och regnbåge inte är av praktisk betydelse. Här kan vidare studier, där arterna jämförs på ett mer systematiskt sätt, vara nödvändiga för att säkerställa om särskilda regler behövs för respektive art eller om samma regelverk är tillämpligt. Man ska dock vara medveten om att regnbåge generellt tenderar att hållas i varmare vatten och slaktas vid större storlek än röding och kan därför ge intrycket av att vara "livligare" och mer svårhanterlig.

Slutsatser och rekommendationer

Generella rekommendationer baserade på riskbedömningen

Vid kommersiell slakt av regnbågslax eller röding innebär avblodningen flest faror med hög intensitet i de negativa effekterna på fiskarna, medan väntan på överföringen till bedövning har flest faror med långvariga sådana effekter. Avblodningen samt transporten och slakten utmärker sig samtidigt genom högsta genomsnittliga intensitet och/eller duration i effekterna.

Slakt med bedövning med koldioxid eller isvatten med/utan avblodning samt avblodning utan föregående bedövning är förknippad med högre risker än slakt med bedövning genom manuellt slag, el, maskinellt slag eller kombinationen el och maskinellt slag. Skillnaden mellan de sistnämnda systemen är ringa.

Välfärdsriskerna är endast marginellt högre vid slakt under vinterförhållanden än under sommaren, men den enskilda risken för sönderfrysning av gälar naturligtvis bara förekommer vid luftexponering vid låga temperaturer. Att minimera risk för luftexponering bör därför omgärdas av striktare rekommendationer vid låga temperaturer.

De totala välfärdsriskerna är sannolikt likartade för regnbågslax och röding.

En utveckling i landet som innebär att koldioxidbedövning, bedövning med isvatten och slakt utan bedövning helt ersätts av andra redan utvecklade bedövningsmetoder kommer sannolikt att minska den totala välfärdsrisken under hela slaktproceduren med nästan en tredjedel. En utveckling där kombinationen av torr el och maskinellt slag dessutom introduceras i alla större odlingar medför däremot endast en marginell ytterligare minskning av den totala risken.

Exempel på möjliga specifika rekommendationer⁶.

- Svält innan slakt
 - Svält innan slakt bör utföras men inte överstiga 50 dygnsgrader. Svält bör vara kortare för köns mogen fisk, speciellt om man avser att inte avliva den direkt efter svältperioden.
- Transport till kaj
 - Ska ske försiktigt och om man redan innan transport måste minska kassens volym (t.ex. genom höjande av dess botten) ha speciell kontroll på vattenkvaliteten, gärna genom mätningar. Detta gäller i högre grad om man har påväxt (alg eller annat) på kassen vilket redan från början reducerar en fri vattengenomströmning.
 - Det är en fördel om man kan iaktta fisken också under vattnet för att tidigare kunna se beteendeförändringar som indikerar stress på grund av för hög bogserfart eller sämre vattenkvalitet.

⁶ Dessa rekommendationer ska enbart ses som exempel på viktiga områden att ta hänsyn till i den framtida utformningen av såväl lagstiftning som råd till näringsidkare.

- Eventuella förändringar i vattenströmmen och vattendjupet bör motverkas antingen genom tillsatts av luft/syre eller genom mekanisk vattenomrörning.
- Dödfisk ska tas bort regelbundet, helst dagligen, men allra senast innan förflyttning av kassen.
- Trängning
 - Se vattenkvalitet ovan under Transport till kaj.
 - Fisken ska observeras kontinuerligt under hela trängningen och helst även under vattnet.
 - Om ett uppehåll görs under trängningen ska fisken hållas under god uppsikt och garanteras god vattenkvalitet under uppehållet. Om inte detta kan uppfyllas ska trängningen minskas genom att fisken ges mer utrymme under uppehållet.
- Överföring till bedövning
 - Exponeringen för luft ska minimeras tills fisken är bedövd, alternativt förbedövd.
 - Håvning bör ske med vatten genom att håven förses med en presenning eller liknande. Om håvning sker utan vatten bör håven inte innehålla mer än ett, maximalt två lager fisk.
 - Håvning ska ske med slätt nät utan knutar.
 - Håvas fisken till uppsamlingsplats i luft bör fisken flyttas till vatten eller bedövas snabbt, sannolikt helst inom 10 sekunder (exakt tid bör avgöras genom vidare studier och är beroende av luft- och vattentemperatur).
 - Vid pumpning bör vattenströmmen vara så kontinuerlig som möjligt.
 - Utrustningen ska vara avpassad till fiskens storlek.
 - Inga ytor som fisken kommer i kontakt med får ha vassa kanter, trånga böjar där fisken lätt slår i och friktionsytor. Detta gäller även inuti rör som genom vilka fisken transporteras. Fisken ska regelbundet/stickprovsmässigt kontrolleras för mekaniska skador för att snabbt kunna åtgärda eventuella mekaniska riskzoner.
- Bedövning
 - Det ska alltid finnas en för företaget utsedd ansvarig för djurskydd som ansvarar för att bedövningen och strupskärning sker korrekt.
 - Bedövning ska utföras av för ändamålet speciellt utbildad och tränad personal.
 - Tecken hos fisken på bristande bedövning, som ögon, gäl, käk och simrörelser, ska utföras kontinuerligt omedelbart efter bedövningsmomentet. Om sådana tecken förekommer ska slakten avbrytas omedelbart och tills problemet med bristande bedövning är avhjälpt.
 - Fisk ska inte exponeras för luft mer än sammanlagt 10 sekunder (exakt tid bör avgöras genom vidare studier och är beroende av lufttemperatur) innan godkänd bedövning eller förbedövning är utförd. Vid mycket kall väderlek bör denna tid vara kortare.
 - Vid manuell bedövning med slag bör en och samma person inte arbeta längre pass än att arbetet kan utföras så att fisken bedövas på ett snabbt och tillfredsställande sätt. Vid kall väderlek bör arbetspassen vara kortare.
 - Vid mycket kall väderlek bör manuell slagbedövning bara användas för små mängder fisk där luftexponeringen kan hållas vid ett minimum och fisken i princip bedövas momentant när den kommer upp ur vattnet.
- Avblodning
 - Strupskärning är att föredra framför gälstick om den utförs manuellt.
 - Vid stora slaktvolymen bör en person som slaktar inte arbeta alltför långa pass.
 - Vid stora slaktvolymen ska avblodningen utföras maskinellt.
- Urtagning / transport till slakteri
 - Tecken hos fisken (se ovan under bedövning) på bristande bedövning ska utföras regelbundet under slakt efter avblodningsbadet. Om sådana tecken förekommer ska

slakten avbrytas omedelbart och tills problemet med bristande bedövning är avhjälpt.

Tack

Vi vill rikta ett stort tack till Jordbruksverket och Forskningsrådet Formas, som ekonomiskt har gett oss möjligheten att dels öka kunskapen och därmed förståelsen för fiskars välfärd och dels producera ett underlag för att anpassa EU:s mer generella regelverk till en svensk verklighet. Vi vill också tacka alla engagerade personer från näring, myndigheter och akademi, som villigt har delat med sig av kunskaper och erfarenheter inom detta område.