



Elbedövning av Atlantlax (*Salmo salar*)

- forskning och riktlinjer i relation till djurvälstånd

Linn Hörnell

Självständigt arbete • 15 hp
Sveriges lantbruksuniversitet, SLU
Institutionen för tillämpad husdjursvetenskap och välfärd
Etologi och djurskydd (kandidat)
Uppsala 2025



Elbedövning av Atlantlax (*Salmo salar*) - forskning och riktlinjer i relation till djurvälstånd

Electrical stunning of Atlantic salmon (Salmo salar) – research and guidelines in relation to animal welfare.

Linn Hörnell

Handledare: Albin Gräns, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för tillämpad husdjursvetenskap och välfärd
Examinator: Claes Anderson, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för tillämpad husdjursvetenskap och välfärd

Omfattning: 15 hp
Nivå och fördjupning: Grundnivå, G2E
Kurstitel: Självständigt arbete i biologi
Kurskod: EX0867
Program/utbildning: Etologi och djurskydd (kandidat)
Kursansvarig inst.: Institutionen för tillämpad husdjursvetenskap och välfärd
Utgivningsort: Uppsala
Utgivningsår: 2025

Nyckelord: Atlantlax, Europa, elbedövning, djurvälstånd, slakt

Sveriges lantbruksuniversitet
Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap
Institutionen för tillämpad husdjursvetenskap och välfärd

Abstract

The aim of the study was to assess the extent to which the welfare of Atlantic salmon (*Salmo salar*) is being protected during electrical stunning at slaughter in Europe. This was done by reviewing scientific articles alongside legislation and recommendations from the largest salmon producing countries in Europe, i.e. Norway, the United Kingdom and the Faroe Islands. Alongside these, legislation and recommendations from the European Union (EU) and World Organisation for Animal Health (WOAH) were included. An evaluation of the scientific basis for these regulations was conducted to determine the extent to which they are supported by empirical evidence. The results revealed critical gaps in both legislation and scientific understanding concerning the use of electrical stunning of Atlantic salmon. Out of the countries examined, Norway stood out by having more detailed legislation. However, only Norway's and European Food Safety Authority (EFSA's) recommendations referred to scientific studies, indicating that current regulations also lack scientific support.

In conclusion, further research is needed to better understand the welfare implications of electrical stunning and to ensure the protection of Atlantic salmon during slaughter. This would also help address the clear need for more detailed and evidence-based legislation. The current lack of both regulations and research means that Atlantic salmon may not be adequately protected at the time of slaughter.

Keywords: Atlantic salmon, Europe, electrical stunning, animal welfare, slaughter

Innehållsförteckning

Tabellförteckning	6
Figurförteckning.....	7
Förkortningar	8
1. Introduktion	9
1.1 Inledning.....	9
1.2 Bakgrund.....	9
1.2.1 Fiskodling	9
1.2.2 Atlantlax	10
1.2.3 Välfärdsaspekter vid slakt – bedövning	11
2. Syfte och frågeställningar	12
2.1 Syfte	12
2.2 Frågeställningar	12
3. Material och metod	13
3.1 Litteratur	13
3.2 Lagstiftning och rekommendationer.....	13
3.2.1 Avgränsningar.....	14
3.3 Digitala hjälpmedel.....	14
4. Resultat	15
4.1 Litteratursammanställning	15
4.1.1 Beteendeindikatorer på medvetlöshet	15
4.1.2 Bedövningens effektivitet och varaktighet	16
4.1.3 Köttkvalitet	16
4.1.4 Är elbedövning en human bedövningsmetod?	17
4.2 Lagstiftning och rekommendationer.....	17
4.2.1 EU	17
4.2.2 Norge	19
4.2.3 Storbritannien	20
4.2.4 Färöarna	21
4.2.5 Sammanfattning.....	21
4.3 Vetenskaplig bakgrund	22
5. Diskussion	25
5.1 Diskussion utifrån frågeställningarna.....	25
5.1.1 Riktlinjernas vetenskapliga förankring	25
5.1.2 Forskningen och riktlinjernas omfattning	28
5.2 Hållbarhet.....	29
5.3 Arbetets styrkor och svagheter	30

5.3.1	Metod	30
5.3.2	Litteratur	31
5.4	Framtida forskning	31
6.	Slutsats	33
	Populärvetenskaplig sammanfattning	34
	Tack	35
	Referenser.....	36

Tabellförteckning

Tabell 1. Översikt över den lagstiftning och de rekommendationer som hittats för djurvelfärd vid elbedövning i samband med slakt av Atlantlax i EU, Norge, Storbritannien och Färöarna.	22
Tabell 2. Översikt över förekomsten av vetenskapliga referenser i lagstiftning och rekommendationer för djurvelfärd vid elbedövning i samband med slakt av Atlantlax i EU, Norge, Storbritannien och Färöarna.	23

Figurförteckning

Figur 1. Återhämtning efter elbedövning av Atlantlax, mätt med hjälp av gällocks rörelser respektive VER. Figur baserad på resultat av Robb och Roth (2003).	27
---	----

Förkortningar

Förkortning	Betydelse
EEG	Elektroencefalografi
EES	Europeiska ekonomiska samarbetsområdet
Efsa	Europeiska myndigheten för livsmedelssäkerhet
EU	Europeiska Unionen
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
RSPCA	Royal Society for the Prevention of Cruelty of Animals
VER	Visuella reaktionspotentialer
VOR	Vestibulo-okulär reflex
WOAH	World Organisation For Animal Health

1. Introduktion

1.1 Inledning

Fiskars förmåga att känna smärta och lidande har inte alltid betraktats som en självklarhet (Chandroo *et al.*, 2004). I takt med att forskningen visar att så är fallet, förändras också uppfattningen om vilka krav som kan och bör ställas på välfärden för odlad fisk (Chandroo *et al.*, 2004). Trots detta är lagstiftningen på området bristfällig och många av de metoder som används vid slakt ger upphov till lidande för fiskarna (Chandroo *et al.*, 2004; Mercogliano & Dongo, 2023).

Elbedövning har föreslagits som ett potentiellt humant tillvägagångssätt vid slakt och har därför snabbt blivit vanligare inom vattenbruk och fiskeindustrin (Hjelmstedt *et al.*, 2022). Samtidigt indikerar forskning på området att det råder viss osäkerhet gällande elbedövningens påstådda fördelar för fiskvälfärden (Gräns *et al.*, 2016). Mot denna bakgrund är det relevant att se närmare på hur de välfärdsrisker som presenteras i forskningen beaktas i den lagstiftning och de rekommendationer som finns.

1.2 Bakgrund

För att förstå de välfärdsrelaterade utmaningarna vid slakt av fisk är det viktigt att först sätta produktionen i sitt sammanhang. Nedan följer därför en kort bakgrund till fiskodlingens framväxt, Atlantlaxens betydelse i den globala vattenbruksindustrin, samt välfärdsaspekter vid slakt och metoder för bedövning.

1.2.1 Fiskodling

Fiskodling lyfts allt oftare fram som en viktig del i att lösa flera av vår tids stora utmaningar, från miljö till livsmedelssäkerhet och folkhälsa (Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO], 2024). Inte minst då fisk, i jämförelse med rött kött, anses vara mer hälsosamt och mindre miljöfarligt (Hilborn *et al.*, 2018; Thomsen *et al.*, 2019). Konsumtionen av fisk har fördubblats under de senaste cirka 50 åren, en trend som förväntas fortsätta i takt med att vattenbruket växer (FAO, 2022).

Enligt uppskattningar slaktas över 100 miljarder fiskar (räknade som individer) från det globala vattenbruket varje år (Mood *et al.*, 2023). År 2022 kom

produktionen upp i 61,5 miljarder ton levande vikt, och gick därmed för första gången om vildfångad fisk mätt i vikt (FAO, 2024).

Globalt sett är sötvattensodling i inlandet den vanligaste produktionsformen, men fiskodling kan även ske i sjöar och hav (FAO, 2024). Inom sötvattensodling används olika metoder, där enklare dammar är det vanligaste (FAO, 2024). Kustnära vattenbruk är även en viktig produktionsform som ofta sker med hjälp av byggda dammar (FAO, 2024). Marin produktion kan antingen innebära att arten hålls i dessa system hela livscykeln, eller enbart under tillväxtfasen innan de slaktas (FAO, 2024). Inom akvatisk animalieproduktion är det vanligaste att man tillför föda, men även självförsörjande system såsom dammar där ingen extern utfodring sker förekommer (FAO, 2024).

Vattenbruksindustrin innefattar stor variation, både gällande produktionsmetod och arter som hålls (FAO, 2024). Enligt FAOs rapport från 2024, hålls 368 olika fiskarter på fiskodlingar globalt.

1.2.2 Atlantlax

Atlantlax (*Salmo salar*) är den mest konsumerade fiskarten i Sverige och en av de mest producerade globalt (Borthwick *et al.*, 2019; Eurostat, 2025). Dessutom dominerar Atlantlax den globala handeln inom området (FAO, 2024). Detta har delvis möjliggjorts genom en allt mer intensiv produktion, med större anläggningar som medför större lönsamhet och tillväxt (Ellis *et al.*, 2016).

Atlantlax föds i regel upp på land innan den placeras i marina system för att växa till slaktvikt (FAO, 2024). Vid konventionell produktion hålls Atlantlaxen i kassar där vattnet kan flöda fritt genom och där fisken matas regelbundet (Halwart *et al.*, 2007). Denna produktionsform lämpar sig därför bra i kustnära länder som Norge, världens största producent av Atlantlax (Halwart *et al.*, 2007; FAO, 2024).

Produktionen av Atlantlax sker huvudsakligen i ett fåtal länder, som exporterar till andra delar av världen (FAO, 2024). Norge producerar globalt sett överlägset mest Atlantlax och är världens näst största exportör av vattenbruksprodukter (FAO, 2024; FAO Statistical Query Panel, 2025). Efter Norge är Storbritannien och Färöarna de största producenterna av odlad Atlantlax i Europa (FAO Statistical Query Panel, 2025). Trots att Atlantlax är den mest konsumerade fiskarten i Sverige, saknas inhemsk produktion av Atlantlax som matfisk, och den överlägset största andelen importeras istället från Norge (Borthwick *et al.*, 2019).

1.2.3 Velfärdsaspekter vid slakt – bedövning

Inom Europeiska Unionen (EU) ska djur bedövas innan avlivning, på ett sådant sätt att det är ihållande fram tills djuret har dött. Detta fastställs i artikel 4.1 i Rådets förordning (EG) 1099/2009 om skydd av djur vid tidpunkten för avlivning¹. Denna bestämmelse omfattar dock uttryckligen inte fisk (artikel 1.1), vilket gör det relevant att granska hur fiskars välfärd skyddas vid slakt.

De huvudsakliga metoderna för bedövning av fisk är användning av gas (såsom koldioxid eller kväve), mekanisk bedövning, kemisk bedövning samt elbedövning (Erikson, 2011; EU-kommissionen, 2017). Enligt EU-kommissionens rapport från 2017, var mekanisk och elektrisk bedövning i luft de vanligaste bedövningsmetoderna för lax.

Elbedövning har föreslagits som en mer skonsam bedövningsmetod jämfört med många av de andra, då den kan medföra att fisken förlorar medvetandet omedelbart (Robb & Roth, 2003). Metoden riskerar dock att paralysera fisken utan att orsaka medvetslöshet, vilket kan göra visuell bedömning av bedövningens effektivitet missvisande (Lambooy *et al.*, 2010). Risken för att inte upptäcka ofullständig bedövning till följd av paralysering kan därmed medföra välfärdsrisker (Gräns *et al.*, 2016).

Trots detta, blir metoden allt vanligare inom vattenbruket (Hjelmstedt *et al.*, 2022). Bland annat är detta en av de två bedövningsmetoder som World Organisation For Animal Health (WOAH) rekommenderar i sina riktlinjer (2019). Även i EU-kommissionens rapport från 2017, föreslås el som en möjlig metod för att öka fiskarnas välfärd i samband med slakt.

Enligt EU-kommissionen är Atlantlax den art som har bäst välfärd i samband med bedövning och slakt, medan riktlinjer och skydd för resterande arter halkar efter (2017). Den engelska litteraturen om vattenproduktion fokuserar även i stor utsträckning på ekonomiskt värdefulla arter som Atlantlax (Naylor *et al.*, 2021). Att utgå från den art som det finns mest riktlinjer och kunskap om, skulle därför kunna ge en bild av den högsta nivån av välfärd som idag uppnås inom industrin. Något som i sin tur kan tänkas fungera som en referenspunkt för skyddet av mindre uppmärksammade arter inom vattenbruket. Detta genom att tydliggöra vilka nivåer av djurvälfärd som är möjliga att uppnå vid elbedövning, samt vilka brister som fortfarande förekommer med denna bedövningsmetod i samband med slakt.

¹ EUT L303, 18.11.2009, s. 1, Celex 32009R1099

2. Syfte och frågeställningar

2.1 Syfte

Syftet med arbetet är att undersöka i vilken utsträckning Atlantlaxens (*Salmo salar*) välfärd skyddas vid elbedövning i samband med slakt i Europa. Studien utgår från ett djurvälståndsperspektiv och baseras på relevant lagstiftning, rekommendationer samt vetenskaplig forskning.

2.2 Frågeställningar

De frågeställningar som ska besvaras är:

- Vad säger den vetenskapliga litteraturen om elbedövning av Atlantlax?
- Vilken lagstiftning och vilka rekommendationer finns för elbedövning av Atlantlax i Europa?
- Är lagstiftningen och rekommendationerna vetenskapligt förankrade?

3. Material och metod

3.1 Litteratur

De sökmotorer som använts för att hitta vetenskapliga artiklar är Google Scholar och Primo. Följande sökord har använts i olika kombinationer: fish, aquaculture, salmon, Atlantic salmon, stunning, methods, electrical stunning, welfare, EEG, Europe.

För att inkluderas i litteratursammanställningen skulle studierna vara vetenskapligt granskade förstahandskällor, helt eller delvis behandla Atlantlax samt fokusera på djurvälstånd i samband med elbedövning. Utifrån dessa kriterier gallrades de sju artiklar som vid det första urvalet identifierats ner till tre. Även de vetenskapliga artiklar om Atlantlax som lagstiftningen och rekommendationerna refererade till inkluderades i sammanställningen. I sammanställningen av dessa studier inkluderades inte exakta elektriska parametrar.

Lagstiftning och rekommendationers vetenskapliga bakgrund har undersökts genom att gå igenom referenshänvisningar. Enbart den hänvisning som rör Atlantlax har undersökts, medan studier utförda på andra fiskarter utelämnats. Detta eftersom fiskar är den grupp av ryggradsdjur vars anatomi innehåller störst variation, vilket gör att fysiologiska responser kan skiljas åt mellan arter (D'Angelo *et al.*, 2016). Om referensen varit en rapport eller liknande har förstahandskällan till relevant information i denna sökts, samtidigt som rapportens slutsatser baserade på denna tagits upp.

3.2 Lagstiftning och rekommendationer

För att hitta lagstiftning och rekommendationer har Googles sökmotor till en början använts. Detta har även lett mig vidare till följande sökmotorer: legislation.gov.uk (Storbritannien), gov.scot (Skottland), lovdata.no (Norge), logir.fo (Färöarna) och eur-lex.europa.eu (EU). Färöarnas lagstiftning har hittats och översatts med hjälp av chefen för veterinäravdelningen vid den färöiska livsmedels- och veterinärmyndigheten via mejl.

Följande sökord har använts i olika kombinationer och i vissa fall översatts till andra språk: legislation, recommendation, guidelines, United Kingdom, Scotland, Norway, Faroe Islands, Europe, European Union, EU, Animal, Fish, Salmon, Slaughter, Stunning, Electrical stunning, Killing, Welfare.

3.2.1 Avgränsningar

Enligt FAOs senaste tillgängliga statistik är Norge, följt av Storbritannien och Färöarna, de största producenterna av Atlantlax i Europa (FAO Statistical Query Panel, 2025). För att ge en representativ bild av hur regelverken ser ut för majoriteten av Europas Atlantlax, utgår arbetet från dessa länders lagstiftning och rekommendationer. Även EUs lagstiftning och rekommendationer har inkluderats.

Trots att inget av de tre utvalda länderna är medlemmar i EU, har EU-lagstiftningen betydelse. År 2020, när Storbritannien lämnade EU, behölls stora delar av den lagstiftning som tidigare gällde (legislation.gov.uk, 2025a). Norge är inte med i EU, men ingår i Europeiska ekonomiska samarbetsområdet (EES) (Europaparlamentet, 2024). Den EU-lagstiftning som tas upp i studien har därmed betydelse för både Norge och Storbritannien. Även Färöarna påverkas av EU-lagstiftning då de 1997 ingick i en handelsöverenskommelse, som bland annat inkluderar krav på att inte diskriminera EUs regler gällande djurhälsa (Denmark, European Community & Faroes, 1996).

EU-lagstiftning har också inkluderats för att ge en översiktsbild av vad som gäller i Europa i stort, utöver de tre utvalda länderna. EU-kommissionens rapporter inom området har granskats för att få en överblick över deras ställningstaganden och därigenom varför lagstiftningen ser ut som den gör. Dessa hittades med hjälp av ovanstående sökmotorer och sökord. I anknytning till detta undersöktes även WOAHS rekommendationer (2019), som dessa rapporter tar avstamp i.

Storbritanniens parlament stiftar lagar som gäller i hela riket - England, Skottland, Nordirland och Wales. Utöver detta, kan de tre sistnämnda stifta egna lagar (Legislation.gov.uk, 2025b). Då Skottland producerar den största delen av laxen i Storbritannien (FAO, 2025), har Storbritannien och Skottlands bestämmelser inkluderats i detta arbete.

3.3 Digitala hjälpmedel

Som hjälpmedel har Primo och Scribbr använts för att skapa referenser till vetenskapliga artiklar till referenslistan, som sedan verifierats. Chat gpt har använts för att hitta synonymer, översätta vissa ord samt uppmärksamma mig på stavnings- och grammatikfel.

4. Resultat

4.1 Litteratursammanställning

För att få en uppfattning om hur väl lagstiftning och rekommendationer skyddar Atlantlaxens välfärd i samband med slakt, är det viktigt att ta hänsyn till vad den vetenskapliga litteraturen säger gällande elbedövning av Atlantlax. I detta avsnitt sammanfattas därför relevant forskning inom området.

4.1.1 Beteendeindikatorer på medvetslöshet

Målet med bedövning i samband med slakt är att göra fisken medvetslös (Kestin *et al.*, 2002). Att bedöma medvetslöshet hos fisk kan dock vara svårt då tecknen skiljer sig från många däggdjur och fåglar, där man bland annat kan testa blinkreflex eller om djuret kan bibehålla sin kroppshållning (Kestin *et al.*, 2002). Fiskar saknar ögonlock och hålls uppe av flytkraft, vilket gör detta svårt att applicera på fisk. Elektroencefalografi (EEG) är en metod för att mäta hjärnaktivitet och kan, t.ex. genom undersökningar av visuella reaktionspotentialer (VER) på EEGt, ge en indikation på om fisken är vid medvetande eller inte (Kestin *et al.*, 2002). VERs är på så sätt en reaktion som kan ses på EEG mätningen om fisken är vid medvetande. Användning av EEG anses vara omöjlig i praktiken inom storskalig produktion då metoden ofta är invasiv, tidskrävande och kostsam (Kestin *et al.*, 2002). Det anses dock vara en värdefull metod i forskningssammanhang för att utvärdera bedövningens effekt (Kestin *et al.*, 2002).

Mot denna bakgrund har behovet av visuella metoder för att bedöma medvetslösheten i praktiken lyfts fram. Detta undersöktes av Kestin *et al.* (2002), där man studerade vilka beteenden som på ett tillförlitligt sätt kan indikera medvetslöshet hos bland annat Atlantlax. Studien utfördes med hjälp av beteendeobservationer på levande, nedsövda och döda fiskar, vars resultat därefter jämfördes med varandra. Testerna visade att om fisken inte indikerar vestibulo-okulär reflex (VOR) eller regelbunden andning (hädanefter kallat gällocksrorelser) var dessa förhållandevis säkra indikatorer på medvetslöshet. VOR är en reflex som reglerar ögonens position i förhållande till varandra när huvudet rör sig (Kestin *et al.*, 2002). Om ögonen inte följer huvudets rörelser, innebär detta att reflexen inte fungerar som den ska (Kestin *et al.*, 2002).

Robb och Roths studie från 2003, tar avstamp i dessa resultat. Författarna kom fram till att gällocksrorelser är en pålitlig metod för att bedöma elbedövningens effektivitet, då de menade på ett samband mellan gällocksrorelser och bedövningens varaktighet mätt med EEG och VER. Lamboij *et al.* drog däremot i

sin studie från 2010 slutsatsen att visuell bedömning av medvetande är problematisk, eftersom elbedövning kan paralysera fisken. Denna studie visar med hjälp av EEG att fiskar kan återfå medvetandet efter bedövning, trots att VOR inte är synlig. Ett resultat som därmed talar emot slutsatsen av Kestin *et al.* (2002).

4.1.2 Bedövningens effektivitet och varaktighet

En central aspekt för välfärden är hur länge fisken förblir medvetlös innan den avlivas genom förblödning (d.v.s. gälskärning eller strupskärning), eftersom båda dessa ingrepp riskerar att leda till lidande om fisken är vid medvetande (Robb *et al.*, 2000). För att avgöra hur länge bedövningen behöver vara ihållande krävs därför mätningar av tiden det tar för fisken att förblöda. Robb *et al.* undersökte detta i en studie från 2000, där de med hjälp av EEG och VERs testade fiskar vars gälbågar var avskurna på ena sidan enligt kommersiell standard, utan att fiskarna hade bedövats innan ingreppet. Av de tio fiskar som undersöktes var den genomsnittliga tiden till medvetlöshet 4,7 minuter. Efter ca 7,5 minuter hade alla tio fiskar förlorat medvetandet. Denna studie ger en indikation på hur länge bedövningen måste vara effektiv för att Atlantlaxen inte ska riskera att återfå medvetandet innan den dör.

Robb och Roth (2003) undersökte varaktigheten av elbedövning hos Atlantlax genom EEG och VERs på fiskar som elbedövats utan att gälskäras. Försöket visade att alla fiskar förlorade medvetandet vid bedövningstillfället, men att det fanns stor variation gällande bedövningens varaktighet. Mätningarna visade att flertalet fiskar återfick medvetandet inom en minut (mätt med VER), men att en fisk förblev medvetlös i över sju minuter. Författarnas slutsats var att elbedövning är en lämplig bedövningsmetod utifrån djurvälståndssynpunkts.

I en senare studie (2010) av Lambooij *et al.* bedövades fiskarna med el och avblodades därefter genom gälskärning. Med hjälp av EEG (VERs användes inte) kunde forskarna se att en av tre fiskar tillfälligt återfick medvetandet inom tre minuter efter bedövningen, vilket visade att bedövningens varaktighet inte var tillräcklig för att hålla tills fisken hade dött.

Det bör noteras att studierna ovan använde olika elektriska parametrar, en aspekt som denna studie inte går in i detalj på.

4.1.3 Köttkvalitet

Elbedövningens påverkan på köttkvaliteten är en återkommande fråga i forskningen som är relevant ur djurvälståndssynpunkt. Detta då man funnit en motsättning mellan effektiv bedövning och köttkvalitet, som gör att vissa

elektriska parametrar som är positiva för välfärden är oacceptabla med hänsyn till köttkvalitet (Lambooij *et al.*, 2010). Studier rörande köttkvalitet omfattas inte av denna litteraturstudie, men ämnet tas upp i någon mån i majoriteten av de studier som sammanställs. Vetskapen om att denna paradox finns är på så sätt viktig att ha i åtanke när djurvelfärden diskuteras.

4.1.4 Är elbedövning en human bedövningsmetod?

Elbedövning sammanfattas av Robb och Roth (2003) som en godtagbar bedövningsmetod ur välfärdssynpunkt, eftersom den med rätt parametrar kan vara omedelbar. Lambooij *et al.* (2010) drar inte en så generell slutsats, utan rekommenderar vissa inställningar som bör användas vid elbedövning. Detta är de enda originalkällor som framkommit under arbetet som uttryckligen undersöker välfärden vid elbedövning av Atlantlax.

4.2 Lagstiftning och rekommendationer

4.2.1 EU

Lagstiftning

Rådets förordning (EG) 1099/2009 om skydd av djur vid tidpunkten för avlivning, gäller för EUs samtliga medlemsstater och EES-länder. Enligt artikel 3.1 i förordningen ska djur skyddas från onödig smärta och lidande vid slakt. Eftersom fisk endast omfattas av denna bestämmelse (artikel 1.1), gäller inte förordningens generella krav på bedövning innan slakt för fisk (artikel 4.1).

Rekommendation – införande av lagstiftning

År 2018 publicerade EU-kommissionen en rapport med syfte att utreda möjligheterna att införa internationell lagstiftning rörande fiskvälfärd i samband med slakt. Rapporten landar i rekommendationen att sådan lagstiftning inte är lämplig. Detta motiveras av att nationell lagstiftning istället börjat utformas, framförallt gällande lax, samt av att industrin på egen hand börjat anamma mindre aversiva metoder. Rekommendationen baseras främst på EU-kommissionens rapport från 2017, som ger en översikt av välfärdsförhållandena för odlad fisk vid slakt inom EU. Denna baseras i sin tur på de rekommendationer som WOAHS och Efsa tagit fram, vilka används som riktmärken för att bedöma djurvelfärdens nivå inom EU. Att gå igenom dessa rekommendationer är därför av betydelse när vi undersöker hur skyddad Atlantlaxen är vid slakt på EU-nivå.

WOAH

World Organisation for Animal Health (förkortat WOAH och tidigare kallat OIE), är en mellanstatlig organisation som syftar till att förbättra djurhälsan (European Commission, 2025). WOAHs rekommendationer från 2019 för bedövning och slakt av odlad fisk kan hittas i kapitel 7.3 i Aquatic Animal Health Code. I dessa lyfts elbedövning fram som en metod som kan orsaka omedelbar medvetslöshet hos fisken. Det påpekas dock att det fortfarande saknas tillräcklig information om bästa praxis för vissa arter.

Enligt WOAHs rekommendationer från 2019 bör fisk bedövas med antingen elektrisk eller mekanisk bedövning. Utrustning och val av metod bör anpassas till art och miljömässiga omständigheter, samt ta hänsyn till artspecifik information. WOAH förespråkar att elbedövning i första hand sker under vatten. Om den istället sker ovanför vatten ska fisken föras in i maskinen med huvudet först. Enligt rekommendationerna ska bedövningen vara omedelbar och fisken ska inte återfå medvetandet innan den hunnit avlivas.

Vidare rekommenderas att utrustningen ska testas regelbundet. Hur detta ska ske är dock inte definierat. WOAH betonar att det måste gå att bekräfta att fisken blivit medvetslös för att bedövningen ska kunna anses som tillräcklig. Vidare hänvisas till följande tecken på medvetslöshet: fisken är orörlig, avsaknad av gällocksrörelser, samt av VER (kräver mätningar med EEG) och av VOR.

Efsa

Europeiska myndigheten för livsmedelssäkerhet (Efsa) syftar till att ge oberoende vetenskapliga råd som ligger till grund för EUs lagstiftning (Europeiska unionen, 2025). År 2009 publicerade Efsa artspecifika rekommendationer för avlivning av atlantlax.

I dessa anges att medvetslöshet bör uppnås inom en sekund, vilket anses möjligt vid elbedövning av arten. Det rekommenderas även att rutiner för hantering av fisk som inte blivit korrekt bedövade bör finnas. Efsa lyfter dock att risker med elbedövning är att alltför svag ström kan orsaka paralysering istället för medvetslöshet (särskilt vid elbedövning i vatten), samt att fisken vid bedövning ovan vatten kan komma in i maskinen fel och då inte bedövas direkt. Enligt deras riskanalys medför elbedövning i vatten större välfärdsrisker än på land, då man riskerar att fisken inte bedövas omedelbart (2009).

I rekommendationerna framgår även att det råder oklarheter kring elbedövningens varaktighet. Lång exponeringstid vid elbedövning av lax är enligt Efsa den mest humana metoden, då det förlänger tiden fisken är medvetslös. Dock anses detta

inte vara lämpligt, då detta inverkar menligt på slaktkroppens kvalitet i och med spruckna blodkärl och likstelhet (Efsa, 2009).

Inom livsmedelsindustrin avblodas laxen efter bedövning, varefter Efsa (2009) anser att inga tecken på aktivitet bör ses. Metoder för att visuellt bedöma medvetlösheten anges vara gällocksrörelser samt VOR. Tecken på simrörelser och respons vid stimuli ska enligt rekommendationerna kunna användas i kombination med dessa, men inte ensamt då fisken kan vara paralyserad.

4.2.2 Norge

Lagstiftning

Norges djurskyddslag fastställer att djur ska bedövas innan avlivning samt avlivas på lämpligt sätt ur välfärdssynpunkt (Lov nr. 97 fra 19 juni 2009). Forskrift nr. 1250 fra 30 oktober 2006 om slakterier og tilvirkingsanlegg for akvakulturdyr, skyddar fisken ytterligare genom bland annat utbildningskrav på personalen. De metoder som används ska även vara beprövade med hänsyn till välfärd och bedövningen ska vara ihållande till dess att fisken dött på grund av blodförlust till hjärnan. Vissa bedövningsmetoder, såsom koldioxid, är enligt denna föreskrift förbjudna.

Vägledning

Baserat på den ovan nämnda föreskriften, införde Mattilsynet i Norge år 2022 en kombination av krav och rekommendationer som fastställer vad god fiskvälfärd vid slakt innebär. Dessa fastställs i Mattilsynets vägledning Krav til god fiskevelferd ved slakterier for akvakulturdyr.

Enligt dessa krav ska fisken vid bedövning förlora medvetandet inom en halv sekund. Att bedövningen är omedelbar ska med hjälp av EEG testas på artnivå, för att få fram bästa praxis för alla arter som utrustningen ska användas på. Vid kontroll ska denna dokumentation kunna styrka att bedövningsutrustningen uppfyller välfärdskraven.

Vidare framgår det i vägledningen att mätning av bedövningens varaktighet är nödvändig, då fiskens hjärnaktivitet fortsätter långt efter att blodtillförseln till hjärnan upphört. Varaktighet ska mätas på minst tio fiskar som är bedövade men inte avblodade. Resultaten fastställer därmed varaktighet per art och utrustning. För lax finns dessutom rekommendationen att inga tecken på medvetande ska ses efter tio minuter, exempelvis i form av gällocksrörelser eller VOR. För varaktighet ställs inga krav på EEG-mätningar. Vägledningen hänvisar istället till Norges Nationella Veterinärinstituts rapport (Mejdell *et al.*, 2009) som, baserat på

beteendestudier, fastslår gällocks rörelser och VOR som tecken på medvetlöshet. I vägledningen framförs dock att visuell bedömning av medvetlöshet hos fiskar som bedövats med el kan vara problematiskt då fisken kan paralyseras. Utöver detta ska det finnas rutiner för åtgärder om fiskar som inte blivit tillräckligt bedövade påträffas.

4.2.3 Storbritannien

Lagstiftning

Förordning (EG) nr. 1099/2009, som skyddar djur från onödigt lidande, gäller i Storbritannien. Detta fastställs även på nationell nivå genom Animal Welfare Act 2006 c. 45 of 8th November 2006, samt Animal Health and Welfare (Scotland) Act 2006 asp 11 of 11th July 2006. I dessa finns dock inga specifika riktlinjer för fisk.

Scottish Finfish Aquaculture

Scottish Finfish Aquaculture tog år 2015 fram rekommendationer för fiskodling. De delar som berör slakt anger att fisken inte ska återfå medvetandet innan döden inträtt, samt att slakten ska utföras av personer med tillräcklig kompetens.

RSPCA

Royal Society for the Prevention of Cruelty of Animals (RSPCA) har en egen märkning med tillhörande riktlinjer för att säkerställa god djurvälstånd inom livsmedelsproduktionen (RSPCA Assured, 2025). Enligt EU-kommissionens rapport från 2017 uppfyllde 78% av laxodlingarna i Skottland (vid rapportens tillkomst) RSPCAs riktlinjer, vilka samma år godkände elbedövning som metod.

RSPCAs riktlinjer gällande välfärd för odlad Atlantlax, uppdaterade år 2024, fastslår att elbedövning ska medföra att fisken blir medvetlös inom en sekund och vara tills fisken är död. Regelbundet ska bedövningens effekt testas genom att säkerställa frånvaro av följande beteenden och reflexer som: VOR, regelbundna gällocks rörelser, reaktion vid stimuli på bakfena samt endast lindriga ofrivilliga muskelryckningar.

Ett nytt tillägg i riktlinjerna från 2024, som markeras därefter, är att RSPCA starkt rekommenderar elbedövning av all fisk. Detta motiveras med att det är den metod som bäst säkerställer god välfärd. Samtidigt uppmärksammar RSPCA att det finns problem med metoden och uppmuntrar fortsatt utveckling. Trots detta understryker de vikten av att elbedövning införs så snabbt som möjligt.

4.2.4 Färöarna

Lagstiftning

Färöarnas djurskyddslagstiftning från 2018 (Løgtingslóg nr. 49 frá 30. apríl 2018) lägger grunden för landets djurskydd genom att skydda dem från onödig stress och lidande. Djur som hålls av människan ska bedövas innan de avlivas. Bedövnings- och avlivningsutrustning ska vara anpassad för att säkra djurens välfärd.

Utöver dessa finns en förordning som rör vattenbruk specifikt (Kunnngerð no. 80 frá 14. juni 2019). Enligt artikel 34.1 i denna, fastslås att det är licensinnehavaren som är ansvarig för att fisken bedövas före avlivningen, samt att bedövningen är ihållande tills fisken dött.

Inga nationella rekommendationer gällande bedövning av fisk har hittats under detta arbete.

4.2.5 Sammanfattning

Sammanfattningsvis varierar lagstiftningen på området kraftigt mellan länderna, men är generellt sett mycket begränsad. På EU-nivå och i Storbritannien ges Atlantlaxen enbart lagmässigt skydd från onödigt lidande (Tab. 1). Färöarna kompletterar detta grundläggande skydd något, men utan vägledning för hur detta uppnås eller mäts i praktiken. Norge utmärker sig genom att på lagstiftningsnivå ställa mer detaljerade krav på hur god välfärd vid bedövning och slakt uppnås och mäts.

Rekommendationer om bedövning vid slakt har hittats på EU-nivå, samt i Storbritannien och Norge. Eftersom nationella riktlinjer inte är tvingande, väger bestämmelser på lagstiftningsnivå tyngre i detta arbete.

Tabell 1. Översikt över den lagstiftning och de rekommendationer som hittats för djurvälstånd vid elbedövning i samband med slakt av Atlantlax i EU, Norge, Storbritannien och Färöarna.

<i>Land/region</i>	<i>Grundläggande skydd mot onödigt lidande vid slakt?</i>	<i>Utökat skydd genom lagstiftning?</i>	<i>Rekommendationer?</i>
<i>EU</i>	Ja	Nej	Ja (Efsa, WOAH)
<i>Norge</i>	Ja	Ja (detaljerade krav)	Ja (Mattilsynets vägledning)
<i>Storbritannien</i>	Ja	Nej	Ja (RSPCA, Scottish Finfish Aquaculture)
<i>Färöarna</i>	Ja	Ja (något utökat skydd)	Nej

4.3 Vetenskaplig bakgrund

Att analysera den vetenskapliga grunden för ovanstående riktlinjer är viktigt för att bedöma om dessa verkligen skyddar fisken vid slakt. En sammanställning av den bakomliggande vetenskapliga litteraturen ger insikt i varför lagar och rekommendationer ser ut som de gör och om de är vetenskapligt förankrade. Detta möjliggör även identifiering av eventuella brister i den litteratur som besluten bygger på, samt att belysa kunskapsluckor inom området.

Två av de nio riktlinjer som tagits med i detta arbete innefattar vetenskaplig hänvisning (Tab. 2). Dessa är Norges vägledning som innehåller både tvingande krav och rekommendationer samt Efsas rekommendationer, vilka har betydelse på EU-nivå.

Tabell 2. Översikt över förekomsten av vetenskapliga referenser i lagstiftning och rekommendationer för djurvälstånd vid elbedövning i samband med slakt av Atlantlax i EU, Norge, Storbritannien och Färöarna.

Lagstiftning/rekommendation	Inkluderas vetenskaplig hänvisning?
EU-förordning	Nej
Efsa	Ja (Kestin <i>et al.</i> , 2002; Robb & Roth, 2003; Lambooij <i>et al.</i> , 2010)
WOAH	Nej
Norge, lagstiftning	Nej
Norge, vägledning	Ja (Robb <i>et al.</i> , 2000; Kestin <i>et al.</i> , 2002; Lambooij <i>et al.</i> , 2010)
Storbritannien, lagstiftning	Nej
Scottish Finfish Aquaculture	Nej
RSPCA	Nej
Färöarna, lagstiftning	Nej

Efsa

I Efsas rekommendationer anges referenser i viss utsträckning direkt i texten. De referenser som går att härleda till studier utförda på Atlantlax är Kestin *et al.* (2002), som används som underlag för hur visuell bedömning av medvetlöshet bör utföras, samt Robb och Roth (2003) som används som stöd för att lax kan bedövas inom en minut. Vid två tillfällen använder de sig av opublicerade data från Lambooij *et al.* Informationen verkar dock överensstämma med innehållet i artikeln om Atlantlax av Lambooij *et al.* som publicerades 2010.

Norge, vägledning

I Norges vägledning från 2022, finns viss hänvisning till vetenskaplig litteratur. För bedömning av medvetlöshet hänvisar den norska lagstiftningen till s. 9-10 i en rapport av Norges Veterinärinstitut (Mejdell *et al.*, 2009). Med hänvisning till Kestin *et al.*, (2002), framhåller rapporten frånvaro av gällocksrörelser och VOR som pålitliga indikatorer på medvetlöshet.

Riktlinjerna refererar även vid upprepade tillfällen till en rapport av Havsforskningsinstitutet (Slinde *et al.*, 2013). Denna syftar till att svara på Mattilsynets frågor gällande fiskvälfärd i samband med slakt. Här framgår att elbedövning är en bra bedövningsmetod som verkar snabbt. Havsforskningsinstitutet sammanfattar en rad rekommendationer gällande test av elbedövningsutrustning som liknar det som beskrivs i lagstiftningen. Bedövningens varaktighet uppges kunna bedömas visuellt genom beteenden som balans, simning, gällocksrörelser, VOR, samt respons på hantering och stick.

Denna information hänvisas till Fiskeriforsknings interna rapport från 2007, som är konfidentiell.

Vägledningen hänvisar även till en artikel av Mejdell *et al.* från 2010 gällande bedövningsmetoder för lax. Denna kommer fram till att visuell bedömning av medvetslöshet bör användas, trots att den kan ifrågasättas. Författarna menar vidare att elbedövningens varaktighet är komplex, men att förutsättningar för att använda metoden på ett säkert sätt ändå finns. Informationen i artikeln går i sin tur att härleda till följande studier om Atlantlax:

Robb *et al.*, 2000; Kestin *et al.*, 2002 och Lambooij *et al.*, 2010.

5. Diskussion

5.1 Diskussion utifrån frågeställningarna

5.1.1 Riktlinjernas vetenskapliga förankring

I detta avsnitt diskuteras hur väl ovanstående regelverk och rekommendationer stämmer överens med den vetenskapliga litteraturen. Att endast två av riktlinjerna innefattade vetenskaplig hänvisning skapar osäkerhet kring deras vetenskapliga förankring, vilket motiverar en jämförelse mellan riktlinjer och forskning. Utgångspunkten är därför att identifiera de viktigaste gemensamma rekommendationerna och undersöka hur väl underbyggda dessa är i den vetenskapliga litteraturen.

I en sådan jämförelse kan de begränsningar som finns i den aktuella forskningen medföra djurskyddsrisiker. Därför tas eventuella felkällor i studierna även upp i samband med detta.

Onödigt lidande

Gemensamt för EU, Storbritannien, Norge och Färöarna är att fiskar innefattas av ett grundläggande skydd mot onödigt lidande. Litteratursammanställningen visar på hur felaktig elbedövning kan orsaka smärta och lidande för fiskarna, samt att bedövning av fullgod bedövning kan vara svår. Man kan därför hävda att skydd mot onödigt lidande inte är tillräckligt för att säkerställa en god välfärd, då detta kräver mer exakta riktlinjer och definitioner.

Bedövningens effekt

I Norge finns, enligt Mattilsynets vägledning, krav på att bedövningen ska vara omedelbar. Detsamma gäller rekommendationerna från WOA, Efsa och RSPCA. Definitionerna på vad omedelbart innebär varierar dock; $\leq 0,5$ sek / ≤ 1 sek / definition saknas.

Omedelbar elbedövning framstår som möjligt att uppnå enligt tillgänglig litteratur rörande Atlantlax (Kestin *et al.*, 2002; Robb & Roth, 2003; Lambooij *et al.*, 2010). Även i litteraturen varierar dock definitionen för vad omedelbart innebär på samma sätt som ovan. Denna riktlinje framstår enligt presenterad forskning som både viktig ur djurvälståndssynpunkt och genomförbar (i försöksmiljö), vilket antyder att riktlinjen kan ses som vetenskapligt förankrad.

Bedövningens varaktighet

Gemensamt för alla de rekommendationer som tagits upp, samt för Färöarnas och Norges föreskrift, är att alla kräver att bedövningen ska vara ihållande tills fisken

är död. I denna fråga är dock den vetenskapliga litteraturens resultat inte lika tydliga. Resultat av Lambooij *et al.*, (2010) och Robb och Roth (2003), visar att fisk som bedövats med el kan återfå medvetandet innan de dör. Under tester av Robb och Roth (2003) återfick vissa individer medvetandet under första minuten, och den genomsnittliga tiden det tog för dem att återfå medvetandet var 4,7 minuter. Enligt resultaten av Robb *et al.* (2000), tar det dock upp till 7,5 minuter för fisken att förblöda genom gälskärning. Denna jämförelse tyder på att forskningen inte påvisar en godtagbar varaktighet vid elbedövning av Atlantlax.

Det bör dock noteras att Robb *et al.* (2000) och Lambooij *et al.* (2010) enbart skar av gälarna på ena sidan huvudet, med hänsyn till hur detta utfördes i praktiken i bland annat Norge och Storbritannien. Robb och Roth (2003) framhäver även i sin artikel att intervallet mellan bedövning och gälskärning i praktiken ofta är längre (2-5 minuter, då denna studie skrevs) än vad som sker vid dessa tester. När och hur gälskärningen utförs, både inom forskningen och i praktiken, kan på så sätt påverka bedövningens varaktighet. Detta innebär att studiernas resultat kan ge en missvisande bild av hur varaktig elbedövning är i praktiken. Man kan utifrån detta argumentera för hur viktigt det är att vidare forskning utförs under verkliga förhållanden på slakterier.

Den slutsats man kan dra är att det fortfarande saknas enhetliga bevis för elbedövningens varaktighet. Inga av dessa resultat uppfyller heller Mattilsynets rekommendation om att Atlantlax bör förbli medvetslös i minst tio minuter. Den vetenskapliga grunden i att införa krav på elbedövningens varaktighet utan vidare riktlinjer för hur detta ska uppnås kan därför ifrågasättas, eftersom forskningen inte är enig om huruvida detta är praktiskt möjligt på storskalig nivå.

Beteendeindikatorer på medvetlöshet

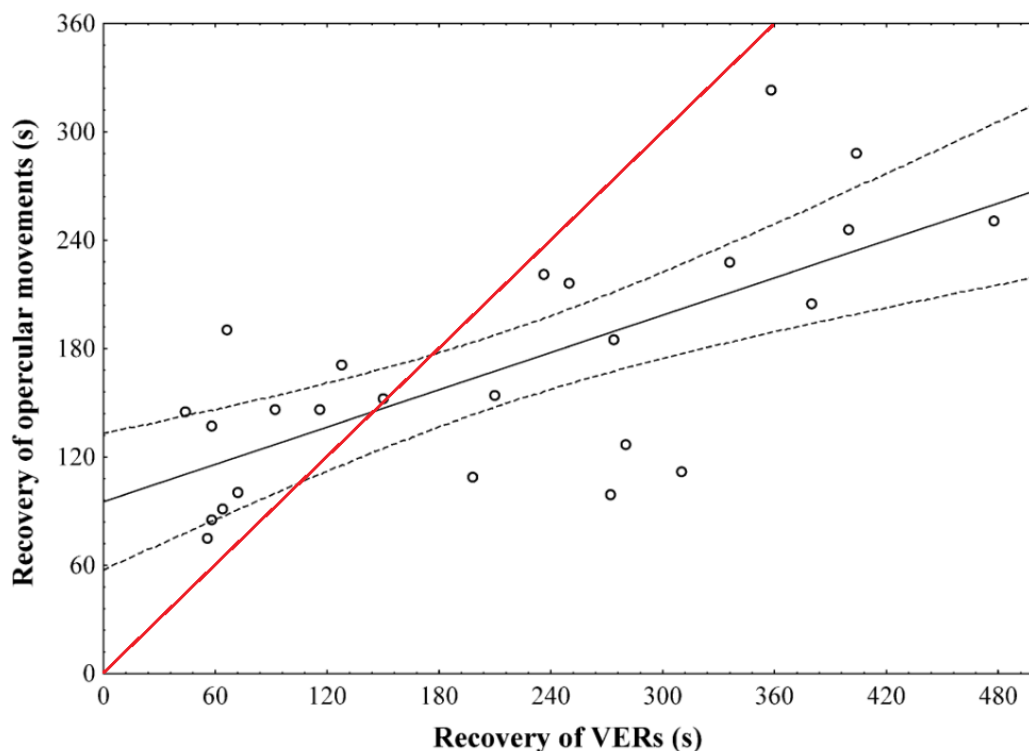
Användning av beteendeindikatorer för att avgöra om fisken är medvetslös rekommenderas av WOA, RSPCA, Efsa och Norges vägledning. Gällocksrorelser och VOR fastslås som indikatorer på medvetlöshet i samtliga riktlinjer.

Kestin *et al.* (2002) är den första studien som testat dessa beteendeindikatorer på Atlantlax och ligger till grund för både Norges vägledning och Efsas rekommendationer. En potentiell begränsning är att studien utförs på anestiserade (sövda) fiskar, inte elbedövade. Viss försiktighet skulle därför kunna behövas vid tillämpning på elbedövade fiskar. Dessutom jämförs beteendena hos de anestiserade fiskarnas med beteenden hos döda respektive fiskar vid fullt medvetande, istället för att använda EEG. Författaren styrker resultaten genom hänvisning till opublicerade observationer där EEG visat att medvetande,

gällocksrörelser och VOR upphört samtidigt. Eftersom datan är opublicerad kan den inte granskas, vilket försvagar dess vetenskapliga tillförlitlighet.

Robb och Roths studie från 2003 bekräftar resultaten av Kestin *et al.* (2002) genom att utifrån sina resultat dra slutsatsen att gällocksrörelser är en pålitlig metod för att bedöma elbedövningens effektivitet. För att ett tydligt samband mellan medvetlöshet och beteendena ska finnas bör dock fiskarna i studien ha återfått dessa samtidigt. Om man utgår från detta, kan man med den röda linjen som referens (Fig. 1), se att nästan hälften av fiskarna befinner sig ovanför den röda linjen och har därmed återfått medvetandet (enligt VER) innan gällocksrörelser påvisats. Detta innebär att författarnas slutsats kan ifrågasättas, eftersom nästan hälften av de fiskar som bedöms som medvetlösa med hjälp av gällocksrörelser riskerar att vara vid medvetande. Även resultaten av Lambooi *et al.* (2010) stödjer denna problematik, då en av tre fiskar som testats återfick medvetandet utan att uppvisa tecken på VOR. Detta tyder på att frånvaro av VOR inte heller alltid innebär att fisken är medvetlös.

Resultaten visar på en osäkerhet kring användandet av dessa visuella indikatorer på medvetlöshet, vilket gör att man kan argumentera för att rekommendationer som bygger på dessa inte är vetenskapligt förankrade.



Figur 1. Återhämtning efter elbedövning av Atlantlax, mätt med hjälp av gällocksrörelser respektive VER. Figur baserad på resultat av Robb och Roth (2003).

Elbedövning som metod

En tydlig gemensam nämnare för de rekommendationer som granskats är att alla, i varierande grad, förespråkar elbedövning som en human bedövningsmetod. Detta väcker frågan om på vilka grunder denna enighet uppkommit med tanke på den, enligt ovanstående resonemang, begränsade mängden oberoende vetenskapliga studier som finns på området. Arbetets resultat visar att enstaka studier framhåller elbedövning på Atlantlax som en bra metod förutsatt att det utförs på rätt sätt. Detta arbete belyser dock kunskapsluckor gällande vad s.k. rätt sätt innebär samt hur denna bedömning bör göras. Följaktligen gör detta att man kan ifrågasätta den vetenskapliga förankringen i rekommendationerna gällande införandet av elbedövning som metod i praktiken.

Varken elektriska parametrar eller köttkvalitet omfattas av detta arbete. Trots detta har det under arbetets gång blivit tydligt hur det negativa sambandet mellan välfärd och köttkvalitet inte tas i beaktning i de studier som granskats. Robb och Roth (2003) menar att det är allmänt känt att 50 Hz skadar köttet till oacceptabel grad. Samtidigt utför studien tester med 50 Hz, varpå slutsatser för fiskvälfärd dras utifrån detta. Om de test som ligger till grund för förespråkandet av elbedövning som en human avlivningsmetod bygger på parametrar som inte används i praktiken för matfisk, kan man argumentera för att dessa slutsatser gällande välfärd blir missvisande. Detta är något som i sin tur kan påverka riktlinjernas vetenskapliga förankring negativt.

5.1.2 Forskningen och riktlinjernas omfattning

Atlantlax anses vara den fiskart som det finns mest riktlinjer och forskning kring. Trots detta visar denna studie att antalet vetenskapliga studier och rekommendationer gällande välfärd kopplat till elbedövning av Atlantlax, är mycket begränsat. Eftersom forskningen skedde främst på 2000-talet, verkar det inte utifrån detta resultat som att oklarheter efterföljs med utökad forskning på området.

Den vetenskapliga osäkerheten återspeglas även i lagstiftning och rekommendationer. Efsa och WOAHs olika rekommendationer gällande användandet av elbedövning i luft respektive vatten kan ses som ett tecken på hur vetenskaplig konsensus saknas gällande hur elbedövning ska användas på bästa sätt.

Bristen på rekommendationer och lagstiftning i ämnet har även blivit tydlig, då många fiskar enbart verkar omfattas av ett ospecificerat skydd från onödigt lidande. Resultatet står i kontrast till EU-kommissionens rapport från 2018, där man hänvisar till nationella regelverk som skäl för att internationell lagstiftning

inte behövs. Norges detaljerade krav och rekommendationer framstår i sammanhanget som en föregångare med mer noggranna riktlinjer för vad god djurvälstånd innebär.

Samtidigt visar en tillsynsrapport från 2022 av Mattilsynet i Norge, att 60% av slakterierna uppvisat brister gällande bedövningen. Bristerna uppges ha uppstått med hänvisning till bland annat vetenskaplig osäkerhet och bristfällig vägledning gällande elbedövning, något som tyder på vikten av att forskningen utvecklas för att kunna stödja riktlinjer av denna omfattning.

5.2 Hållbarhet

Fiskproduktion inom vattenbruket har stor inverkan på samhället, då det är en viktig del inom livsmedelssäkerheten (FAO, 2024). Vilka krav vi ställer på djurvälstånd i samband med slakt kan därför ha både ekonomiska, miljömässiga och sociala konsekvenser, som är viktiga att ta i beaktning för att utvecklingen ska bli hållbar ur alla perspektiv.

EU-kommissionens rapport från 2017 undersöker de sociala och ekonomiska aspekterna av att implementera metoder som lever upp till OIEs riktlinjer på slakterier i Europa. Rapporten visar att mindre producenter riskerar att påverkas negativt till följd av investeringskostnader i ny bedövningsutrustning. För större producenter bedöms däremot de ekonomiska effekterna som marginella, då investeringarna kan kompenseras av ökad effektivitet och lägre personalkostnader. Europas konkurrenskraft inom produktionen anses enligt rapporten inte vara hotad, vilket i sin tur minskar de negativa sociala konsekvenserna då produktionen i Europa förväntas kunna fortgå i liknande utsträckning som innan. Rapporten pekar även på att det från konsumenternas håll finns en ökad efterfrågan på livsmedel som producerats med hänsyn till djurvälstånd. Man kan utifrån detta argumentera för att höjda krav på välfärd kan öka sektorns hållbarhet över tid genom att konsumenternas förtroende stärks på lång sikt.

Att konsumenter fortsätter välja vildfångad fisk kan även få konsekvenser ur miljösynpunkt. Vattenbruket har potential att minska trycket på vilda fiskbestånd som hotas av överfiske, förutsatt att det utförs på ett hållbart sätt (FAO, 2024). Sektorns konkurrenskraft kan därför ses som viktig för att utvecklingen ska vara miljömässigt hållbar. Detta kräver dock att laxen i sin tur inte matas med vildfångad fisk, då det i så fall kan ha motsatt effekt på miljön (Troell *et al.*, 2014).

Den etiska hållbarheten är i detta sammanhang central. Att många fiskar får en osäker bedövning som inte garanterar medvetlöshet är inte etiskt försvarbart i och med det lidande som kan uppstå under slakten. Utöver smärtan vid avblodning, kan elbedövning även orsaka frakturer eller dislokation i fiskens rygg samt spruckna blodkärl (Robb & Roth, 2003), skador som sänker värdet på fisken som livsmedel och som sannolikt innebär stort lidande om fisken är vid medvetande. Stärkt djurskydd vid användning av elbedövning är därmed nödvändig för att få en etiskt hållbar fiskproduktion.

5.3 Arbetets styrkor och svagheter

5.3.1 Metod

I material och metod beskrivs och motiveras de metodval som gjorts. Att ta både styrkor och svagheter med metoden i beaktning är dock viktigt för att ge en bild av resultatets tillförlitlighet.

En tydlig styrka i metoden är att granskningen av riktlinjernas vetenskapliga förankring har fokuserat på att hitta originalkällan bakom de vetenskapliga referenserna. Detta har tydliggjort hur informationen ofta härstammar från ett fåtal studier, som därefter kunnat granskas närmare. Det har även blivit tydligt vilka tolkningar som dragits utifrån dessa studier.

En annan styrka är den avgränsning som gjorts gällande vilka länders/regioners lagstiftning och vilka rekommendationer som granskats. Att undersöka de länder som producerar den största delen av Atlantlax, tillsammans med den generella lagstiftningen från EU, gör att majoriteten av Europas odlade Atlantlax kan omfattas av detta arbete, trots dess begränsade omfattning.

En svaghet är dock att Norges, Storbritanniens och EUs lagstiftning och rekommendationer söks upp, medan Färöarnas hittades genom direktkontakt med en myndighet. Att insamlingsmetoderna skiljer sig mellan länderna kan påverka jämförbarheten i resultatet. Detta skedde till följd av att språkskillnaderna försvårade sökningen till den grad att Färöarnas resultat höll på att utebli. I framtida studier hade en kombination av både sökningar och kontakt med myndigheter samt viktiga aktörer i alla länder kunnat vara ett bra tillvägagångssätt för att inkludera alla länders riktlinjer.

Ytterligare en svaghet med metoden är att den inte omfattar de exakta elektriska parametrarna som används i litteraturen (såsom strömstyrka, frekvens och exponeringstid). Eftersom elektriska parametrar kan påverka bedövningens effekt och varaktighet har dessa betydelse för djurvälfaerden. Om elektriska parametrar

hade inkluderats hade de dessutom kunnat jämföras med studier som enbart fokuserar på köttkvalitet, för att undersöka om dessa är godtagbara ur ett välfärdsperspektiv. Denna avgränsning gjordes dock med hänsyn till arbetets omfattning.

5.3.2 Litteratur

Förutom vetenskapligt granskade artiklar har FAOs data och rapporter använts som källor i arbetet. FAO är, som ett av Förenta Nationernas fackorgan, en opartisk organisation som har i uppgift att bland annat samla in och sprida kunskap (Europeiska kommissionen, 2025). En styrka med dessa rapporter är att de på detta sätt erbjuder en aktuell och global översikt över vattenbruket från ett opartiskt perspektiv. En svaghet är dock att datan i stor utsträckning samlats in genom nationell rapportering (FAO, 2024), vilket kan påverka jämförbarheten mellan ländernas resultat. Även om FAO enligt dem själva jobbar för att minska effekten av denna begränsning (2024), kan detta inverka negativt på datans tillförlitlighet.

Information från organisationers egna hemsidor har använts för att beskriva vilka de är. Eftersom organisationerna själva står bakom informationen finns det risk för partiskhet då deras egna intressen kan påverka beskrivningen. Samtidigt ger detta en uppdaterad bild av hur organisationerna själva förklarar sitt arbete, vilket kan vara värdefullt för tolkningen av deras rekommendationer. Eftersom informationen endast använts för att sätta organisationen i en kontext, och deras riktlinjer granskas kritiskt oberoende av detta, bedöms detta inte ha påverkat resultatet negativt.

5.4 Framtida forskning

Detta arbete tydliggör bristen på vetenskaplig konsensus gällande hur och om elbedövning kan utföras på ett humant sätt. Resultatet indikerar därmed att mer omfattande forskning framförallt behövs inom de områden som redan har undersökts för att få mer tillförlitliga resultat, något som i sin tur är viktigt för att rätt riktlinjer ska utformas inom området. Dessutom bör tydligare kopplingar göras mellan befintlig forskning och djurvälstånd, för att säkerställa att resultaten är relevanta även gällande just djurvälstånd.

Att synliggöra kunskapsluckorna är särskilt viktigt då arbetet tyder på att forskningen inom området till viss del stagnerat, samtidigt som nya riktlinjer utformas baserat på begränsad forskning. För att säkerställa att framtida riktlinjer vilar på en stark vetenskaplig grund krävs därför satsningar på ny, oberoende forskning.

Förslag på frågeställningar för framtida forskning:

- Är det i praktiken möjligt att uppnå tillräcklig varaktighet vid elbedövning av Atlantlax?
- Kan gällocks rörelser och vestibulo-okulära reflexer användas som pålitliga indikatorer på medvetslöshet?
- Hur kan köttkvalitet och djurvälstånd förenas vid elbedövning av Atlantlax?
- Vilka elektriska parametrar bör användas vid elbedövning av Atlantlax?

6. Slutsats

Detta arbete visar på brister i den vetenskapliga forskningen gällande djurvälstånd vid elbedövning av Atlantlax, både gällande forskningens omfattning och dess tillförlitlighet. Lagstiftning och rekommendationer varierar mellan olika länder, men är för stora delar av Europas Atlantlax otillräckliga. Majoriteten av de riktlinjer som granskats saknar vetenskaplig hänvisning och den vetenskapliga förankringen verkar i stort vara mycket liten. På EU-nivå och i Storbritannien skyddas Atlantlaxen på lagnivå enbart av djurskyddslagens grundläggande skydd från onödigt lidande. Norge utmärker sig genom mer omfattande krav med en högre grad av vetenskaplig hänvisning. Däremot tyder dess efterlevnad på att även dessa påverkas av vetenskapliga begränsningar. Vetenskaplig enighet saknas framförallt gällande bedövningens varaktighet och visuell bedömning av medvetslöshet. Sammantaget pekar arbetet på att det krävs fler oberoende studier samt utveckling av tydligare och evidensbaserade riktlinjer, för att skydda Atlantlaxens välfärd vid elbedövning i samband med slakt. Detta är något som i förlängningen även skulle kunna öka skyddet för andra fiskarter.

Populärvetenskaplig sammanfattning

Trots att fiskars förmåga att känna smärta fått allt större erkännande inom forskningen, medför slakten lidande för många fiskar inom vattenbruket. En kritisk punkt vid slakt är bedövningen, som syftar till att göra fisken medvetslös före avblodning, då detta annars är en smärtsam död. Om fisken blir medvetslös för långsamt eller återfår medvetandet innan avblodningen fullföljts, uppstår stora djurvälståndeproblem.

Bedövning med hjälp av el har därför blivit allt vanligare, både i riktlinjer och i praktiken, då studier visar att metoden kan göra fisken medvetslös omedelbart. Bland annat för Atlantlax, som är den vanligaste matfisken i Sverige, är detta den vanligaste metoden i Europa. Det råder dock fortfarande oklarheter kring elbedövningens begränsningar och hur metoden används på rätt sätt, vilket skapar frågor om vad dessa riktlinjer grundar sig i och hur skyddad Atlantlaxens välfärd faktiskt är i samband med elbedövning.

Syftet med detta arbete har varit att undersöka i vilken utsträckning Atlantlaxens välfärd skyddas vid elbedövning i samband med slakt. Detta har gjorts genom att både utföra en sammanställning över den forskning som finns i ämnet, samt att kartlägga aktuell lagstiftning och rekommendationer från EU, Norge, Storbritannien och Färöarna. Därefter undersöktes hur vetenskapligt förankrade dessa riktlinjer är.

Resultatet visade på brister gällande lagstiftning och rekommendationer. Många länder saknar tydliga riktlinjer för vad godtagbar elbedövning innebär i praktiken och de riktlinjer som finns saknar i stor utsträckning vetenskaplig hänvisning eller bygger på forskning som är begränsad. Norge har de mest detaljerade kraven med viss vetenskaplig hänvisning, men rapporterar trots detta om brister i efterlevnaden. I resultaten blir det tydligt hur lite forskning som finns i ämnet rörande djurvälstånd. Den forskning som finns kan inte erbjuda enhetliga bevis på att human användning av elbedövning är möjligt i praktiken.

Arbetet belyser behovet av fortsatta insatser för att säkerställa att Atlantlaxen får ett tillfredsställande skydd vid elbedövning. Fortsatt forskning och utvecklad lagstiftning inom ämnet är på så sätt avgörande steg mot att uppnå en hållbar och etiskt försvarbar laxproduktion.

Tack

Stort tack till min handledare Albin Gräns som introducerat mig till ämnet och hjälp mig under arbetets gång. Vill även tacka Heidi Mortensen och Jógvan Páll Fjallabak som hjälpt till med att hitta och översätta Färöarnas lagstiftning.

Referenser

Animal Health and Welfare (Scotland) Act 2006 asp 11 of 11th July 2006.

Animal Welfare Act 2006 c. 45 of 8th November 2006.

Borthwick, L., Bergman, K. & Ziegler, F. (2019). Svensk konsumtion av sjömat. Göteborg: RISE Research Institutes of Sweden AB. (RISE rapport 2019:27)
<https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1305161/FULLTEXT01.pdf> [2025-05-06]

Chandroo, K.P., Duncan, I.J.H. & Moccia, R.D. 2004. Can fish suffer?: perspectives on sentience, pain, fear and stress. *Applied animal behaviour science*. 86(3), 225–250.

D'Angelo, L., Lossi, L., Merighi, A. & de Girolamo, P. 2016. Anatomical features for the adequate choice of experimental animal models in biomedicine: I. Fishes. *Annals of anatomy*. 205, 75–84.

Denmark, European Community & Faroes. 1997-02-22. Agreement between the European Community, of the one part, and the Government of Denmark and the Home Government of the Faroe Islands, of the other part. International agreement. Official Journal of the European Communities. Celex: 21997A0222(01). https://eur-lex.europa.eu/eli/agree_international/1997/126/oj/eng

Ellis, T., Turnbull, J.F., Knowles, T.G., Lines, J.A. & Auchterlonie, N.A. 2016. Trends during development of Scottish salmon farming: An example of sustainable intensification? *Aquaculture*. 458, 82–99.

Erikson, U. 2011. Assessment of different stunning methods and recovery of farmed Atlantic salmon (*Salmo salar*): isoeugenol, nitrogen and three levels of carbon dioxide. *Animal welfare*, 20(3), 365–375.

EU-kommissionen. 2017-09. Welfare of farmed fish: Common practices during transport and at slaughter. European Union. SANTE/2016/G2/009.
https://food.ec.europa.eu/system/files/2019-01/aw_platform_20180621_pre-05.pdf [2025-04-09]

EU-kommissionen. 2018-03-06. REPORT FROM THE COMMISSION THE THE EUROPEAN PARLAMENT AND THE COUNCIL: on the possibility of introducing certain requirements regarding the protection of fish at the time of

killing. Celex: 52018DC0087. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SV/TXT/?uri=CELEX:52018DC0087>

Europaparlamentet, 2024.

<https://www.europarl.europa.eu/factsheets/sv/sheet/169/europeiska-ekonomiska-samarbetsområdet-ees-schweiz-och-norden>, använd 2025-05-28.

Europeiska unionen, 2025. https://european-union.europa.eu/institutions-law-budget/institutions-and-bodies/search-all-eu-institutions-and-bodies/european-food-safety-authority-efsa_sv, använd 2025-05-04.

European Commission, 2025. https://food.ec.europa.eu/horizontal-topics/international-affairs/international-standards/woah_en?prefLang=sv, använd 2025-05-04.

European Food Safety Authority (Efsa). 2009. Species-specific welfare aspects of the main systems of stunning and killing of farmed Atlantic Salmon. EFSA Journal. 7(4), 1-77.

Europeiska kommissionen. 2025.

https://agriculture.ec.europa.eu/international/international-cooperation/international-organisations/fao_sv, använd 2025-06-06.

Eurostat, 2025. https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Aquaculture_statistic, använd 2025-05-03.

FAO Statistical Query Panel, 2025. <https://www.fao.org/fishery/statistics-query/en/aquaculture>, använd 2025-03-28.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) (2024). The State Of World Fisheries And Aquaculture 2024 - Blue Transformation In Action. Rom, FAO. <https://openknowledge.fao.org/items/06690fd0-d133-424c-9673-1849e414543d> [2025-05-20]

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) (2022). The State Of World Fisheries And Aquaculture 2022 - Towards Blue Transformation. Rom, FAO. <https://openknowledge.fao.org/items/11a4abd8-4e09-4bef-9c12-900fb4605a02> [2025-05-18]

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2025). International markets for fisheries and aquaculture products - First issue 2025, with January–September 2024 statistics. Rom, FAO.
<https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/cd4931en> [2025-05-23]

Forskrift nr. 1250 fra 30 oktober 2006 om slakterier og tilvirkingsanlegg for akvakulturdyr.

Gräns, A., Niklasson, L., Sandblom, E., Sundell, K., Algers, B., Berg, C., Lundh, T., Axelsson, M., Sundh, H. & Kiessling, A. 2016. Stunning fish with CO₂ or electricity: contradictory results on behavioural and physiological stress responses. *Animal* (Cambridge, England). 10(2), 294–301.

Halwart, M., Soto, D. & Arthur J.R. (2007). Cage aquaculture : regional reviews and global overview. Rom: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (FAO nr. 498) <https://www.fao.org/4/a1290e/a1290e.pdf> [2025-05-19]

Hilborn, R., Banobi, J., Hall, S.J., Pucylowski, T. & Walsworth, T.E. 2018. The environmental cost of animal source foods. *Frontiers in ecology and the environment*. 16(6), 329–335.

Hjelmstedt, P., Sundell, E., Brijs, J., Berg, C., Sandblom, E., Lines, J., Axelsson, M. & Gräns, A. 2022. Assessing the effectiveness of percussive and electrical stunning in rainbow trout: Does an epileptic-like seizure imply brain failure? *Aquaculture*. 552, 738012-738012.

Kestin, S.C., Robb, D.H. & van de Vis, J.W. 2002. Protocol for assessing brain function in fish and the effectiveness of methods used to stun and kill them. *Veterinary record*. 150(10), 302–307.

Kunngerð no. 80 frá 14. juni 2019 um stovnan og sjúkufyrirbyggjandi rakstur av alibrúkum, sum seinast broytt við kunngerð nr. 104 frá 22. oktober 2024 [Förordning nr. 80 av den 14 juni 2019 om inrättande och sjukdomsförebyggande drift av fiskodlingar, senast ändrad genom förordning nr. 104 av den 22 oktober 2024.]

Lambooi, E., Grimsbø, E., de Vis, J.W. van, Reimert, H.G.M., Nortvedt, R. & Roth, B. 2010. Percussion and electrical stunning of Atlantic salmon (*Salmo salar*) after dewatering and subsequent effect on brain and heart activities. *Aquaculture*. 300(1), 107–112.

Legislation.gov.uk, 2025a. <https://www.legislation.gov.uk/eu-legislation-and-uk-law>, använd 2025-04-10.

Legislation.gov.uk, 2025b. <https://www.legislation.gov.uk/understanding-legislation>, använd 2025-05-04.

Lov nr. 97 fra 19 juni 2009 om dyrevelferd.

Løgtingslóg nr. 49 frá 30. apríl 2018 um djóravælfærið (Djóravælfæriðarlógin) seinast broytt við lögtingslóg nr. 31 frá 17. mars 2022. [Lagtingslag nr 49 av den 30 april 2018 om djurvælfærd (Djurvælfærdslagen), senast ändrad genom lagtingslag nr 31 av den 17 mars 2022.]

Mattilsynet. 2022. Tilsynskampanje: Godkjenninger, fiskehelse og dyrevelferd på fiskeslakterier 2022. Sluttrapport. https://mattilsynet-xp7prod.enonic.cloud/_/attachment/inline/5d235df5-7b3b-4494-bddf-b563f66146bf:fd2afe5ef6ba08b946fb692e566d1efc3d69d231/Rapport%20Tilsynskampanje-Godkjenninger,%20fiskehelse%20og%20dyrevelferd%20p%C3%A5%20fiskeslakterier%202022.pdf [2025-05-21]

Mattilsynet. 2022-10. Veileder: Krav til god fiskevelferd ved slakterier for akvakulturdyr. Vägledning. https://mattilsynet-xp7prod.enonic.cloud/_/attachment/inline/5789508b-d392-4387-b729-8a3e31433e26:367b435993168c4e7b994f89668722b1f603d917/Veileder%20fiskevelferd%20ved%20slakteri%20for%20akvakulturdyr.pdf [2025-04-01]

Mejdell, C.M., Erikson, U., Slinde, E. & Midling, K.Ø. 2010. Bedøvingsmetoder ved slakting av laksefisk. Norsk veterinærtidsskrift. 122(2), 83-90.

Mejdell, C.M., Midling, K.Ø., Erikson, U., Evensen, T.H., Slinde, E. (2009). Slaktesystemer for laksefisk i 2008 – fiskevelferd og kvalitet. Oslo: Veterinærinstituttet. (Veterinærinstituttet rapport 2009:01) https://www.vetinst.no/rapporter-og-publikasjoner/rapporter/2009/slaktesystemer-for-laksefisk-i-2008-fiskevelferd-og-kvalitet/_/attachment/inline/55270fa7-0fb6-4fd5-af1f-2e26a147fbd5:4f2eb1da5a47e52d1520af64811c5ff6cdb2d8e7/2009-1_Evaluering_av_slaktesystemer_for_laksefisk.pdf [2025-05-09]

Mercogliano, R. & Dongo, D. 2023. Fish welfare during slaughter: the European Council Regulation 1099/09 application. *Italian journal of food safety*. 12(3), 10926–10926.

Mood, A., Lara, E., Boyland, N.K. & Brooke, P. 2023. Estimating global numbers of farmed fishes killed for food annually from 1990 to 2019. *Animal welfare*. 32, e12–e12.

Naylor, R.L., Hardy, R.W., Buschmann, A.H., Bush, S.R., Cao, L., Klinger, D.H., Little, D.C., Lubchenco, J., Shumway, S.E. & Troell, M. 2021. A 20-year retrospective review of global aquaculture. *Nature (London)*. 591(7851), 551–563.

Robb, D.H.F. & Roth, B. 2003. Brain activity of Atlantic salmon (*Salmo salar*) following electrical stunning using various field strengths and pulse durations. *Aquaculture*. 216(1), 363–369.

Robb, D.H.F., Wotton, S.B., McKinsty, J.L., Sørensen, N.K. & Kestin, S.C. 2000. Commercial slaughter methods used on Atlantic salmon: determination of the onset of brain failure by electroencephalography. *Veterinary record*. 147(11), 298–303.

Royal Society for the Prevention of Cruelty of Animals (RSPCA) (2024). RSPCA welfare standards for farmed Atlantic salmon. London: RSPCA.
https://science.rspca.org.uk/documents/d/science/rspca_welfare_standards_for_farmed_atlantic_salmon [2025-05-02]

RSPCA Assured, 2025. <https://business.rspcaassured.org.uk/supply-chain-members/the-rspca-assured-logo/>, använd 2025-05-04.

Rådets förordning (EG) nr 1099/2009 av den 24 september 2009 om skydd av djur vid tidpunkten för avlivning.

Scottish finfish aquaculture (2015). Chapter 4: Seawater Lochs. In: Code of Good Practice. <https://thecodeofgoodpractice.co.uk/documents/chapter-2-freshwater-tanks-ponds-raceways.pdf> [2025-04-28]

Slinde, E., Grimsbø, E. & Kristiansen, T.S. (2013). Slakting av oppdrettsfisk -svar på spørsmål fra mattilsynet knyttet til fiskevelferd i slakteprosessen. Havforskningsinstituttet. (Havforskningsinstituttet rapport 2013:15)

https://www.hi.no/resources/publikasjoner/rapport-fra-havforskningen/2013/15-2013_slakting_av_oppdrettsfisk.pdf [2025-05-10]

Thomsen, S.T., de Boer, W., Pires, S.M., Devleesschauwer, B., Fagt, S., Andersen, R., Poulsen, M. & van der Voet, H. 2019. Health impact of substituting red meat by fish: addressing variability in risk-benefit assessments. *European journal of public health*. 29(Supplement_4).

Troell, M., Naylor, R.L., Metian, M., Beveridge, M., Tyedmers, P.H., Folke, C., Arrow, K.J., Barrett, S., Crépin, A.-S., Ehrlich, P.R., Gren, Å., Kautsky, N., Levin, S.A., Nyborg, K., Österblom, H., Polasky, S., Scheffer, M., Walker, B.H., Xepapadeas, T. & de Zeeuw, A. 2014. Does aquaculture add resilience to the global food system? *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 111(37), 13257–13263.

World Organisation For Animal Health (WOAH) (2019). *Aquatic Animal Health Code*. Paris: WOAH.

https://rr-europe.woah.org/app/uploads/2020/08/oie-aqua-code_2019_en.pdf [2025-04-14]

Publicering och arkivering

Godkända självständiga arbeten (examensarbeten) vid SLU kan publiceras elektroniskt. Som student äger du upphovsrätten till ditt arbete och behöver i sådana fall godkänna publiceringen. I samband med att du godkänner publicering kommer SLU även att behandla dina personuppgifter (namn) för att göra arbetet sökbart på internet. Du kan närsomhelst återkalla ditt godkännande genom att kontakta biblioteket.

Även om du väljer att inte publicera arbetet eller återkallar ditt godkännande så kommer det arkiveras digitalt enligt arkivlagstiftningen.

Du hittar länkar till SLU:s publiceringsavtal och SLU:s behandling av personuppgifter och dina rättigheter på den här sidan:

- <https://libanswers.slu.se/sv/faq/228316>

☒ JA, jag, Linn Hörnell har läst och godkänner avtalet för publicering samt den personuppgiftsbehandling som sker i samband med detta

☐ NEJ, jag/vi ger inte min/vår tillåtelse till att publicera fulltexten av föreliggande arbete. Arbetet laddas dock upp för arkivering och metadata och sammanfattning blir synliga och sökbara.