



Sveriges lantbruksuniversitet  
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för veterinärmedicin  
och husdjursvetenskap

Institutionen för biomedicin och veterinär folkhälsovetenskap

# **Möjliga miljörisker med en utökad svensk fiskodling med avseende på patogener, läkemedel och kemikalier**

*David Ericsson*

*Uppsala  
2016*

*Veterinärprogrammet, examensarbete för kandidatexamen*

*Delnummer i serien: 2016:20*



# Möjliga miljörisker med en utökad svensk fiskodling med avseende på patogener, läkemedel och kemikalier

## Possible environmental risks with an extended Swedish pisciculture regarding pathogens, pharmaceuticals and chemicals

*David Ericsson*

**Handledare:** Gunnar Carlsson & Stefan Örn, institutionen för biomedicin och veterinär folkhälsovetenskap

**Examinator:** Eva Tydén, institutionen för biomedicin och veterinär folkhälsovetenskap

**Omfattning:** 15 hp

**Nivå och fördjupning:** grundnivå, G2E

**Kurstitel:** Självständigt arbete i veterinärmedicin

**Kurskod:** EX0700

**Program:** Veterinärprogrammet

**Utgivningsort:** Uppsala

**Utgivningsår:** 2016

**Serienamn:** Veterinärprogrammet, examensarbete för kandidatexamen

**Delnummer i serie:** 2016:20

**Elektronisk publicering:** <http://stud.epsilon.slu.se>

**Nyckelord:** fiskodling, patogener, miljörisker, vattenbruk

**Key words:** pisciculture, pathogens, environmental risks, aquaculture

**Sveriges lantbruksuniversitet**  
**Swedish University of Agricultural Sciences**

Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap  
Institutionen för biomedicin och veterinär folkhälsovetenskap



## INNEHÅLL

Sammanfattning .....	1
Summary .....	2
Inledning.....	3
Material och metoder .....	3
Litteraturoversikt.....	3
Bakgrund .....	3
Patogener .....	5
Parasiter .....	5
Bakterier .....	6
Virus .....	6
Läkemedel och kemikalier .....	7
Hormoner .....	8
Foderrester och metaboliska restprodukter .....	9
Kontroll .....	9
Diskussion .....	10
Närliggande diskussionsområden.....	12
Referenslista .....	13



## SAMMANFATTNING

Vattenbruk, eller odling av fisk och andra vattendjur förekommer i Sverige idag men inte i lika stor utsträckning som i många andra länder. I Sverige odlas ett flertal arter och framförallt regnbåge, lite förenklat, dels som sättfisk för utsättning i vilda vatten och som matfisk för direkt human konsumtion. Odlingen sker dels i mer eller mindre slutna system på land och också i odlingskassar direkt i hav eller sjöar. Fiskodling förekommer även i andra europeiska länder, där Norge är en av de större producenterna, och i andra delar av världen, där den största produktionen sker i Asien, där man även odlar fisk för akvariemarknaden.

I intensiv fiskodling hålls mycket fisk på en förhållandevis liten yta vilket leder till mycket stress och ett ökat smittryck. Hälsoläget i Sverige idag är gott men i andra länder ser man en hel del problem med olika patogener. De största svenska problemen idag är med parasiter samtidigt som riket, till skillnad från bland annat Norge, är förskonat från laxlusen (*Lepeophtheirus salmonis*) som där och i flera andra länder orsakar stora produktionsstörningar. Med en ökad svensk fiskodling finns eventuellt risken att några av de sjukdomar, som till exempel bakteriell njurinflammation (BKD), som vi redan idag har i svenska vatten kommer att öka. Det finns även en eventuell risk att andra sjukdomar, som till exempel virussjukdomen infektiös laxanemi (ILA/ISA), som vi inte har i Sverige idag kommer att komma hit och få fäste. Om vi får sjukdomar i odlingarna riskerar dessa även att sprida sig till vilda fiskbestånd och på så sätt påverka den närliggande akvatiska miljön.

Läkemedel och andra kemikalier som används i odlingarna riskerar att komma ut i den akvatiska miljön utanför odlingarna. I Europa har man tidigare använt mycket behandlingsmedel men arbetar idag mer förebyggande och med andra, till exempel biologiska metoder, och använder därför väldigt begränsat med antibiotika, andra läkemedel och kemikalier. I andra delar av världen, framförallt i Asien, finns dock exempel på länder som använder mycket mer av dessa. Dessa utsläpp är dock lättare att kontrollera än patogenerna då man kan kontrollera hur och vad som tillsätts och tillåts läcka ut i vattnet utanför odlingen.

Foderrester och metaboliska restprodukter kommer oundvikligen att leda till utsläpp av så kallade närsalter, framförallt fosfor och kväve, till miljön, vilka bidrar till övergödning och bottendöd i hav och sjöar. På detta område pågår forskning och försök att ta fram energieffektivare foder med mer optimerat innehåll, avelsarbete för energieffektivare fiskar samt försök med samtidig odling av filtrerande djur, till exempel musslor, för att i efterhand rena vattnet från närsalter.

Att mäta hur mycket utsläpp som orsakas av fiskodlingarna är mycket svårt av anledningar som vattnets förmåga till spridning över stora områden och att väldigt många andra faktorer bidrar till utsläpp i hav och sjöar. Patogener är de utsläpp som är svårast att kontrollera men Sverige bör vara väl rustat för att klara de eventuella problem vi står inför i samband med en ökad svensk fiskodling.

## SUMMARY

There is some aquaculture, or pisciculture and farming of other water animals going on in Sweden today, however not nearly as much as in a lot of other countries. Mainly rainbow trout, but also a few other species are raised in Sweden, for two different reasons: human consumption and to set free in the wild. The farming takes place in more or less closed systems on land, or directly in cages in natural waters. The rest of Europe has also got some fish farming, where Norway is one of the biggest producers even though compared to the rest of the world, and especially to Asia, where fish are also grown for aquarium use, Norway doesn't produce that much in comparison.

In intensive pisciculture, a lot of fish is kept close together, which leads to an increase in stress levels and a higher risk of different infections. The health status of Swedish fish population today is good, contrary to other countries where there are problems with different pathogens. For example Sweden doesn't have the salmonic sea lice, (*Lepeophtheirus salmonis*) which causes a lot of problems in for example Norway. However the biggest problem here is still about parasites. With an increased Swedish fish farming there is a possible risk of national diseases like BKD to grow or for new foreign diseases like ILA/ISA to come and stay. If there are more pathogens in the fish farms there will also be an increased risk of them spreading out to the wild aquatic environment.

Farmaceuticals and other chemicals used in fish farms entail a risk to pour out to the natural ecosystem. Historically Europe used a lot of pesticides. However today more preventional work and alternate treatment options, such as biological methods are used instead. That's why Europe today has a really low usage of antibiotics as well as other pharmaceuticals and chemicals, while in other places in the world, for example in Asia, a lot of these are still heavily used. Even though, emissions of these substances are easier to control than the pathogens since man can just control what he uses in his farms.

Feed residues and metabolic waste products will inevitably end up as nutrients like nitrogen and phosphorus, in the wild waters, which increases the risks of over fertilization and bottom death. Research is going on to develop more energy efficient feeds and fish species, as well as finding methods, with for example the close farming of clams, to take care of nutrients and clean the water.

It is really hard to exactly measure which emissions is caused by aquaculture since there is a big spread factor in the water and there also is a lot of emissions of likely substances from other sources into the same waters. Even though pathogens are the emissions hardest to control, Sweden should be prepared to handle the problems we are facing with an extended Swedish pisciculture.



## **INLEDNING**

Världen står idag inför en utmaning att lyckas föda sin hela tiden ökande befolkning samtidigt som man måste tackla problemet med den globala uppvärmningen. Fiskodling har de senaste årtiondena mer och mer vuxit fram som ett alternativ till den traditionella landbaserade köttproduktionen för att ta fram animaliskt protein. Även om man i grannlandet Norge inte är i närheten av den produktionsmängd man ser i andra delar av världen som tex i Kina, så har de en långt större fiskproduktion än vad Sverige har, samtidigt som de har ett långt mycket större sjukdomstryck i sina vatten (norwegian veterinary institute, 2015). Denna litteraturstudie syftar till att undersöka vilka risker för våra naturliga akvatiska ekosystem som finns förknippade med en ökad svensk fiskodling med tanke på utsläpp av patogener, metaboliska restprodukter, läkemedel och andra kemikalier som sprids från fiskodlingarna mot bakgrund av de problem man redan ser i andra delar av Norden, Europa och världen.

## **MATERIAL OCH METODER**

För att hitta information till detta arbete har oftast databasen Web of Science använts, men sökningar har även gjorts i SLU:s söktjänst Primo och i Google scholar. Ord som sökts på enskilt eller i kombination är till exempel pisciculture, fish breeding, fish farming, risk, drug, environmental effect, rest products, och aquaculture. För förklaringar av grundläggande begrepp har information även sökts i nationalencyklopedins lexikon.

Information om gällande hälsoläge, lagar och regler, gällande framförallt fiskodling i Norden och Europa, har även sökts från Statens veterinärmedicinska anstalt, jordbruksverkets hemsida, finska livsmedels säkerhetsverket Elviras hemsida, europeiska kommissionens hemsida, Norwegian Veterinary institute och från Göteborgs universitet och Sveriges lantbruksuniversitet både via deras egna hemsidor och via deras gemensamma hemsida för nationellt kompetenscentrum för vattenbruk.

För att begränsa studiens omfattning har medvetet den största vikten lagts vid de problem man ser i Norge då det bedömts troligast att eventuella problem som kan drabba svenska vatten är de som redan idag finns i geografiskt och egenskapsmässigt närliggande vatten.

## **LITTERATURÖVERSIKT**

### **Bakgrund**

I Sverige odlar vi fisk för två olika ändamål, sättfisk och matfisk. Sättfiskodling kan användas för att plantera ut fisk i syfte att rätta till obalanser i de naturliga bestånden eller utsättning för sportfiske och matfiskodling är odling av fisk för direkt human konsumtion (jordbruksverket, 2016). I andra delar av världen odlas fisk även för att hållas som akvariefiskar (Peter & Tan, 1997).

Oavsett orsak till odlingen odlas fiskarna både i bassänger eller behållare på land och i kassar i naturliga vatten. Bassängerna på land kan vara antingen så kallade recirkulerande system, där vattkvalitén bibehålls genom att vatten från bassängens sugts ut, filtreras och åker tillbaka till bassängen, och dels bassänger med konstant genomflöde av nytt vatten utifrån. Fiskar odlas även i nätkassar ute i naturliga sjöar och hav. Kassarna fästs i botten och nätet slutar på ytan i en flytande plastram. Tekniska lösningar med automatisk matning och lock ovanpå kassarna har idag även gjort det möjligt att ha flyttbara kassar som kan flyttas långt ut till havs (europeiska kommissionen, 2015). Bassängerna med konstant genomströmning och kassarna direkt i naturliga vatten släpper av naturliga skäl ut mycket mer olika ämnen och restprodukter i vattnet jämfört med de recirkulerande systemen som har mindre miljöpåverkan i det avseendet.

I Sverige finns ungefär 200 fiskodlingar varav det i ungefär hälften odlas matfisk och i hälften odlas sätffisk. Vidare kan nämnas att den viktigaste fiskarten för odlingen i Sverige är regnbågen (*Oncorhynchus mykiss*) men även öring, lax, ål och röding odlas inom rikets gränser (jordbruksverket, 2016). I Sverige odlas årligen (2014) 9436 ton regnbåge i 59 olika odlingar där drygt hälften är små odlingar som producerar mindre än 10 ton fisk per år (statistiska centralbyrån, 2015).

På europeiskt plan står den odlade fisken för ungefär en femtedel av den fisk som produceras inom EU varje år (europeiska kommissionen, 2015) att jämföra med världsgenomsnittet där nästan varannan fisk som äts är odlad (Jordbruksverket, 2012). Regnbågen är liksom i Sverige även den viktigaste odlade sötvattensfisken inom EU (europeiska kommissionen, 2015). Sverige är i sammanhanget en liten fiskproducent då EU årligen (2007) odlar 204 745 ton regnbåge där de största producentländerna är Italien, Frankrike, Danmark, Spanien och Tyskland (europeiska kommissionen, 2015). Det kan jämföras med EUs totala mängd odlad fisk per år på 627 053 ton (2011) där Spanien, Frankrike och Storbritannien är de största producenterna (europeiska kommissionen, 2014). I sammanhanget bör nämnas att det europeiska landet Norge, som dock ligger utanför EU:s statistik, är en stor producent av framförallt odlad lax med en total produktion av lax och regnbåge på nästan 1,3 miljoner ton per år (norwegian veterinary institute, 2016).

På världsnivå odlas den största mängden fisk och skaldjur i de asiatiska länderna. Kina, Filippinerna och Indien är de tre största producenterna där Kina dessutom dominerar hela världsproduktionen med 60,75% av den odlade totalvikten av vattenbruksdjur i hela världen (europeiska kommissionen, 2014). I Asien odlar man förutom mycket matfisk och skaldjur (europeiska kommissionen, 2014) även mycket akvariefisk för export till Europa och Nordamerika och då inte minst för att avlasta och skydda sina vilda bestånd från utrotning (Peter & Tan, 1997)

## Patogener

I intensiv fiskodling utsätts fiskarna för mycket stress vilket gör att immunförsvaret försvagas och leder till en ökad utsatthet för olika sjukdomar, är slutsatsen som två japanska forskare drar efter att ha granskat ett flertal artiklar om odling av karpar (Dawood & Koshio, 2015) Även det faktum att syrehalten i vattnet i fiskodlingar ofta tenderar att sjunka gör att fiskarnas immunförsvaret kan bli nedsatt och att de av den anledningen lättare blir sjuka samtidigt som smittspridningen också underlättas om fiskarna hålls tätt tillsammans vilket ofta är fallet i fiskodlingar (nationalencyklopedin, 2016).

I Sverige är vi ännu relativt förskonade från sjukdomar i fiskodlingarna (Göteborgs universitet, 2016)(statens veterinärmedicinska anstalt, 2013) men i och med att vi inte är självförsörjande på avelsmaterial utan istället importerar befruktad rom och yngel så finns det hela tiden en risk att få in nya smittor (jordbruksverket, 2015). Bland de sjukdomar som ändå förekommer i landet är det parasitinfektioner som är det största problemet men även bakterieinfektioner, och då framförallt flavobakterier som angriper laxyngel samtidigt som virussjukdomar länge varit väldigt ovanligt i Sverige (statens veterinärmedicinska anstalt 2016).

## Parasiter

Lax-lusen (*Lepeophtheirus salmonis*) förekommer inte i Sverige (Göteborgs universitet, 2016) men är desto vanligare i Norge och är faktiskt den viktigaste patogenen på norra halvklotet när det gäller atlantisk laxproduktion (Gharbi, K. et al., 2015). Laxlusen är ett litet kräftdjur som lever som parasit på utsidan av framförallt laxar och havsöringar och där främst i odlingar. Även vilda fiskar kan bära på parasiten men blir inte lika hårt ansatta då fiskarna i odlingen lever så mycket tätare och därmed möjliggör en snabbare uppförökning av parasiterna. Kräftdjuren orsakar hudskador på fiskarna som dels kan få jonbalansproblem men även kan drabbas av andra infektioner sekundärt genom de nya inkörsportarna som hudskadorna innebär (nationalencyklopedin, 2016).

Amoebic gill disease (AGD) orsakas av *Paramoeba perurans*, som tidigare sedan 1980-talet funnits i Australiensiska laxodlingar där en predisponerande faktor för utbrott varit höga havstemperaturer (>17°C) och hög salthalt (>32%). De senaste åren har den dock växt sig stark i Europa där den trots temperaturen och salthalten spridit sig längre och längre norrut (norwegian veterinary institute, 2015). Den har observerats vid så pass låga temperaturer som 5-6°C och salthalter på ner till 27% (nationalencyklopedin, 2016). 2011 var den en av de viktigaste patogenerna i irländsk och skotsk laxodling, 2013 återfanns den i flera odlingar utanför Färöarna och 2014 hade den vuxit till att bli en av de viktigaste patogenerna även i norsk laxodling med 69 nya fall trots att den inte kunde hittas alls i norska vatten så sent som 2005. Amöban angriper förutom lax även regnbåge, sjurygg (eng. lumpsucker) och olika läppfiskar (eng. wrasse).(norwegian veterinary institute, 2015) Amöban angriper fiskarnas gälar och ger respirationsproblem såväl som tappad matlust och slöhet (nationalencyklopedin, 2016).

## **Bakterier**

Bakteriell njurinflammation (BKD) är fortfarande ovanlig men är ett växande problem i Sverige och upptäcktes hos röding i två olika odlingar 2014 (statens veterinärmedicinska anstalt, 2014). Sjukdomen som sprids direkt, vertikalt eller indirekt orsakas av den gram-positiva bakterien *Renibacterium salmoninarum* och drabbar framförallt laxfiskar i både odlingar och viltlevande tillstånd och leder där till hög dödlighet. Sjukdomen är svårbekämpad då den sprider sig genom blodet till vitala organ och kan föröka sig inne i fagocyterna. Ofta ses uppsvällda njurar med vita prickar och utåt syns en fisk med dålig balans och utstående ögon (statens veterinärmedicinska anstalt, 2015).

Infektion med *Pseudomonas anguilliseptica* har upptäckts i ålodlingar i Sverige men den har även påvisats hos vilda ålar. Bakterien angriper även bland annat laxfiskar, torsk och strömming. Bakterien orsakar blödningar i huden och i inre organ och kan leda till döden. I finska bräckvattensodlingar av lax har man till exempel sett att 50% av laxarna dog till följd av infektionen (statens veterinärmedicinska anstalt, 2015).

Vinterulcerationer till följd av *Moritella viscosa* med ökad dödlighet och försämrad tillväxt som följd förekommer vintertid även om problemen är begränsade tack vare att nästan all norsk odlad lax är vaccinerad mot bakterien. Tillförlitlig statistik saknas eftersom sjukdomen inte är anmälningspliktig (norwegian veterinary institute, 2015).

2014 var första året på länge då man upptäckte furunkulos, orsakad av *Aeromonas salmonicida* subsp. *Salmonicida*, hos odlad lax i havsmiljö i Norge. Döda och döende vilda laxar hittades då även i ett flodsystem i närheten av odlingen under samma tidsperiod som man hade problem i odlingen, och där den makroskopiska undersökningen tydde på infektion med samma bakterie, vilket tyder på att de odlade fiskarna smittats av de vilda (norwegian veterinary institute, 2015).

*Aeromonas hydrophila* är en gram-negativ bakterie som orsakar sjukdom i fiskodlingar runt hela världen och är en av de mest kostsamma för fiskodlare i Syd- och Central-Amerika (Vaz et al., 2016).

Yersinios orsakad av *Yersinia ruckeri* är en sjukdom som orsakar ökad dödlighet vid kläckningsfasen hos framförallt laxfiskar. Många norska kläckerier vaccinerar mot bakterien men 2014 upptäcktes ändå utbrott på 27 olika platser i Norge vilket är en ökning sedan året innan. (norwegian veterinary institute, 2015)

## **Virus**

Infektiös pancreasnekros (IPN) har några enstaka gånger hittats i Sverige. Sjukdomen som orsakas av ett birnavirus hittas oftast hos sötvattensodlade fiskar och är vanlig i sättfiskodlingar i övriga Europa. Sjukdomen konstaterades t.ex. i 48 odlingar i Norge under 2014 där fyra femtedelar var laxodlingar och resterande regnbågsodlingar. Vidare kan nämnas att dödligheten varierar från

under kontroll till mycket hög (norwegian veterinary institute, 2015). Viruset kan drabba alla laxfiskar, odlade liksom vilda. Sjukdomen leder ofta till hög dödlighet bland yngel och de få som överlever blir efteråt oftast symtomfria smittspridare (statens veterinärmedicinska anstalt, 2015).

Pancreas disease (PD) som orsakas av Salmonid alfavirus (SAV) är den viktigaste virussjukdomen i norska laxodlingar och den blir allt vanligare. 142 nya fall rapporterades där 2014 mot 99 året innan. Sjukdomen är väldigt smittsam och smittar framförallt laxar men även regnbågar kan drabbas. Två olika former av PD finns i Norge just nu, SAV2 och SAV3, där man de senaste åren börjat få bukt med SAV 3 men istället fått en hastig ökning av SAV2. Vidare kan nämnas att sjukdomen har en begränsad dödlighet men ger försämrad tillväxt (norwegian veterinary institute, 2015).

Infektiös laxanemi (ILA/ISA) har aldrig konstaterats närmare den svenska gränsen än Stavanger i Norge men det finns ändå anledning att vara uppmärksam längst den svenska västkusten (statens veterinärmedicinska anstalt, 2015). Sjukdomen är desto vanligare i Norge där man 2014 konstaterade 10 nya utbrott. (norwegian veterinary institute, 2015) Virussjukdomen sprids horisontellt och visar varierande kliniska symtom men blodsystemet är alltid involverat och ger alltid anemi som följd. (norwegian veterinary institute, 2015)

Hjärt- och skelettmuskelinflammation (HSMI) är den vanligaste sjukdomen bland odlad fisk i Norge där 181 olika odlingar drabbades under 2014 vilket är en ökning sedan året innan. Piscint orthoreovirus, vilket är ett dubbelsträngat RNA-virus, hittas alltid i sjuka fiskar och tros därav vara orsaken till sjukdomen trots att virus i stora mängder även har påvisats i friska fiskar. Döende fiskar uppvisar ofta symtom på cirkulatoriska störningar vilka kan vara så kraftiga att de är synliga makroskopiskt såväl som mikroskopiskt. Dödligheten varierar kraftigt men verkar öka om fisken samtidigt är stressad av någon annan anledning som till exempel transport. (norwegian veterinary institute, 2015).

Kardiomyopatiskt syndrom (CMS) är en allvarlig hjärtsjukdom som påvisades i 107 olika odlingar under 2014, vilket är en ökning med över 100% sedan 2010. Orsaken till sjukdomen var länge outredd men 2010 kom man fram till att Piscint myokarditvirus (PMCV) som är ett totivirus, vilka vanligen oftast angriper svampar, protozoer och insekter, är den troligaste orsaken då man funnit klara samband mellan sjukdomen och de individer som bär på viruset. Det är trots att man har hittat viruset i vild lax som inte visat tecken på sjukdom. Vattenburen infektion är den troligaste smittvägen för sjukdomen som har bara sin reservoar i laxar men samma typ av virus har även påvisats i guldlax (*Argentina silus*) (norwegian veterinary institute, 2015).

## **Läkemedel och kemikalier**

Den praktiska behandlingen av fiskar skiljer sig från behandling av produktionsdjur på land då de behandlande läkemedlen eller kemikalierna blandas i fodret (Magrone et al., 2016) eller sprids i

vatten som fiskarna sedan får bada i (Phumkhachorn & Rattanachaikunsopon, 2015)(statens veterinärmedicinska anstalt 2016).

För att komma till rätta med sjukdomsproblemen har man historiskt använt mycket antibiotika, andra läkemedel och kemikalier (norwegian veterinary institute, 2016). Det gör man än idag i flera asiatiska länder som till exempel i Bangladesh, som är världens femte största fiskproducent (norwegian veterinary institute, 2015). I fiskodlingar där har man uppmätt halter av 7 vatten- och sedimentbehandlande medel, 13 desinfektionsmedel, 7 antibiotikor, 7 pesticider, 8 fertiliserare och 4 fodertillsatser och probiotikor i samma fiskodling, vilket ändå anses relativt lite jämfört med andra asiatiska fiskproducerande länder. (Ali et al., 2016)

Inom EU är det idag helt förbjudet att använda antibiotika i tillväxtfrämjande syfte i all djurhållning, vilket även inbegriper fiskodling. Även vid sjukdomsutbrott används det i de svenska, likväl som i de övriga nordiska fiskodlingarna, idag en relativt låg mängd antibiotika (Göteborgs universitet, 2016)( norwegian veterinary institute, 2016) Antibiotikaanvändning mot *Pseudomonas anguilliseptica* har testats i Norge även på senare år men visat sig ha dålig effekt (statens veterinärmedicinska anstalt, 2015) Norwegian veterinary institute rapporterar till exempel att vaccinering och andra förebyggande åtgärder nästan helt eliminerat behovet av behandling med antibakteriella substanser. (norwegian veterinary institute, 2016)

De kemikalier man i svenska odlingar trots allt använder för behandling idag är främst natriumklorid, formalin, kloramin och väteperoxid, och då för badning av fiskar i låga koncentrationer under kort tid. (statens veterinärmedicinska anstalt 2016) Detta kan jämföras med att det i Norge, som huvudsakligen odlar lax, under året 2014 förskrevs medel mot laxlus 1540 gånger och av fem stycken olika preparat; pyretroider, azametifos, emamektinbensoat, diflubensuroner och väteperoxid.

### **Hormoner**

Tillväxtfrämjande hormoner är förbjudet inom EU men används i andra delar av världen som t.ex. i Asien där man bland annat använder growth hormone releasing peptide-6 (GHRP-6) som visat ha både immunstimulerande och tillväxtfrämjande effekter på Tilapia. (Martinez et al., 2016).

### **Åtgärder för att minska läkemedelsanvändningen**

Idag arbetar vattenbruksnäringen i många länder på att minska sitt läkemedelsanvändande (norwegian veterinary institute, 2015). Alternativ till kemikalieanvändning finns många gånger, som till exempel i fallet med AGD (*Paramoeba peruans*) där den bästa behandlingen är att skölja med vanligt sötvatten men eftersom så pass stora mängder går åt är det opraktiskt och den mest förekommande norska behandlingen är därför istället väteperoxid vilket dessvärre inte är lika effektivt och dessutom riskerar att skada fisken (norwegian veterinary institute, 2015). Ett annat

sätt att minska kemikalieanvändningen är att använda biologiska metoder som man gör i till exempel Norge och Kanada där man bland annat använder läppfiskar (eng. wrasse) och annan parasitötande fisk för att bekämpa laxlusen i laxodlingarna. (Skiftesvik et al., 2014). Förebyggande åtgärder som till exempel det riktade avelsarbetet visar också lovande resultat. I ett test på odlad atlantlax där man infekterade 1400 fiskar med laxlus (*Lepeophtheirus salmonis*) kom man fram till att efter 10 generationer av avelsarbete ska fiskarna själva ha utvecklat tillräcklig resistens för att helt eliminera behovet av bekämpningsmedel (Gharbi et al., 2015) Vacciner mot olika sjukdomar har även de visat sig ha god effekt som till exempel på odlad flundra där man sett goda resultat med vaccin mot *Pseudomonas anguilliseptica* (Jang et al., 2014) eller det ofta använda vaccinet mot furnikulos på odlade laxar i Norge (norwegian veterinary institute, 2015) Probiotikabehandling kan vara bra i vissa fall som till exempel i ett försök med paco-fiskar där man kom man fram till att förebyggande behandling med probiotika mot infektioner med *Aeromonas hydrophila* gav en lägre dödlighet än att inte behandla alls (Vaz et al., 2016). Mot många sjukdomar får man också helt enkelt acceptera att förebyggande åtgärder som god vattenkvalité och bra syresättning är det bästa eller enda alternativet (statens veterinärmedicinska anstalt, 2015) då många sjukdomar som tex renibakterios (BKD) saknar effektiva behandlingsmedel mot redan utbruten sjukdom (statens veterinärmedicinska anstalt, 2015)

## **Foderrester och metaboliska restprodukter**

Förutom läkemedel och kemikalier utsätts naturen även för fiskarnas metaboliska restprodukter och foderrester. I detta finns så kallade närsalter, framförallt kväve och fosfor, vilket bidrar till bottendöd och övergödning av hav och sjöar. Forskning pågår både för att få fram energieffektivare fiskar och för att ta fram nya foder som ger mindre restprodukter där man bland annat försöker minska på fiskinnehållet i fodret och istället öka halten vegetabilier till förmån både för de vilda foderfiskbestånden och för naturen runt kassarna. (Göteborgs universitet, 2016)

## **Kontroll**

I Sverige krävs idag tillstånd, och därmed görs även kontroller av miljöutsläpp, från odlingar av en viss storlek. För mindre odlingar, mellan 1,5 och 40 ton foderförbrukning per år, krävs inget tillstånd men odlingen måste anmälas (jordbruksverket, 2016). För en sådan mindre odling kan det i vissa fall krävas en miljökonsekvensbeskrivning. I dessa fall är kraven på miljökonsekvensbeskrivning oftast lägre än för större tillståndspliktiga odlingar (jordbruksverket, 2016).

## DISKUSSION

Vilka resthalter av läkemedel, olika kemikalier och närsalter som uppmäts i naturliga vatten och som orsakats av vattenbruket är jättesvårt att bedöma eftersom det släpps ut så mycket av dessa ämnen även från andra källor som tex reningsverkens utfarter och hushållens avlopp. Av den anledningen begränsar sig de flesta undersökningar till effekter i odlingarnas absoluta närhet vilket också är den slutsats som en grupp forskare drog i sin undersökning av kassodling längs den grekiska kusten (Belias et al., 2005). Även studier på föroreningar intill odlingarna blir svårare och svårare i och med att ny teknik gör det möjligt att flytta runt kassarna i havet vilket leder till att man inte får någon samlad punkt för föroreningarna. Också i de fall man vill mäta utsläppen från en kasse som ligger på ett bestämt fast ställe så är det inte, som vid djuruppfödning på land, att avfallet hamnar nära djuren utan i vatten sprider sig avfallet över större områden (Belias et al., 2005). Som exempel kan nämnas att en grupp forskare i Grekland gjorde en undersökning på kustnära kassodlingar av havsaborre och ruda och kom fram till att för varje ton odlad fisk och år släpps det ut 19kg kväve i form av foderrester och metaboliska restprodukter. Det motsvarar 23,8% av det kväve man stoppade in i odlingen i form av foder. Bara 13% av detta kväve landade på sjöbotten 20meter under kassen medan resterande 87% spreds ut i havet med hjälp av bl.a. strömmar. Forskarna mätte även hur mycket av kvävet som landade 1 km från kassen och där var halterna på sjöbotten bara en fjärdedel så höga som direkt under kassen vilket tyder på att spridningen sker över mycket stora arealer (Belias et al., 2005).

Som tidigare nämnt är det svårt att mäta exakta nivåer som släpps ut och trots att olika åtgärder vidtagits för att minska läkemedelsanvändningen vet vi faktamässigt att vattenbruket faktiskt släpper ut mycket oönskade ämnen i vattnet. Inte minst som tidigare nämnt i Asien släpper man ut mycket mediciner och kemikalier i vattnet. I Europa och Norden har man kommit långt på arbetet för miljön och använder inte mycket kemikalier längre, vilket är en taktik som troligen kan förutsättas att Sverige skulle fortsätta med även vid ett utökat vattenbruk. Som tidigare nämnt pågår även forskning för att ta fram energieffektivare foder med färre och mindre mängd restprodukter. Trots detta kommer vi aldrig att komma ifrån att fiskar är organismer med en metabolism och som därför alltid kommer att släppa ut en del metaboliska restprodukter eller så kallade närsalter. Dessa kan bidra till bottendöd och ökad övergödning inte minst i Östersjön som redan idag är övergödd. Även på detta område pågår forskning och försök för att begränsa effekterna, som bland annat i Kanada där man använder sig av filtrerande djur som t.ex. musslor som bryter ned närsalterna och på så sätt förbättrar vattenmiljön. Musselodling är något vi redan sysslar med i Östersjön, vilken naturligtvis skulle kunna dra nytta av en ökad fiskodling och därmed även en förbättrad tillgång på mussel-näring i ett specifikt område. Därmed skulle även produktionen i musselgrenen av vattenbruket kunna öka parallellt med fiskproduktionen. Om en ökad fiskproduktion faktiskt är ett krav för en ökad musselproduktion i Östersjön är dock mer tveksamt eftersom Östersjön redan idag är övergödd.

Som tidigare nämnts bidrar närsalter till övergödning och bottendöd. Utsläppen av läkemedel och kemikalier ger dock mer spridda effekter. Många av de miljörisker som kan vara associerade med



akvatiska miljöer i närhet till produktionsdjursanläggningar på land, med tanke på vissa bekämpningsmedel eller antiparasitära medel som tex ivermektin, kommer sannolikt inte att vara lika stora bekymmer i närhet till fiskodlingarna då färre sådana medel kan användas med tanke på odlingsfiskarnas egen hälsa. Därför torde den största biten att oroa sig för vara antibiotika, övriga läkemedel och även en del kemikalier som inte är skadliga för fiskarna men väl för andra delar av ekosystemet. Generellt vet man att det är bra att hålla antibiotikaanvändningen till ett minimum för att en konstant utsatthet för antibiotika riskerar att öka resistensen (Norwegian veterinary institute, 2016). Detsamma gäller i vissa fall även andra kemiska preparat (Norwegian veterinary institute, 2015). Sammantaget kan dock antas att oavsett vilka effekter läkemedel och kemikalier ger så är dessa effekter möjliga att kontrollera då man enkelt kan kontrollera vad man stoppar i odlingarna. Den verkliga miljörisken är istället de patogener, som antingen redan finns i naturen men som ges en chans att snabbt uppföröka sig i trångbodda odlingar, eller som förs till de svenska vattnen med importerad rom, yngel och fiskar, och i vissa fall även foder.

Om man vill studera effekter av patogener på miljön och på vilda fiskbestånd är det lätt att vända sig mot Norge som redan idag har en stor, och växande, produktion av framförallt lax. Vilka problem som faktiskt finns i Norge råder det delade meningar om. Branchen genom norskfisk.se som drivs av Norges sjömatråd, som branchen finansierar genom exportavgifter på odlad fisk, framhåller att dessa problem är små (Norges sjömatråd, 2016). Till exempel skriver de att laxlus från norsk fiskodling inte sprids till vilda bestånd utan att laxlusen finns naturligt i vattnet och att man i norska odlingar har ambitionen att hålla laxlusnivåerna på låga nivåer (Norges sjömatråd, 2016). Samtidigt beskriver Norwegian veterinary institute i sin senaste årsrapport (2014) exempel på när patogener troligen har överförts från vild till odlad lax vilket naturligtvis kan hända åt andra hållet också, och ger också exempel på sjukdomar som till exempel SAV som snabbt spridit sig över stora områden utan någon annan förklaring än att de på något sätt spridit sig genom vattnet. Institutet skriver också i sammans rapport att laxlusförekomsten visserligen ligger på ungefär samma nivåer som 2012 och 2013 men att man på många ställen i norska odlingar börjar se resistens mot bekämpningsmedel vilket kan ses som en risk för ökad laxlusförekomst i odlingarna i framtiden (Norwegian veterinary institute, 2015). Med institutets rapport och denna litteraturstudie som bakgrund kan därför antas att patogener kan spridas och sprids från odlade fiskar till vilda bestånd utom möjligen i de fall då fisken odlas i slutna eller recirkulerande bassänger eller behållare på land. I Sverige har vi idag relativt små problem med sjukdomar både på odlad och vild fisk men om man jämför det med till exempel Norge som har en betydligt högre produktion inser man snabbt att det finns många sjukdomar i vår närhet. Faktum är också att för flera av dessa patogener, som till exempel PD-virus och IPN, är den enda naturliga reservoaren fiskodlingar (Norwegian veterinary institute, 2015). Det gör att slutsatsen blir att med en ökad fiskodling finns en faktisk ökad risk för mer och fler sjukdomar bland vilda fiskbestånd än de vi har idag.

Slutsatsen baserat på norska förhållanden skulle därför bli att med en ökad svensk fiskodling följer en ökad risk för både fler och mer sjukdomar i våra vilda fiskbestånd. Då följer frågan om det rätteligen går att basera en svensk sjukdomsrisk på norska förhållanden. Om man tittar på de

sjukdomar som finns i Norge ser man dels att flera av deras stora sjukdomsproblem som till exempel *Paramoeba perurans* och vinterulcerationer orsakade av *Moritella viscosa*, sannolikt inte skulle kunna förekomma lika lätt eller alls i svenska vatten då båda dessa vill ha en salthalt på drygt 30% (Norwegian veterinary institute, 2015)(Statens veterinärmedicinska anstalt, 2016) att jämföra med Östersjöns 2-20% (Nationalencyklopedin, 2016). Sveriges geografiska läge hjälper alltså till att begränsa vår utsatthet för flera sjukdomar. När det gäller andra sjukdomar som till exempel infektiös laxanemi (ISA/ILA), som förmodligen skulle kunna klara sig även i svenska vatten, och då inte minst på västkusten, har vi ett försprång gentemot andra länder då vi redan nu kan se problemen de har och förbereda oss på att hantera dem.

### **Närliggande diskussionsområden**

Det finns ett par närliggande områden som stötts på under arbetets gång men som inte valts ut att granska djupare i detta arbete trots att de i allra högsta grad är relevanta för den svenska fiskodlingens miljöpåverkan. Det är frågan om ifall eventuella fiskar som rymmer orsakar problem i de vilda bestånden samt vilken effekt det har att man matar odlad fisk med fångad vild fisk.

När det gäller fiskar som rymmer från odlingskassar är det dokumenterat att det kan vara ett stort problem eftersom odlade fiskar ofta har gener som är modifierade för en bättre tillväxt på bekostnad av förmåga att överleva i det vilda och som riskerar att, genom sexuell fortplantning mellan odlade och vilda fiskformer, spridas i även de vilda bestånden. Vissa forskare hävdar att så lite som 60 genmodifierade fiskar som rymmer ut till ett vilt bestånd på 60000 fiskar skulle kunna leda till total utrotning av den vilda populationen på mindre än 40 fiskgenerationer (Muir & Howard., 1999). Samtidigt finns annan forskning (bland annat från fortlöpande miljöanalys vid SLU) som hävdar att riskerna med fiskodling är kraftigt överdrivna (Sveriges lantbruksuniversitet & Göteborgs universitet, 2013). Då denna fråga mer går in på ekologi än på veterinärmedicin har den valts bort på grund av dels det avsedda ämnesområdet för den här litteraturstudien och författarens bristande kompetens på ekologiområdet.

Gällande frågan huruvida infångandet av vild fisk som foder till odlad fisk är ett problem har även denna fråga valts ut att inte granska djupare av samma två anledningar men man kan ändå kort nämna att det finns de som ser infångandet av vild foderfisk som ett problem och att forskning pågår. Inte minst finansierad av branchen själva, för att ta fram energieffektivare foder och alternativa foder med en högre halt vegetabiliskt innehåll. Man kan även konstatera att alternativet att odla växtätande fiskar som t.ex. karp eller tilapia, som man gör på många andra platser i världen, finns det också men de växtätande fiskarna är inga som vi av tradition äter i Sverige.

## REFERENSLISTA

Ali, H., Rico, A., Murshed-e-Jahan, K. & Belton, B. (2016) An assessment of chemical and biological product use in aquaculture in Bangladesh. *Aquaculture*. 454:199-209

Belias, C., Ladakis, E., Papakonstantinou, K., Dassenakis, E. & Scoullou, M. (2005) The influence of fish farming in the addition of particulate nitrogen in coastal environments. *9th International Conference on Environmental Science and Technology*. B62-B67

Europeiska kommissionen (2014), Fakta och siffror om den gemensamma fiskeripolitiken, upplaga 2014 (2014)

Europeiska kommissionen (2015-12-15). *Vattenbruk*.  
[http://ec.europa.eu/fisheries/cfp/aquaculture/index\\_sv.htm](http://ec.europa.eu/fisheries/cfp/aquaculture/index_sv.htm) [2016-03-09]

Europeiska kommissionen (2015-05-18). *Regnbåge*.  
[http://ec.europa.eu/fisheries/marine\\_species/farmed\\_fish\\_and\\_shellfish/trout/index\\_sv.htm](http://ec.europa.eu/fisheries/marine_species/farmed_fish_and_shellfish/trout/index_sv.htm)  
[2016-03-09]

FAO 2014

Gharbi, K., Matthews, J., Bron, J., Roberts, R., Tinch, A. & Stear, M. (2015) The control of sea lice in Atlantic salmon by selective breeding. *Journal of the royal society interface*, 12: article 20150574

Göteborgs universitet, Vattenbrukscentrum väst (2016-01-28). *Förorenar vattenbruket?*  
<http://vbcv.science.gu.se/25svar/15> [2016-03-11]

Göteborgs universitet, Vattenbrukscentrum väst (2016-02-01). *Kan fiskråvaran i fodret ersättas?*.  
<http://vbcv.science.gu.se/25svar/19> [2016-03-11]

Göteborgs universitet, Vattenbrukscentrum väst (2016-02-01) *Är det mycket sjukdomar i svenska fiskodlingar?*. <http://www.gu.se> Naturvetenskapliga fakulteten/Vattenbrukscentrum väst/25 svar om fiskodling och vattenbruk/Är det mycket sjukdomar i svenska fiskodlingar?. [2016-03-09]

Jang, Y. H., Subramanian, D. & Heo, M. S. (2014) Efficacy of formalin-killed *Pseudomonas anguilliseptica* vaccine on immune gene expression and protection in farmed olive flounder, *Paralichthys olivaceus*. *Vaccine*. 32: 1808-1813

Jordbruksverket (2012), *Handlingsplan för utveckling av svenskt vattenbruk – Konkretisering av Strategi 2012-2020*.

Jordbruksverket (2015), *Vattenbruk och väderrelaterade störningar – konsekvenser av översvämningar för landbaserade fiskodlingar*.

Jordbruksverket (2016-02-04). *Vattenbruk – en växande näringsgren på landsbygden*.  
<https://www.jordbruksverket.se/amnesomraden/landsbygdsutveckling/branscherochforetagande/vattenbruk.4.e01569712f24e2ca0980008260.html> [2016-03-09]

Magrone, T., Fontana, S., Laforgia, F., Dragone, T., Jirillo, E. & Passantino, L. (2016) Administration of a Polyphenol-Enriched Feed to Farmed Sea Bass (*Dicentrarchus labrax* L.) Modulates Intestinal and Spleen Immune Responses. *Oxidative medicine and cellular longevity*. 2016: 2827567-2827567

Mahmoud A.O. Dawood, Shunsuke Koshio (2015). *Recent advances in the role of probiotics and prebiotics in carp aquaculture: A review*. The United Graduate School of Agriculture Sciences, Kagoshima University, Japan

Martinez, R., Carpio, Y., Morales, A., Lugo, J. M., Herrera, F., Zaldivar, C., Carrillo, O., Arenal, A., Pimentel, E. & Estrada, M. P. (2016) Oral administration of the growth hormone secretagogue-6 (GHRP-6) enhances growth and non-specific immune responses in tilapia (*Oreochromis* sp.). *Aquaculture*. 452:304-310

Muir, W. M. & Howard, R. D. (1999) Possible ecological risks of transgenic organism release when transgenes affect mating success: Sexual selection and the Trojan gene hypothesis. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 96:13853-13856

Nationalencyklopedin, fisksjukdomar.  
<http://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/lang/fisksjukdomar> [2016-03-22]

Nationalencyklopedin, laxlus. <http://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/lang/laxlus> [2016-03-10]

Nationalencyklopedin, östersjön. <http://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/lang/ostersjon> [2016-03-11]

Norges sjömatråd (2016) *Myter och fakta om lax*  
<http://www.norskfisk.se/Artiklar/Sverige/Myter-och-fakta-om-lax> [2016-03-11]

Norges sjömatråd (2016) *Om Norges sjömatråd*. <http://www.norskfisk.se/Artiklar/Om-Norges-sjomatrad/Om-Norges-sjomatrad> [2016-03-11]

Norwegian veterinary instituttet (2015), *The Health Situation in Norwegian Aquaculture 2014* (2015)

Norwegian veterinary institute, (2015-02-12) *Fakta om: Amöbegjellesykdom (AGD)*  
<http://www.vetinst.no/Faktabank/Amoebegjellesykdom-AGD> [2016-03-11]

Norwegian veterinary institute (2016). *Aquaculture without antibiotics*. <http://www.paneuropeannetworks.com/special-reports/aquaculture-without-antibiotics/> [2016-03-11]

Norwegian veterinary institute (2016-01-06). *Minimal use of antibiotics in Norwegian aquaculture*. <http://www.vetinst.no/eng/Highlights/Minimal-use-of-antibiotics-in-Norwegian-aquaculture> [2016-03-10]

Peter K.L. Ng, H.H. Tan (1997) Freshwater fishes of Southeast Asia: potential for the aquarium fish trade and conservation issues. *Aquarium Sciences and Conservation*, 1:79-90.

Phumkhachorn, P. & Rattanachaikunsopon, P. (2015) USE OF CASSIA ALATA AQUEOUS EXTRACT AS A BATH TREATMENT TO CONTROL PSEUDOMONAS ANGUILLISEPTICA INFECTION IN TILAPIA (OREOCHROMIS NILOTICUS). *Archives of Biological Sciences*. 67: 1165-1172

Skiftesvik, AB., Blom, G., Agnalt, AL., Durif, CMF., Browman, HI., Bjelland, RM., Harkestad, LS., Farestveit, E., Paulsen, OI., Fauske, M., Havelin, T., Johnsen, K. & Mortensen, S. (2014) Wrasse (Labridae) as cleaner fish in salmonid aquaculture – The Hardangerfjord as a case study. *Marine biology research*. 10:289-300

Statens veterinärmedicinska anstalt (2013-10-14) *Smittskydd och hälsoläge hos fisk*. <http://www.sva.se/djurhalsa/fisk/smittskydd-pa-fisk> [2016-03-09]

Statens veterinärmedicinska anstalt (2014) *SVAvet nr:4 2014*

Statens veterinärmedicinska anstalt (2015-04-24) *Infektiös pankreasnekros (IPN)*. <http://www.sva.se/djurhalsa/epizootier/infektios-pankreasnekros-ipn> [2016-03-09]

Statens veterinärmedicinska anstalt (2015-08-12) *Pseudomonas infektioner hos fisk*. <http://www.sva.se/djurhalsa/fisk/sjukdomar-hos-fisk/pseudomonas-anguilliseptica-fisk> [2016-03-09]

Statens veterinärmedicinska anstalt (2015-10-26) *Bakteriell njurinflammation, BKD (renibakterios)* <http://www.sva.se/djurhalsa/fisk/sjukdomar-hos-fisk/bakteriell-njurinflammation-bkd-fisk> [2016-03-10]

Statens veterinärmedicinska anstalt (2015-04-24) *Infektiös laxanemi (Infectious salmon anemia) /ILA (ISA)* <http://www.sva.se/djurhalsa/epizootier/infektios-lax-anemi-infectious-salmon-anemia-ila-isa> [2016-03-10]

Statens veterinärmedicinska anstalt (2016) Personlig kontakt (2016-03-10), Thorbjörn Hongslo, Sektion för fisk, Avdelningen för djurhälsa och antibiotikafrågor.

Statens veterinärmedicinska anstalt (2016) Kartläggning av omfattningen av sårskadad fisk i Hanöbukten – Redovisning av regeringsuppdrag M2014/1349 Nm, Statens veterinärmedicinska anstalt (2016)

Statistiska centralbyrån (2015-08-20). *Produktion av regnbåge till slakt år 2014.*

<http://www.scb.se/sv/Hitta-statistik/Statistik-efter-amne/Jord--och-skogsbruk-fiske/Vattenbruk/Vattenbruk/10103/10110/28658/> [2016-03-09]

Sveriges lantbruksuniversitet & Göteborgs universitet, Nationellt kompetenscentrum för vattenbruk (2013). *Miljöeffekter av fiskodling*

[http://www.nkfv.se/index.php?option=com\\_content&view=article&id=80&Itemid=144&lang=sv](http://www.nkfv.se/index.php?option=com_content&view=article&id=80&Itemid=144&lang=sv) [2016-03-11]

Vaz, F., Thais, H., Levy-Pereira, N., Alves., L. de O., Dias, D. de C., Tachibana, L., Pilarski, F., de Andrade, B., Marco, A., Tavares R.-P. & Maria, J. (2016) Probiotic feeding improves the immunity of pacus, *Piaractus mesopotamicus*, during *Aeromonas hydrophila* infection. *Animal Feed Science and Technology*, 211: 137-144