



AKADEMIN FÖR TEKNIK OCH MILJÖ
Avdelningen för bygg-, energi- och miljöteknik

Påverkan till och från fiskodlingar med avseende på vattenkvalitén i svenska vattendrag

Fallstudie
"Slotts Lax AB"

Anton Ekholm & Mattias Furunäs

2016

Examensarbete, Grundnivå (kandidatexamen), 15 hp
Miljöteknik

Miljöteknik - vatten, återvinning, Co-op

MIG800

Handledare: Christina Hultgren
Examinator: Zhao Wang

Sammanfattning

Ett flertal vattendrag i Sverige är idag förorenade (till viss grad), däribland Dalälven. Östersjön är ett utsatt hav vad gäller näringstillförsel, där Dalälven är en bidragande del till detta. I takt med att kunskapsnivån stiger kring hur vattenkvalitén påverkar organismer och människor så kan specifika åtgärder tas fram för enskilda vattendrag, för att förbättra kvalitén.

Rapporten handlar om fiskodlingar och hur dem påverkas av utsläpp från mänskliga aktiviteter, samt hur odlingen påverkar dess omgivande vattendrag. Fiskodlingar används främst för att odla fisk som livsmedel, men även fisk som är avsedd för utplantering till sjöar och hav. Utplantering av fisk görs främst för att minska trycket på den vilda fisken. Att bedriva en fiskodling innebär stort ansvar för verksamhetsutövaren, där lagar och krav som är fastställda av riksdagen måste uppfyllas. För att kontrollera lagar och krav har man regelbundna kontroller vid fiskodlingar från olika myndigheter.

Större delen av dagens fiskodlingar ligger i kontakt med sjöar och hav, och kan därmed påverkas av yttre faktorer i form av mänskliga aktiviteter, men även från själva odlingen i sig. Påverkan som bygger på utsläpp från dessa kan både vara positivt och negativt för vattendraget beroende på hur förutsättningarna hos denna ser ut. Fiskodlingar kan även placeras på land, men är dock betydligt mer kostsamt i jämförelse med en odling placerad i vattendrag.

Det finns vissa risker med att bedriva en fiskodling i vattendrag, med avseende på sjukdomar och rymning. Sjukdomar inom en fiskodling kan resultera i slakt, och denna kan även spridas till utomstående vattendrag. En rymning kan bidra till hybridisering och därav påverka det vilda beståndet av fisk, den kan även rubba näringsväven hos vattendraget i form av konkurrens med det vilda beståndet, men även via bioackumulation och biomagnifikation.

Det finns vissa faktorer som avgör placeringen av en fiskodling, detta allt efter hur förutsättningarna ser ut och vilken fisk som odlas. Slotts Lax AB, som är en fiskodlingsverksamhet i Dalarna, har valt att odla sin fisk i vattendrag, detta främst för att minimera kostnaderna och nyttja den miljö som erbjuds, vid Dalälven och Siljan. Fisk kan även odlas på land, detta görs främst för att minimera riskerna med rymning av fisk och spridning av sjukdomar.

Nyckelord:

Fiskodling, Avloppsreningsverk, Biomagnifikation, Bioackumulation, Hybridisering

Abstract

Several rivers in Sweden, including Dalälven, are today contaminated to certain degree. As the knowledge rises around how water quality affects the organisms and humans can specific measures be developed for water bodies, to improve the quality.

This thesis focuses on fish farms and how they are affected by emissions from human activity, and how fish farming affects its surrounding water. Fish farms are mainly used to raise fish for human consumption, but also fish intended for planting out in lakes and seas. The planting of fish is mainly to reduce the pressure on wild fish. Conducting a fish farm involves great responsibility for the operator, where laws and requirements that are established by the parliament must be met. For that purpose the laws and requirements are regularly checked at farms from different agencies.

Most of the fish farms are currently in contact with lakes and seas, and those can be affected by external factors such as human activities, but also from the culturing itself. Impact of emissions from fish farms can be both positive and negative for the watercourse, depending on the conditions of the area. Fish farms can also be placed on land, but this would be far more costly in comparison with fish farming in waterways.

There are certain risks associated with conducting a fish in streams such as, diseases and fish escaping. Diseases in the fish farming can result in the slaughter, and this can also spread to outside watercourses. An escape can contribute to hybridization which therefore affect the wild population of fish, it can also disrupt the food chain of the stream in the form of competition with the wild population, but also through bioaccumulation and biomagnification.

There are certain factors that determine the location of a fish farm, depending on how the conditions look likes and what kind of fish species that are being grown. Slotts Lax AB, which is a fish farming business in Dalarna, have chosen to grow their fish in streams, primarily in order to minimize costs and use the environment offered by the Dalälven River and Lake Siljan. Fish can also be grown on land, this is done primarily to minimize the risks of escape and the spread of diseases.

Keywords:

Fishfarm, Sewage treatment, Biomagnification, Bioaccumulation, Hybridization

Förord

Gruppen vill börja med att rikta sin tacksamhet till alla som varit involverade och välkomnat våra frågor och besök med öppna dörrar. Det har hjälpt oss att göra arbetet så omfattande som möjligt.

Handledare Christina Hultgren och Patrik Slott vid Slotts Lax AB har varit till stor hjälp med kunskap och vägledning.

Gruppen vill ge ett extra stort tack till Patrik Slott som valde att ta emot oss vid studiebesöket där en stor del av informationen hämtats och använts.

Stort tack!

Innehållsförteckning

Sammanfattning	ii
Abstract	iii
Förord	iv
1 Inledning	1
1.1 Bakgrund	1
1.2 Syfte	2
1.3 Mål och avgränsning	2
1.4 Målgrupp	3
2 Metod och genomförande	4
3 Resultat	4
3.1 Utomstående påverkan på fiskodlingar	4
3.1.1 Avloppsreningsverk	4
3.2 Fiskodlingars påverkan på utomstående vattendrag	7
3.2.1 Kväve och fosfor inom fiskodlingar	7
3.2.2 Utsläpp av kväve och fosfor från fiskodlingar	8
3.2.3 Risker med odlad fisk i vattendrag	9
3.2.4 Främmande arters påverkan på vattendrag	9
3.2.5 Smittorisk från odlingar till omgivande vattendrag	10
3.3 Placeringen av en fiskodling i strömmande/stilla vattendrag & på land	11
4 Diskussion	12
5 Slutsats	14
6 Framtida studier	15
7 Referenser	16

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Fiskodlingar används idag som stöd för att minska trycket på den vilda fisken. Den vilda fisken är utsatt (i många områden) för hårt tryck från yrkesfisket, men även i viss mån av sportfiske.

Fiskodlingar är en form av vattenbruk där man odlar fisk avsedd för utplantering eller som livsmedel. Idag ligger Norge i framkant vad gäller odling av fisk, detta på grund av en kombination av goda naturliga förutsättningar, kontroller, samt ett kontinuerligt utvecklingsarbete inom fiskodling. Fiskodlingar i Norge avsätter varje år cirka 100 miljoner till fiskforskning, dock har Sverige börjat etablera sig allt mer i verksamheten. Att bedriva en fiskodling innebär ett stort ansvarstagande vad gäller lagar och krav som måste efterföljas, om dessa inte följs riskerar miljön att ta skada (Norsk fisk, u.å). Arbetet riktar sig mot Dalälven och Siljan där Slotts Lax AB har sin verksamhet.

Slotts Lax AB har sin verksamhet i vattendrag inom Dalälvens avrinningsområde. Dalälven mynnar ut i Östersjön och är extra känslig för ytterligare påfrestningar, därför är det viktigt att vattendraget som kommer från älven håller god kvalitet. Östersjön har under en längre period haft problem med diverse föroreningar, som bland annat genererar i överskott av näring och utsläpp av tungmetaller osv (Bernes, 2005).

Fiskodlingar kan påverka kringliggande vattendrag genom att vattnet går genom fiskodlingen och får med sig olika substanser som sedan skickas ut i recipienten. Detta kan både ge positiva och negativa effekter på miljön beroende på var odlingen är placerad och hur den hanteras. Positivt i den form att en sjö som är näringsfattig kan få tillskott av näringsämnen och därmed dra nytta av det, samt negativt i den form att en sjö som ej är i behov av ytterligare näring missgynnas och kan resultera i övergödning. Andra faktorer vid placering av fiskodling är att vattnets kvalite uppnår en viss standard som är lämplig för odling av fisk (Personlig kommunikation, 12 april 2016).

Slotts Lax AB är en fiskodlingsverksamhet belägen i Siljan och Ängesgårdarna (Dalälven). Produktionen av odlad fisk ligger runt 1000 ton per år. Fisken man odlar är regnbåge (*Oncorhynchus mykiss*). Fiskens livscykel börjar med att den hanteras inomhus i små baljor där den kontinuerligt tillgodoses med föda och god syretillförsel (pumpar). När fisken kommit upp i en ålder på cirka 1 år flyttas denna ut till odlingskassar som är belägna i vattendrag i Siljan och Dalälven (figur 1). Odlingen i Siljan består av 10 nätkassar av polarcirkeltyp, varje kasse har en diameter på ca 22-32 meter och är placerade på cirka 6 meters djup. Odlingen upptar ungefär 48 000 m³. Ovanför odlingen finns även ett hoppnät för att minska mängden rymnd fisk. I dessa nätkassar simmar fisken tills den uppnått en vikt på cirka 2-3 kg, där den livnär sig på näringsrikt foder, men kan även förtära insekter och småfisk som tar sig in i kassarna. Slutgiltigen går fisken till slakt (livsmedelsindustrin 90 %) eller som utsättningsfisk (10 %) till sportfiskeindustrin (Slotts Lax AB, 2010).



Figur 1. Odlingskassar vid Slotts Lax`s anläggning i Siljan utanför Björka. (Slotts Lax AB, 2010)

1.2 Syfte

Syftet med undersökningen är att inventera vilka problem som finns kopplade till svenska fiskodlingar och dess närliggande vattendrag, samt att se över hur dess vilda bestånd påverkas av odlingsverksamheter. Syftet är även att mer inriktat se över hur Slotts Lax AB påverkar recipienten (Siljan och Dalälven) som deras verksamheter ligger inom. Med hjälp av att se över denna verksamhet kan man belysa vilka potentiella problem som finns kopplat till odling av fisk.

1.3 Mål och avgränsning

Fokus i detta arbete är främst att se över svenska fiskodlingar, och hur dem påverkar och påverkas av utomstående utsläpp. En del av arbetet kommer att riktas som en fallstudie till vattendrag i Dalarna där Slotts Lax AB har sin verksamhet.

Denna undersökning kommer rikta sig till dessa tre forskningsfrågeställningar:

- Hur ser utsläppsnivån ut (innehållande föroreningar) från svenska vattendrag till/från fiskodlingar, samt hur påverkas odlingar och utomstående vattendrag vid kontakt med dessa föroreningar? Går detta att bedöma?
- Påverkas naturliga bestånd i svenska vattendrag om eventuell rymning eller sjukdomsutbrott från odlingar skulle äga rum? Går detta att bedöma?
- Hur värderas placeringen av en fiskodling, vilka potentiella fördelar/nackdelar finns med att placera en odling på en specifik plats. Går detta att bedöma?

1.4 Målgrupp

Rapporten riktar sig mot personer med ett intresse för fiskindustri och dess miljöproblem. Rapporten kan användas som underlag för myndigheter och privata aktörer som vill kartlägga eventuella problem kopplat till fiskodlingsverksamheter.

2 Metod och genomförande

En del av den information som använts i rapporten kommer från ett studiebesök (den 13/4 -16) där intervju med Patrik Slott vid Slotts Lax AB ägt rum. Anledningen till att gruppen valde att besöka Slotts Lax AB var för att erhålla information som sedan kunde användas för att genomföra en fallstudie om verksamheten. Intervjun gick till på så vis att Patrik Slott fick berätta mer detaljerat om hur verksamheten fungerade. Under samtalet ställdes ett flertal frågor som berörde kopplingen mellan odling av fisk och dess potentiella miljöpåverkan. Exempel på frågor som ställdes var:

- Hur ser kontrollerna ut på anläggningen och vilka utför dessa?
- Hur ser antibiotikaanvändningen ut?
- Vilka risker ser du med att bedriva en fiskodling?
- Hur har ni hanterat de rymningar som skett med jämna mellanrum?
- Vad anser du har störst påverkan på vattendraget (recipienten)?
- Varför väljer ni att odla fisk i vattendrag och inte på land?
- Vad gör ni för att minska utsläppen av kväve/fosfor?
- Hur tror du avloppsreningsverk påverkar odlingen?
- Vad har ni för dagliga rutiner?

Efter avslutad intervju fick gruppen en kortare rundvandring inom verksamheten där ytterligare frågor ställdes om produktionen och fiskens livscykel. Vid studiebesöket fick gruppen även ta del av litteratur innehållande information om Slotts Lax AB:s verksamhet.

Övrig informaton har hämtats från vetenskapliga artiklar och övrig litteratur, där en del information handlat om fiskodlingar i Norge. Norge är ledande inom verksamheten och därav finns mycket information om just deras odlingar att ta del av. Databaser som använts för att identifiera relevanta vetenskapliga rapporter har varit sciencedirect och discovery, där sökorden varit inriktade på vattenkvalitet med koppling till fisk och fiskodling. Mailkontakt har även förts med Yvonne Ottosson från svenska lantbruksuniversitetet vid fiskeriförsöksstationen i Älvkarleby. Detta har dock inte varit relevant till det område gruppen valt att skriva om.

En regelbunden diskussion om det valda ämnet har förts mellan handledaren och studenterna om information som varit relevant att ha med i arbetet. Utefter vad handledningstillfällena erhållit har gruppmedlemmerna sinsemellan diskuterat om hur informationen kan användas.

3 Resultat

3.1 Utomstående påverkan på fiskodlingar

3.1.1 Avloppsreningsverk

Utsläpp av kväve och fosfor från avloppsreningsverk, inklusive flera olika typer av punktutsläppskällor, bidrar till näringstillförseln i vattendrag. Vissa områden är mer drabbade än andra, ett exempel på detta är Östersjön, som idag är hårt drabbad av näringshalter i form av kväve- och fosforutsläpp. Förhöjda näringshalter i dessa områden bidrar till algblomning, igenväxning, låga syrgashalter och dåliga ljusförhållanden. I de mest drabbade områdena påverkas fisken negativt i och med algblomning, som resulterar i syrebristigt vatten (Ekholm & Furunäs, 2016).

Dagens avloppsreningsverk är inte konstruerade för att rena avloppsvattnet från läkemedel, men lättnedbrytbara läkemedel bryts oftast ned i avloppsreningsverket ändå. Det finns dock vissa substanser som kan påverka den obligatoriska reningen i avloppsreningsverken, till exempel kan den biologiska reningen påverkas negativt av höga halter antibiotika (Löf & Larsson, 2013; Naturvårdsverket, 2008 b; Furunäs, 2016).

Fiskar är ett djur som andas med gälar, läkemedelsrester som släpps ut påverkar fiskar genom att substanserna hamnar på gälarna och sedan i fisken, på så sätt har läkemedlet från avloppsreningsverket hamnat i ett nytt djur. Odlad fisk får även i sig föda från kassarna i form av mindre organismer som kan innehålla höga halter föroreningar, som t.ex. läkemedel och tungmetaller. Får man inte bukt med läkemedelsreningen kan man på detta vis få en okontrollerad spridning av läkemedel som drabbar vild fisk och som även kan drabba odlad fisk (Löf & Larsson, 2013; Furunäs, 2016).

3.1.1.1 Läkemedel och tungmetallers påverkan på den vilda fisken

Läkemedel består av en rad olika substanser men utgör samma egenskaper som kroppen sakta bryter ned. Anledningen till att man gör läkemedel stabila är att det ska fylla funktionen att stanna kvar länge i kroppen och transporteras till det område läkemedlet är riktat mot, innan det bryts ned i magens nedbrytningsprocess. Vore läkemedel ostabilt skulle själva effekten försvinna relativt snabbt i och med den sura nedbrytnings-process som finns i magen, vilket gör att läkemedlet inte skulle hinna verka på önskat sätt i kroppen (Apoteket, Stockholms läns landsting, Stockholms universitet, 2005; Ekholm & Furunäs, 2016).

De läkemedel som sprids okontrollerat kommer ursprungligen från oss människor. Idag finns det ingen riktig läkemedelsrening i Sverige vilket bidrar till att läkemedelssubstanser släpps ut i det naturliga kretsloppet genom avloppsreningsverken. Läkemedelssubstanser besitter olika kemiska och fysikaliska egenskaper och påverkar det naturliga kretsloppet på olika sätt. Läkemedel är persistent och till stor del fettlösligt vilket resulterar i att om de upptas av organismer ansamlas de och sprids vidare i näringskedjan via bioackumulation och biomagnifikation.

Fiskar har en förmåga att ta upp läkemedel via deras gälar. Ett annat sätt för läkemedel att spridas i näringskedjan är att små organismer kommer i kontakt med substanser av läkemedel och binder det till sina fettvävnader (bioackumulation). När organismerna blir föda till andra djur sprids detta i näringskedjan och avslutas med att den som står överst i näringskedjan får de högsta halterna av

läkemedelssubstanser. I vattendrag är det oftast fiskar som står överst i näringskedjan (Löf & Larsson, 2013; Ekholm & Furunäs, 2016).

Metaller förekommer naturligt i miljön. I större mängder kan dem påverka miljön negativt. Att tungmetaller ökar i sjöar och vattendrag beror främst på att människan har satt dem i cirkulation. Tungmetaller som sprids på detta sätt är bland annat kvicksilver, zink, koppar och kadmium (Havet, u.å).

Tungmetaller har en förmåga att tas upp av organismer som binder metallerna till sig, t.ex. kvicksilver. Kviksilver är vanligt förekommande hos fiskar då man utifrån fiskens storlek kan identifiera hur mycket kvicksilver som finns bundet i denna via bioackumulation och biomagnifikation. Just kvicksilver har tendensen att tas upp av organismer och omformas till metylkvicksilver. Metylkvicksilver har egenskapen att transporteras i näringskedjan och slutgiltigen hamna hos fiskar som är överst i näringsväven i Dalälven.

Kviksilverhalten i Dalälvens gäddor har mätts upp och resultatet utifrån undersökningen visar att kvicksilverhalten i dessa fördubblas när vikten ökar ungefär fem gånger, detta tyder på att tungmetaller har en påverkan på fiskar i Dalälven (Länsstyrelsen Dalarna, u.å).

Zink är en livsnödvändig metall, dock är denna i för hög dos farlig för vattenlevande organismer. Det som är miljöfarligt hos zinkföreningar beror huvudsakligen på den mängd zinkjoner som frisätts.

Koppar har en skadlig inverkan på mark, sjöar och vattendrag, genom att i större mängder påverka mikroorganismer. Utsätts mikroorganismer för höga halter koppar genererar det till negativa effekter hos dessa.

Kadmium har även den en negativ påverkan på mikroorganismer och vattenlevande arter, i för hög dos (Naturvårdsverket, 2010).

De metaller som ackumuleras i näringsväven kan beskrivas som en ”tävlan” mellan metallerna om vilket ämne som ska ackumuleras (Bernes, 2005; Länsstyrelsen Dalarna, u.å).

3.1.1.2 Läkemedel och tungmetallers påverkan på den odlade fisken

Vissa läkemedel och tungmetaller är dokumenterade att innehålla substanser som påverkar den vilda fisken, vilket beskrivs i kapitel 3.1.1.1. Däremot finns det få underlag som beskriver hur läkemedelssubstanser och tungmetaller påverkar den odlade fisken. Frågor angående påverkan på odlingar har ställts till Slotts lax AB samt Yvonne vid SLU. Patrik Slott vid Slotts Lax AB nämner att en påverkan av läkemedel och tungmetaller inte har någon direkt påverkan på odlingen på grund av att fisken vistas en kortare tid i nätkassarna. Kunskap inom detta område är dock begränsat även för dem som bedriver fiskodlingsverksamheter.

3.1.1.3 Kväve och fosfors påverkan på den odlade fisken

Utsläpp av kväve och fosfor från olika industrier och avloppsreningsverk bidrar till näringstillförseln i vattendrag. Även själva fiskodlingen i sig har en bidragande effekt på vattendraget. Slotts Lax AB har en stor del av sin verksamhet i anslutning till Dalälven. Vissa områden är mer drabbade än andra, framför allt ett antal mindre sjöar/vattendrag i slättlandskapet i Dalälvens nedre avrinningsområde (figur 5).

Förhöjda näringshalter i dessa områden bidrar till algblomning, igenväxning, låga syrgashalter och dåliga ljusförhållanden. I de mer drabbade områdena inom Dalälven påverkas fisken negativt i och med algblomning som resulterar i syrebristigt vatten (Länsstyrelsen Dalarnas län, 2009). Fiskodlingar kan också påverkas av detta genom att förhållandena försämras.

I takt med att näringsämnen fortsätter att tillföras kommer man upptäcka mer och mer botten som är ”döende” eller i brist på syre. När ekologiskt viktiga områden blir obeboeliga så kommer även det marina livet att ta skada, i form av att växter/djur kommer få reproduktionssvårigheter, vilket i sin tur leder till en obalans i ekosystemet. En sådan obalans kan leda till att arter dör ut (Bernes, 2005).

Dalälven står för utsläpp av kväve och fosfor till Östersjön, där Slotts Lax AB står för cirka 1 procent vardera av dessa.

	Fosfor	Kväve
Till havet med Dalälven (2000-2008)	170 ton/år	5 400 ton/år
Från fiskodlingen (1 300 ton)	1,8 ton/år	56 ton/år
Andel	Ca 1 %	Ca 1 %

Figur 2. Slotts Lax betydelse för havet (Slotts Lax AB, 2010)

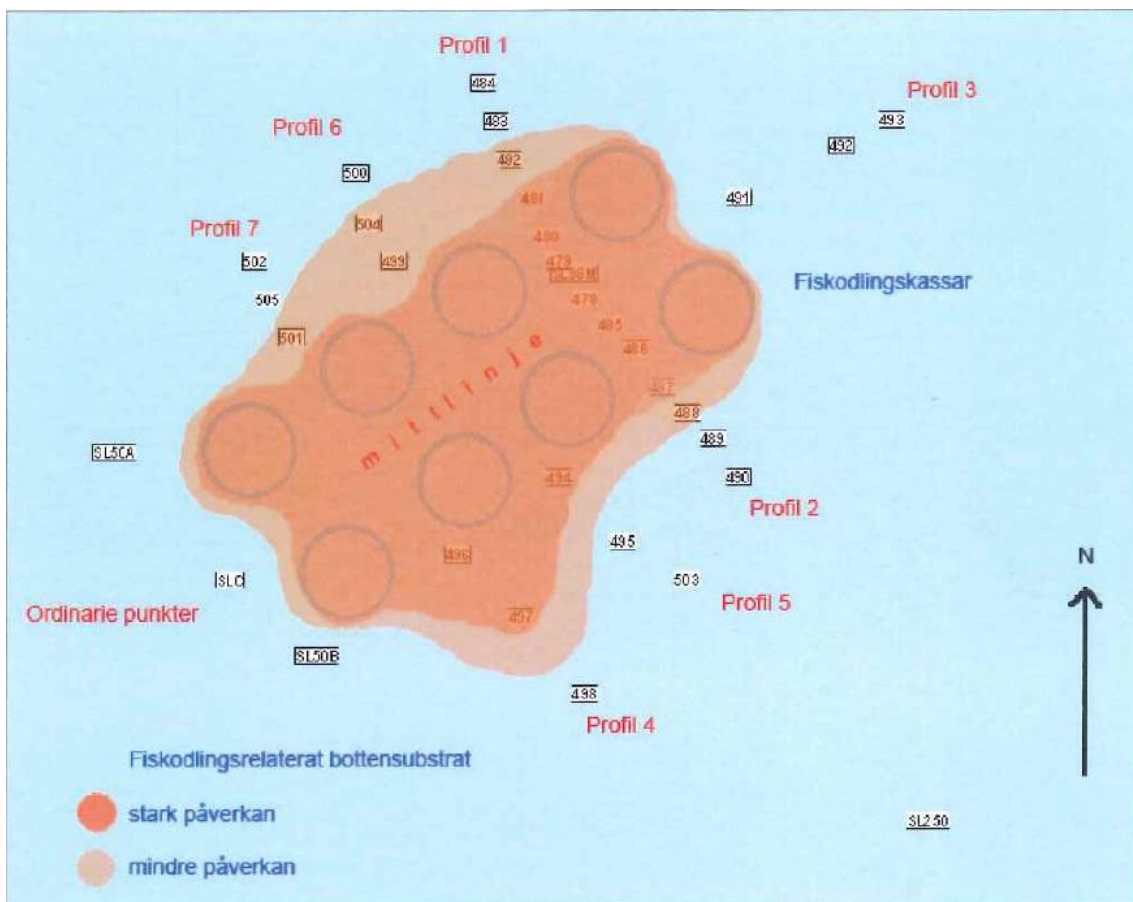
3.2 Fiskodlingars påverkan på utomstående vattendrag

3.2.1 Kväve och fosfor inom fiskodlingar

Inom fiskodlingar används fiskfoder som för med sig näringsutsläpp som kommer från dess innehåll av näringsämnen. Dessa tas huvudsakligen upp av fiskarna inom odlingen, men ett visst överskott förs vidare till omkringliggande miljö. De fekalier som fisken släpper ifrån sig innehåller näringsämnen i form av fosfor, och kan spridas till utomstående miljö, samma gäller för kvävet som utsöndras via fiskens gälar. Fiskodlingar som ligger i kontakt med vattendrag kan påverka övrigt marint liv både positivt och negativt. Positivt i den form att näringsämnen från fiskproduktionen hamnar på botten där fiskar och organismer tar tillvara på näringen. Den negativa påverkan är att vissa arter kan bli dominant vid överflödigt näringstillskott, vilket kan leda till att vissa arter blir utkonkurrerade.

Figur 3 påvisar att fodret/fekalerna sprids utanför gränsen av odlingsområdet och blir därav en påverkan på utomstående vattendrag (Naturvårdsverket, 1993; Ekholm & Furunäs, 2016).

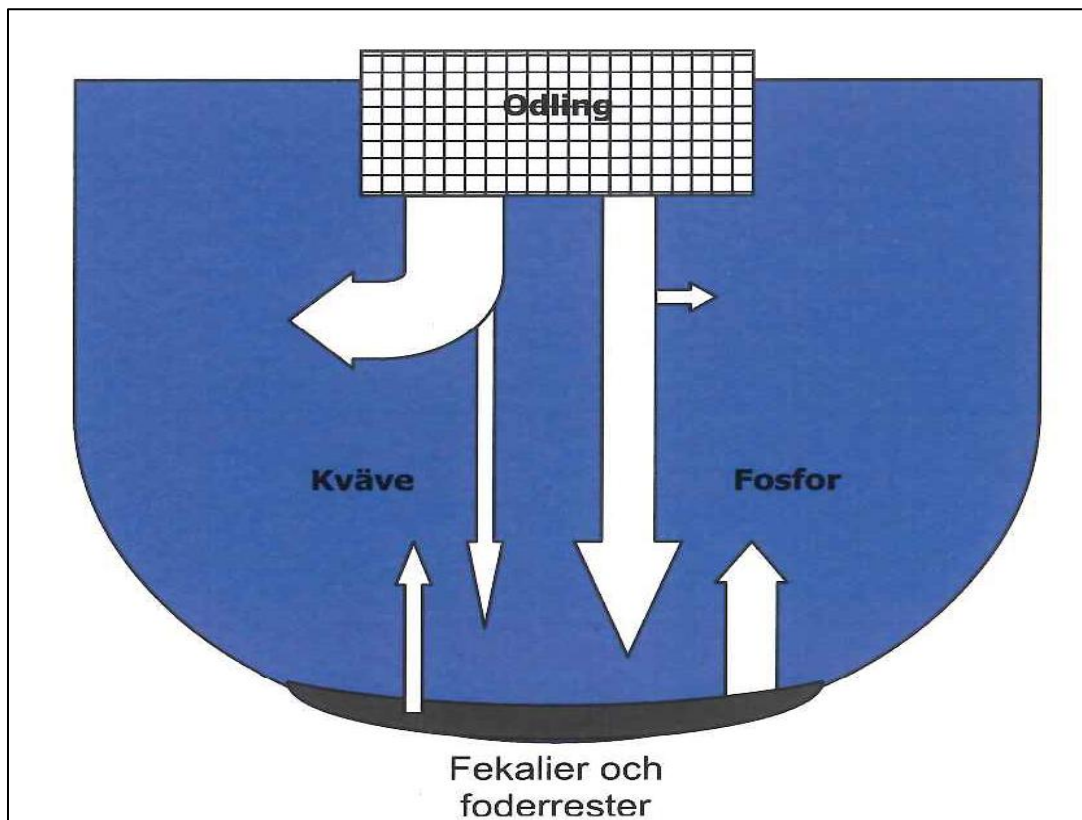
Fodret som används inom odlingarna bidrar till utsläpp av kväve och fosfor, därför arbetar olika odlingar i förebyggande syfte för att få fram ett foder som ska vara mer hållbart, både ur utsläppssynpunkt och innehållssynpunkt. Fiskfoder innehåller fiskmjöl, som består av vild fisk, detta försöker man fasa ut för att minska andelen vild fisk som används för att föda den odlade fisken (Personlig kommunikation, 12 april 2016).



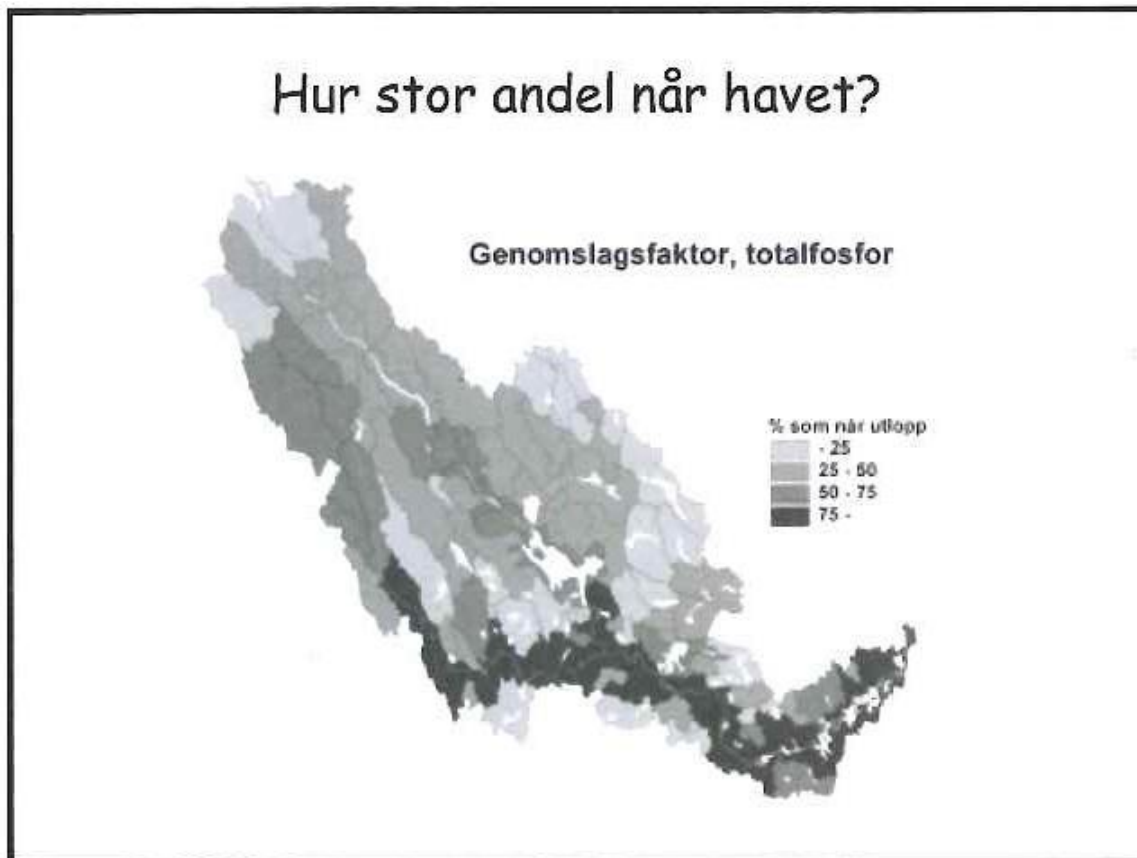
Figur 3. Foder/fekalier (kväve och fosfor) utbredning på botten (Slotts Lax AB, 2010)

3.2.2 Utsläpp av kväve och fosfor från fiskodlingar

Fekalier och foderrester sprids från fiskodlingar innehållande fosfor och kväve. Kvävet sprids i form av den syreförbrukning som sker, och fosfor via utsöndring av fiskens fekalier. Fosfor sedimenteras till större del på botten under odlingen medan löst kväve i huvudsak utsöndras i vattnets mellanregister via urin. Figur 4 visar hur kväve och fosfor transporteras inom odlingarna, där olika förhållanden påverkar utspridningen av dessa. Vattnets djup, temperaturskiktning och strömhastighet genom fiskodlingar har betydelse för mängden utspridat kväve och fosfor, det vill säga att strömmande vatten för med sig mer restprodukter än ett mer stilla vattendrag. En viss del av fekalierna och foderresterna upptas av vilt levande fisk. Fosfor behöver inte enbart påverka vattendragen negativt (Slotts Lax AB, 2010). Siljan är en näringsfattig sjö där Slotts Lax AB har en del av sin verksamhet, näringen som kommer från odlingen bidrar därför till en positiv effekt på vattendraget. Figur 5 visar genomslagsfaktorn av totalfosfor via Dalälven ut till Östersjön, d.v.s. hur stor andel som når ut till havet. Placeringen av en fiskodling är avgörande för hur utomstående vattendrag påverkas. Det som styr produktionen av alger i Siljan är tillgången på fosfor. Delar av kvävet passerar i huvudsak genom sjön och vidare med Dalälven ut i Östersjön (Slotts Lax AB, 2010).



Figur 4. *Fekalier och foderrester* (Slotts Lax AB, 2010)



Figur 5. *Hur stor andel når havet* (Slotts Lax AB, 2010)

3.2.3 Risker med odlad fisk i vattendrag

Beroende på vilken typ av fiskart man väljer att odla inom sin verksamhet så skiljer sig risken för korsning och hybridisering. Riskerna varierar beroende på vilken art som odlas. Det man kan se är att det är lägre risk från ett genetiskt perspektiv att odla en art som man vet inte kan föröka sig med naturliga populationer. En av de större riskerna som finns genom rymning av odlad fisk är om man odlar inhemska arter, detta då dessa har förmågan att kunna korsa sig med naturligt bestånd i vild miljö. Detta är en av anledningarna till att man odlar just regnbåge, för att utesluta att fisken som rymmer inte ska kunna hybridisera sig (Nilsson, 2000).

En stor del av fiskodlingar i Sverige är riktade mot livsmedelsindustrin samt sportfiskeindustrin, fisken som odlas är främst regnbåge i och med att den är mest tålig för olika typer av miljöförhållanden. Enligt P. Slott (Personlig kommunikation, 12 april 2016), som även odlar regnbåge inom sin verksamhet, kan denna inte fortplanta sig genom hybridisering med inhemska laxfiskar. Detta innebär att det inte finns några genetiska risker med just regnbåge som ”odlingsfisk” (Jordbruksverket, 2013; Cussac et al., 2014; Furunäs, 2016; Slotts Lax AB, 2010).

3.2.4 Främmande arters påverkan på vattendrag

Spridning/rymning av främmande arter utgör idag ett nationellt hot mot den biologiska mångfalden och kan ses som ett större miljöproblem än vad man egentligen kan tro (Simberloff, Parker, & Windle, 2005). Som nämnts tidigare i arbetet så är rymning ett utav de problem som finns, när man ser till de problem som finns kopplat från fiskodlingar till omgivande vattendrag. Om man drar en jämförelse med Norge, som är ett världsledande land vad gäller fiskodling, och som har utmärkta förhållanden för

att odla fisk, så har dem årligen problem med smitning/spridning av fisk. Bara mellan åren 2001-2009 så låg smitningsantalet på cirka 5,96 miljoner fiskar (Dejemo, 2013; Norsk fisk, u.å; Thorvaldsen et al., 2015). Det är även en hel del fiskar som rymmer obemärkt, och tas därför inte med i rapporteringen (Naylor, Eagle, & Smith, 2003).

Fiskarter som odlas inom en fiskodling och där närliggande vattendrag innehar samma typ av fiskart, kan även dem påverkas om en spridning skulle inträffa, detta p.g.a. populationsskillnader sinsemellan fiskarna (Naturvårdsverket, 2008 a). Enligt olika studier som har gjorts kan man se tydliga skillnader hos lokala bestånd, bl.a. hos sötvattensfiskar såsom öring (Nilsson, 2000). Denna art kan man se skillnader hos, även över mindre områden, då populationer kan variera genetiskt för olika områden. Av detta kan man bedöma att, oavsett om den utsatta fisken härstammar från platsen eller närliggande område kan den ändå bidra med negativa effekter på de vilda fiskarterna (Naturvårdsverket, 2008 b).

Den främsta anledningen till att man inte vill korsa odlade fiskar med vilda fiskarter är huvudsakligen pga. att det genererar i genetiska förändringar hos den vilda arten, som kan påverka dess beteendemönster (Jordbruksverket, 2012).

Anledningen till att det finns en oönskad spridning av fisk är dels p.g.a. felaktigt underhåll inom verksamheten, ytterligare rymningar kan bero på aktivister som skär sönder kassarna. Vid en större rymning kan den odlade fisken påverka den vilda faunan som odlingen är placerad i, detta genom att det blir konkurrens med den vilda fisken om födan och därmed ”överlevnad”.

Vid Slotts Lax AB hanterar man rymning av fisk med nätfiske, samt att uppmuntra allmänheten till att fiska. Med denna metod fångar man in cirka 80-90 % av den totala mängden rymd fisk, och detta inom en period på tre månader, enligt P. Slott (Personlig kommunikation, 12 april 2016).

Rymning av fisk från odlingar anses vara ett problem, även i framtiden. Vad gäller utrustningen som de olika odlingsverksamheterna använder sig av, så verkar denna inte ha någon betydande roll för huruvida fisken rymmer. Problemen kan man se ligger hos hanteringen/monteringen, än från att själva utrustningen (Jensen et al., 2010; Furunäs, 2016).

3.2.5 Smittorisk från odlingar till omgivande vattendrag

Att placera stora mängder fisk i ett område innebär att parasiter får en gynnsam miljö att spridas i (Wichardt, 2000). Även sjukdomar har stor risk att spridas inom fiskodlingar, ett sjukdomsutbrott kan ge förödande konsekvenser både ekonomiskt (för fiskodlaren) och biologiskt för vattendraget (Statens veterinärmedicinska anstalt, [SVA], 2011). En fiskodling kan även bidra till extra belastning för kringliggande vattendrag om smitta redan förekommer i sjön genom att odlingen förstärker ett redan befintligt smittetryck (Slotts Lax AB, 2010). För att minimera chansen till spridning av sjukdomar så är det extra viktigt att utrustningen är rengjord och inte för med sig smittor från andra vattendrag (Slotts Lax AB, 2010). Vid Slotts Lax AB kan ett sjukdomsutbrott innebära masslakt, beroende på typ av sjukdom.

Ett exempel kopplat till sjukdomar är laxlusen (*Lepeoptheirus salmonis*) som är ett debaterat område i Norge. Denna parasit har en förmåga att sätta sig på värddjur (fiskar) och livnär sig på dessa. Laxlusen sprids väldigt lätt där populationerna av fisk är hög, vilket gör de Norska fiskodlingarna extra utsatta. Laxlusen trivs inte i sött och bräckt vatten vilket gör att vattendrag som Siljan och Dalälven är förskonade (Naturskyddsföreningen, 2014). Olika myndigheter kontrollerar fiskodlingar för att förebygga att smittor inte sprider sig, vid Slotts Lax AB kontrollerar fiskhälsan deras anläggningar

regelbundet. Ytterligare kontroller inom Slotts Lax utgörs av SVA, dessa kontroller sker två gånger per år (Slotts Lax AB, 2010).

Fiskodlingar drar även till sig vild fisk som tar åt sig överblivet foder och fekalier från den odlade fisken. Under odlingarna blir det ökad näringstillförsel vilket bidrar till att bottenlevande djur och plankton ökar i dess närhet. Utöver detta sker utsläpp av närsalter vilket kan bidra till förändringar i näringsväven (Alanära & Andersson, 2000; Ekholm, 2016).

3.3 Placeringen av en fiskodling i strömmande/stilla vattendrag & på land.

Fiskodlingar som är placerade i strömmande vattendrag har fördelen att vattenomsättningen är hög, i jämförelse med att placera en odling i en insjö eller på land. Alla odlingar har gemensamt att de måste ha en vattenomsättning av hög kvalitet för att fiskarna ska trivas och undgå fysiska påfrestningar. Ett vattendrag med dålig vattenomsättning leder till att rester från odlingen stannar kvar under en längre period, vilket kan medföra till olika påfrestningar på miljön och verksamheten i form av ökat underhåll (Nilsson, 2000). Eftersom odlingarna ligger ute i vattnet behöver man då och då se över dessa så att inte eventuella skador eller problem uppstått, detta görs huvudsakligen genom transport med båt till kassarna. Avståndet för Slotts lax till odlingarna är cirka 350 meter.

På senare tid har det kommit på tal om att placera fiskodlingar på land, detta för att undgå de utsläpp som odlingar placerade i vattendrag för med sig. För att placera en fiskodling på land krävs det energikrävande pumpar och en fungerande rening, detta är väldigt dyrt att investera i, samt underhålla. Detta är enligt P. Slott (Personlig kommunikation, 12 april 2016) en dålig ide då han menar att det inte kommer vara hållbart i längden att driva en odling placerad på land, i och med den påtagliga energiförbrukningen. Han menar att odlingar som är placerade i vattendrag fungerar bättre och är förhållandevis energisnåla, samt att dessa dessutom inte har någon större påverkan på den utomstående miljön beroende på var den är placerad.

Vid placering av en fiskodling finns det flera faktorer man bör ta hänsyn till, som t.ex. det geografiska läget, isolerings graden (beroende på vilken fisk man odlar) samt vattnets kvalitet som verksamheten ska ligga i. Utöver detta bör man ta med i beräkningen att eventuella rymningar av fisk kan komma att inträffa och hur detta påverkar det utomstående vattendraget. Fiskodlingar kan även placeras på land, detta är en säkrare metod då man utesluter att fisk sprider sig till oönskade vattendrag och därmed påverkar den vilda faunan. Men nackdelen med en odling på land är att det är betydligt mer kostsamt. Därför väljer majoriteten av de flesta fiskodlare att placera sina verksamheter i stilla eller strömmande vattendrag (Nilsson, 2000).

4 Diskussion

Detta arbete har i stora drag riktat sig mot att inventera vilka problem som finns kopplade till svenska fiskodlingar. De utsläppskällor som finns kopplade till fiskodlingar består huvudsakligen av punktutsläpp från diverse industrier. Avloppsreningsverk bidrar till olika typer av utsläpp som bland annat genererar i näringstillförsel till recipienter, detta kan både påverka vattendraget positivt och negativt beroende på hur förhållandena ser ut för ett visst område. Tungmetaller och läkemedelssubstanser från avloppsreningsverk har förmågan att spridas i näringsväven i form av bioackumulation och biomagnifikation, vilket gör att den vilda fisken som står relativt högt upp i näringskedjan påverkas i allt högre grad. Fiskodlingar visar sig inte ha någon direkt påverkan från dessa substanser, från det material som gruppen tagit fram, detta då fisken inom odlingen vistas en kortare period i vattendraget och inte hinner påverkas i så hög grad. Däremot visar sig kväve och fosfor spela in allt mer och kan bidra till övergödda områden, som i sin tur kan drabba fiskodlingen negativt i form av syrefattiga levnadsförhållanden för fisken.

De huvudsakliga utsläppen som fiskodlingar bidrar med är kväve och fosfor som kommer i form av att fiskarna konsumerar foder som senare resulterar i fekalier.

Ett tillskott av dessa näringsämnen behöver dock inte vara negativt, det beror alldeles på hur förhållandena ser ut för en viss odling och dess utomstående vattendrag. Utsläpp av kväve och fosfor bidrar inte bara till påverkan på närliggande vattendrag. Slotts Lax AB har sin verksamhet i Siljan som mynnar ut i Dalälven. Dalälven transporterar sedan kvävet och fosfor ut till Östersjön, vilket är ett hav som redan är utsatt för höga halter av näringsämnen.

Siljan är en näringsfattig sjö där Slotts Lax AB valt att placera delar av sin verksamhet, på så vis tillförs näringsämnen till en näringsfattig sjö, och kan ses som positivt. Gruppen anser att en placering av en fiskodling i en näringsfattig sjö kan vara positivt, dock är det viktigt att man genomför regelbundna kontroller så man kan utesluta att näringstillförseln inte blir för hög och istället påverkar vattendraget negativt.

En annan faktor som gruppen tycker är betydelsefull är att försöka förebygga eventuell spridning av smittor från odlingen, detta då fisken har en tendens att simma väldigt tätt in på varandra inom odlingen och därav överföra smittor sinsemellan varandra. Resultatet av detta kan leda till sjukdomsutbrott vilket kan spridas till det vilda beståndet som finns inom vattendraget, t.ex. laxlusen. Sjukdomsutbrott försöker man dock undvika genom regelbundna provtagningar på den odlade fisken.

Fiskodlingsverksamheter väljer att placera sina odlingar utefter vilka förhållanden olika vattendrag innehar. Ett flertal fiskodlare väljer att placera sina odlingar i vattendrag istället för på land, med den enkla anledningen att odlingar på land kräver betydligt mer underhåll och därför blir den ekonomiska delen mer kostsam. Däremot om man ser till odlingar som är placerade i vattendrag, speciellt i strömmande vattendrag, kommer dessa undan mer lindrigt då man får mycket gratis i och med den ständiga vattenomsättningen och slipper därmed kostsamma energidrivande pumpar och dylikt.

Det är upp till fiskodlaren själv att bestämma vilka risker som han/hon är beredd att ta, d.v.s. om det värt att satsa pengar på en landdriven verksamhet och därmed också undgå rymningsrisken, eller om det är bättre att hålla sig till en verksamhet i vattendrag som är billigare i drift men som kommer påverka vattendraget på ett eller annat sätt. Önskad spridning av fisk kan resultera i en rubbning av

ekosystemet, om fisken som rymmer dessutom är en främmande art mot vad som finns naturligt i vattendraget.

Det finns inte enbart risker med att bedriva en fiskodling, det positiva är att den tillför den vilda miljön en avlastning som annars skulle vara svårundviklig.

5 Slutsats

Idag kan man se att fiskodlingar påverkas till viss grad av mänskliga aktiviteter som i sin tur kan spridas till omgivningen och skapa en obalans i näringsväven. En bedömning har gjorts utifrån den information gruppen använt sig av och utifrån det kommit fram till vilka potentiella problem som finns med att bedriva en fiskodling, oavsett om den är placerad i ett vattendrag eller på land. Det är viktigt att myndigheter utför sina kontroller noggrant så att inte odlingarna påverkar den ”vilda” miljön alltför mycket. Det är även viktigt att skapa en balans mellan det vilda beståndet och den odlade fisken genom att minimera påverkan på varandra, uppnår man detta finns det inga större nackdelar med att bedriva en fiskodling. Fiskodlingar är ett bra komplement till att avlasta trycket på den vilda fisken. Därav är balansen mellan just den odlade fisken och den vilda fisken mycket viktig.

6 Framtida studier

Under arbetets gång har gruppen observerat att den information som finns att ta del med koppling till fiskodlingar är väldigt begränsad, därför har en del information hämtats från norska fiskodlingar. En stor del av materialet som använts inom detta arbete kommer från Slotts Lax AB, som är en fiskodling i Dalarna. Information om läkemedelsrester och tungmetaller finns väl dokumenterat, framförallt via litteratur, men dock är det länken till fiskodling som gruppen tycker är vag. En kartläggning på hur dessa ämnen faktiskt påverkar fisken inom odlingar bör ses över mer noggrant. Avloppsreningsverk borde kompletteras med en läkemedelsrening för att minimera spridningen av substanser. Tekniken som används vid odlingarna har inte setts över mer ingående av gruppen, detta skulle kunna vara en framtida studie för att effektivisera fiskodlingsverksamheterna. Det skulle även vara av intresse att se över mer ingående hur stor påverkan den rymda fisken har på den vilda miljön.

Fiskodlingar är något som gruppen anser är värt att se över i miljösynpunkt för att kunna bevara och skydda den vilda faunan. Eventuella områden för att se över detta behöver inte nödvändigtvis vara en specifik plats eller punkt, dock kan det vara värt att se över de större fiskodlingarna i första hand innan man går in närmare på de mindre verksamheterna.

7 Referenser

Alanära, A. & Andersson, T. (2000). *Kriterier för lokalisering av vatten lämpliga för fiskodling*. Rapport 26. Umeå: Sveriges lantbruksuniversitet. Vattenbruksinstitutionen.

Apoteket, Stockholms läns landsting, Stockholms universitet. Läkemedel och miljö, (2005).
http://www.janusinfo.se/Global/Miljo_och_lakemedel/lakemedel_miljo.pdf

Bernes, C. (2005). *Förändringar under ytan, Sveriges havsmiljö granskad på djupet*. Monitor 19, Naturvårdsverket.

Cussac, V., Becker, L., Aigo, J., Conte-Grand, C., Blasetti, G., Cordero, P., & ... Nabaes, D. (2014). Abundance of native fishes, wild-introduced salmonids and escaped farmed rainbow trout in a Patagonian reservoir. *Lakes & Reservoirs: Research & Management*, 19(2), 74-85.
doi:10.1111/lre.12063

Dejemo, E. (2013). Förutsättningar och begränsningar med fiskodling i Gesunden: en litteraturstudie.
<http://www.diva-portal.se/smash/get/diva2:636710/FULLTEXT01.pdf>

Ekholm, A. (2016) *Utsläppspåverkan till/från fiskodlingar*. Högskolan i Gävle, Institutionen för miljöteknik.

Ekholm, A. & Furunäs, M. (2016) *Utsläppspåverkan till/från fiskodlingar*. Högskolan i Gävle, Institutionen för miljöteknik.

Furunäs, M. (2016) *Utsläppspåverkan till/från fiskodlingar*. Högskolan i Gävle, Institutionen för miljöteknik.

Havet. (u.å) *Miljögifter* Hämtad 2016-03-25 från <http://www.havet.nu/?d=32>

Jensen, O., Dempster, T., Thorstad, E., Uglem, I., & Fredheim, A. (2010). Escapes of fishes from Norwegian sea-cage aquaculture: causes, consequences and prevention. *Aquaculture Environment Interactions*, 1(1), 71-83.

Jordbruksverket. (2012). Svenskt vattenbruk - En grön näring på blå åkrar, strategi 2012-2020.
http://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf_ovrigt/ovr257.pdf

Jordbruksverket. (2013). Vattenbruk – en växande näringsgren på landsbygden. Hämtad 2016-03-21 från
<https://www.jordbruksverket.se/amnesomraden/landsbygdsutveckling/branscherochforetagande/vattenbruk.4.e01569712f24e2ca0980008260.html>

Länsstyrelsen Dalarna. (u.å). *Så mår Dalälvens sjöar*.
<http://www.lansstyrelsen.se/gavleborg/SiteCollectionDocuments/Sv/miljo-och-klimat/vatten-och-vattenanvandning/Sa%20mar%20Dalalvens%20sjoar.pdf>

Länstyrelsen Dalarnas län. (2009). *Vattenvårdsplan för Dalälvens avrinningsområde*.
<http://www.lansstyrelsen.se/dalarna/SiteCollectionDocuments/Sv/Publikationer/Rapporter-2009/Dalalvens%20vattenvardsplan%20overgripande%20beskrivning.pdf>

Lööf, L. & Larsson, J. (2013) Läkemedelsboken 2014: *Läkemedel i miljön*.

http://www.lakemedelsboken.se/kapitel/lakemedelsanvandning/lakemedel_i_miljon.html

Naturskyddsföreningen. (2014). Miljöanpassat vattenbruk i Sverige – *en näring med stor potential*.

<http://www.naturskyddsforeningen.se/sites/default/files/dokument-media/rapporter/Vattenbruk.pdf>

Naylor, R.L., Eagle, J., & Smith, W.L. (2003). Salmon Aquaculture in the Pacific Northwest A Global Industry with Local Impacts. Environment: Science and Policy for Sustainable Development.

Nilsson, J. 2000. Genetiska risker med odlad fisk för naturliga bestånd. Rapportnr. 28. Umeå: Sveriges Lantbruksuniversitet. Vattenbruksinstitutionen.

Norsk fisk. (u.å) *Om fiskodlingar*. Hämtad 2016-03-24 från <http://www.norskfisk.se/Artiklar/Fiske-i-Norge/Om-fiskodlingar>

Simberloff, D., Parker, M., & Windle, P.N. (2005). Introduced species policy, management, and future research needs. *Front Ecol Environ*.

Slotts Lax AB. (2010). Ansökan om fortsatt och utökad produktion av fisk vid anläggningen i Siljan. Länsstyrelsen i Dalarna.

SVA. (2011). *Smittskydd på fisk bör prioriteras*. Statens veterinärmedicinska anstalt.

<http://www.sva.se/sv/Djurhalsa1/Fisk/Smittskydd-pa-fisk/>.

Thorvaldsen, T., Holmen, I.M., & Moe, H. K. (2015). . *Marine Policy*, 5533-38.
doi:10.1016/j.marpol.2015.01.008

Naturvårdsverket. (1993). Fiskodling: *Planering, tillstånd, tillsyn*. Nordstedts tryckeri AB

Naturvårdsverket. (2008 a). Effekter av spridning av genetiskt främmande populationer – En kartläggning av förutsättningarna för uppföljande studier av utsättningar av djur och växter i Sverige. Rapport 5881. Stockholms universitet. Zoologiska institutionen.

Naturvårdsverket. (2008 b). Effekter av miljögifter på däggdjur, fåglar och fiskar i akvatiska miljöer: Kunskapsläge och Forskningsmetod. Stockholm. Hämtad från

<http://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer/978-91-620-5908-8.pdf>

Naturvårdsverket. (2010). Utsläpp i siffror. Hämtad 2016-03-18 från

<http://utslappisiffror.naturvardsverket.se/Amnen/Tungmetaller/>

Wichardt, U.-P. (2000). *Fiskodlingens sjukdomar och dess inverkan på vild fisk*. Rapport nr. 22. Umeå: Sveriges Lantbruksuniversitet. Vattenbruksinstitutionen.