

# Vattenbruk och miljöfoder (med fokus på fytasfoder)

---

Kunskapssammanställning

Ålands landskapsregering

2015-09-15



## Innehållsförteckning

1 Bakgrund.....	1
1.1 Vattenbruk leder till ökade utsläpp av kväve och fosfor.....	2
1.1.1 Belastningen på Åland.....	2
1.1.2 Livsmedelsförsörjning.....	4
1.1.3 Foderutveckling.....	4
1.2 Hållbart vattenbruk på Åland.....	4
1.2.1 Kunskapsinhämtning om fytasfoder.....	5
1.2.2 Diskussioner från ett fodermöte som hölls i april 2014.....	6
2 Förslag avseende minskade utsläpp av fosfor från fiskodlingar i vattenåtgärdsprogram.....	7
3 Övergripande slutsatser och kommentarer.....	7
4 Rapporter och sammanställningar.....	8



Landskapsregeringens fotogalleri.

## 1 Bakgrund

Efterfrågan på fisk ökar i takt med att jordens befolkning ökar. Utfiskning och överutnyttjande är i dag verkliga hot för flera av världens fiskbestånd. Det gör att hållbara vattenbruk känns som en del i en långsiktig livsmedelsförsörjning. Med vattenbruk avses odling av fisk, skaldjur eller växter, i antingen söt- eller saltvatten. Vattenbruk är i dag den snabbast växande formen av matproduktion i världen.

Fisk är nyttig och klimatsmart mat i förhållande till kött, men fiskodlingar behöver bli mer hållbara ur miljösynpunkt.

Övergödningen är på sina håll allvarlig i Östersjön, varför ett vattenbruk som bygger på att ytterligare näring förs in i systemet i form av fiskfoder i öppna system kan vara problematiskt. En utveckling av vattenbruket har potential att bidra till ökad sysselsättning på landsbygden och regional utveckling<sup>1</sup>. De åländska fiskodlingarna utgör en viktig inkomstkälla i den åländska skärgården<sup>2</sup>.

De åländska kustvattnens status är till övervägande delen måttlig och behöver förbättras till en god status enligt vattendirektivets riktlinjer och enligt HELCOM:s aktionsplan för Östersjön. En minskning av övergödande ämnen från alla belastande verksamheter behövs för att förebygga övergödningens problematiken och förbättra statusen.

## 1.1 Vattenbruk leder till ökade utsläpp av kväve och fosfor

Fiskodling bidrar till övergödning genom utsläpp av näringsämnen från fiskarnas foder och avföring. Jämfört med t.ex. jordbruket, transportsektorn och tätorter är vattenbruket i Östersjön i nuläget att betrakta som en liten källa av kväve och fosfor. Vattenbrukets utsläpp sker dock direkt till recipienten och kan därför få stora lokala effekter. Lokaliseringen av odlingen kan därför påverka effekten av utsläppen. Utsläppen varierar också beroende på vilket foder och vilket odlingssystem som används. Så kallade slutna (recirkulerande) system ger lägre utsläpp, medan så kallad kassodling ger större utsläpp.

I dagsläget finns det i princip inget miljöutrymme för fiskodling i kassar i Egentliga Östersjön med nuvarande teknik<sup>3</sup>, då övergödningssituationen är så allvarlig.

Det skulle vara möjligt för vattenbruket att kompensera sina utsläpp av kväve och fosfor genom att kombinera odling av fisk med odling av andra djur- eller växtarter (t.ex. musslor, ostron eller alger) som tar upp näringsämnen (så kallat blandat vattenbruk).

Det forskas och utreds mycket om hållbara havs- och vattenbruk och det sker en ständig utveckling mot bättre foder och teknikutveckling mot bästa tillgängliga teknik för att minska miljöpåverkan. Det finns ett flertal rapporter som berör frågan, framtagna av t.ex. forskningsrådet Formas<sup>4</sup>, Nordiska ministerrådet<sup>5</sup> och Statens offentliga utredning<sup>6</sup>.

### 1.1.1 Belastningen på Åland

Den totala fosforbelastningen på Åland för åren 2006-2012 var i medeltal 44,24 ton. Den totala kvävebelastningen för åren 2006-2012 var i medeltal 804,78 ton.

---

<sup>1</sup> [http://www.riksdagen.se/sv/Dokument-Lagar/Utdredningar/Statens-offentliga-utredningar/Med-miljomalen-i-fokus---hallb\\_H2B350/?html=true](http://www.riksdagen.se/sv/Dokument-Lagar/Utdredningar/Statens-offentliga-utredningar/Med-miljomalen-i-fokus---hallb_H2B350/?html=true)

<sup>2</sup> [http://www.regeringen.ax/.composer/upload//socialmiljo/SCAN\\_Rapporten\\_vers\\_31\\_mars.pdf](http://www.regeringen.ax/.composer/upload//socialmiljo/SCAN_Rapporten_vers_31_mars.pdf)

<sup>3</sup> Med miljömålen i fokus - hållbar användning av mark och vatten. SOU 2014:50

<sup>4</sup> Havsbruk som håller i längden. Forskningsrådet Formas, T1:2013.

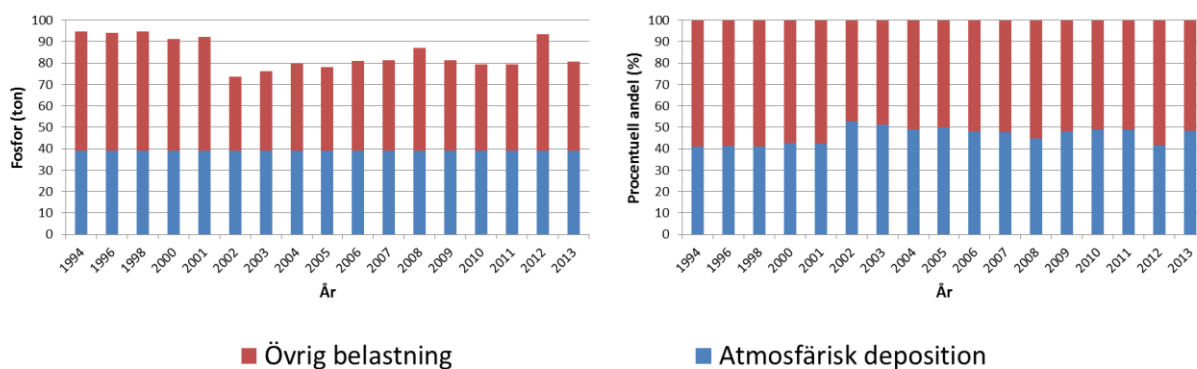
<sup>5</sup> BAT for fiskeopdraet i Norden med bästa tillgängliga tekniker för Akvakultur i Norden. TemaNord 2013:529.

<sup>6</sup> Det växande vattenbrukslandet (SOU 2009:26).

Fosforbelastning från fiskodlingar under åren 2006-2012 utgjorde ca 65 %, jordbrukens andel var ca 10 % och bosättningens ca 9 % i medeltal. För kväve är motsvarande siffror ungefär 30 % för fiskodlingar, bosättning ca 8 % och jordbruk runt 39 %.

Belastningen som redovisas i diagrammen påvisar dels den atmosfäriska belastningen och del det som kallas övrig belastning, d.v.s. det som kommer från olika belastningskällor på Åland<sup>7</sup>.

### Fosforbelastningen på vattendragen 1994-2013



### Övrig fosforbelastning på vattendragen 1994-2013

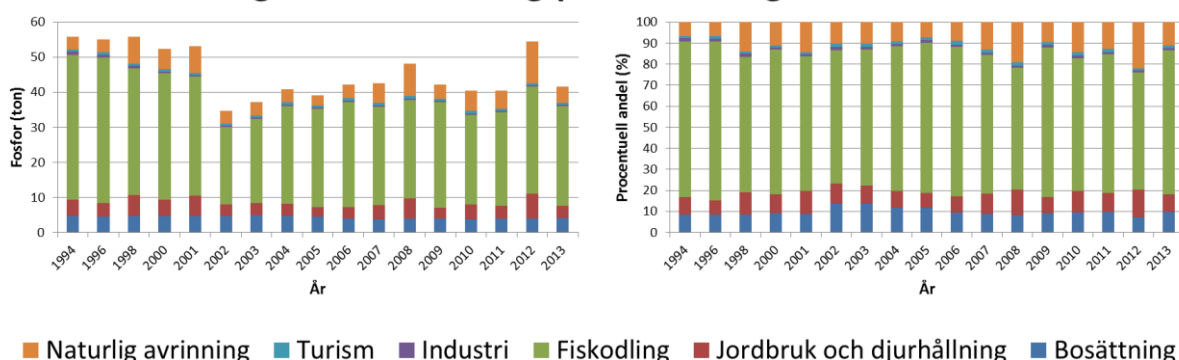


Diagram som visar på belastningen har tagits fram av Amanuens Tony Cederberg, Husö biologiska station. Källa: Ålands landskapsregering.

Sedan vattenbruksnäringens introduktion på Åland har det skett en positiv utveckling både avseende teknik och kunskap. År 1987 infördes miljötillstånd för fiskodling och under 1990-talet skärptes miljöregleringen på Åland ytterligare. Utvecklingen av näringen har stagnerat till följd av problematiken med de tillskott av näringsämnen som verksamheten förorsakar vattenmiljön genom fodrets kväve- och fosforinnehåll. Fodersammansättning och – teknik har dock förbättrats, vilket har medfört att den specifika belastningen (gram kväve och fosfor/odlad mängd) har minskat betydligt sedan 80-talet. Den belastning som syns i diagrammen ovan avspeglar årets faktiska produktion och därmed belastning.

<sup>7</sup> <http://www.regeringen.ax/socialomiljo/miljo/vattendirektiv.pbs>

### 1.1.2 Livsmedelsförsörjning

Vattenbruk har bedrivits på Åland sedan slutet av 1970-talet, och utgörs främst av odling av regnbåge i öppna nätkassar i havet. Den första regnbågsodlingen etablerades 1975, varefter vattenbruket växte snabbt. Idag odlas även en mindre mängd sik och öring. Under år 2013 har en första mindre musselodling i kommersiellt syfte etablerats.

Åland med sina stora vattenarealer har goda förutsättningar för kassodling i havet, i synnerhet i skärgården, där fiskodlingen utgör en viktig näring. År 2012 omsatte vattenbruket 19 miljoner euro varav skärgårdsföretagen stod för ca 90 procent. Antalet direkt sysselsatta på heltid inom vattenbruket är ca 70 personer. De indirekta effekterna av vattenbruket är betydande i synnerhet för de skärgårdskommuner som har ett omfattande vattenbruk samt för den åländska livsmedelsindustrin.

Merparten av den odlade fisken säljs på den finländska marknaden. Vilt- och fiskeribyran uppskattade år 2007 den finska fiskkonsumtionen till 16 kg per person och år. Följaktligen motsvarar den åländska fiskproduktionen nästan 300 000 personers årliga konsumtion av fisk<sup>8</sup>.

Ett långsiktigt hållbart vattenbruk På Åland kan bidra till livsmedelsförsörjningen och sysselsättning i skärgården. Om det åländska vattenbruket ska kunna realisera sin potential och växa i omfattning behöver metoder för att minimera näringsbelastningen och andra former av negativ påverkan på ekosystemet utvecklas. Forskningen om vattenbruk behöver därför utvecklas och stärkas så att den knyts mer till användarnas behov.

### 1.1.3 Foderutveckling

Tidigare livscykelanalys av fiskodling visar på att den största miljöpåverkan inom fiskodlingen kommer från foderproduktionen. Att framställa nya bättre foder och framförallt att ersätta fiskmjölet och fiskoljan med andra ingredienser är därför ett av vattenbrukets stora utmaningar. Forskare vid SLU har utvecklat ett nytt fiskfoder (Baltic Blend) som anses vara det ultimata sättet att ta tillvara resurser. Det består av en blandning av skarpsill, musselmjöl och ett mjöl gjort på mikrober som vuxit till på socker i restavfall från skogsindustrin. Idén är att återföra näringsämnen som släpps ut vid odlingen tillbaka till fodret och att använda lokala råvaror som minimerar belastningen på miljön<sup>9</sup>.

Förutom Baltic Blend har andra miljöfoder utvecklats av foderindustrin, så kallade lågfosforfoder. Ett av dem innehåller enzymet fytas och det bidrar till att utsläppen av fosfor minskar med minst 20 %. Det finns även andra lågfosforfoder, men landskapsregeringen har inte funnit några referenser på hur stora utsläppsminskningarna kan bli av andra lågfosforfoder. Det finns inget patent gällande enzymet fytas, utan det kan användas av alla fodertillverkare.

## 1.2 Hållbart vattenbruk på Åland

Ålands landskapsregering har arbetat långsiktigt i flera år för ett hållbarare vattenbruk, genom de åtgärder och utredningar som föreslogs i vattenåtgärdsprogrammet för perioden 2009-2015. Landskapsregeringen beslöt den 20.10.2011 att fastslå en genomförandeplan för det åländska vattenbruket (S40/10/1/5), som en del av det åtgärdsarbetet och där målsättningen är att minska

<sup>8</sup> <http://www.regeringen.ax/naringsavd/fiskeribyran/vattenbruksstrategi.pbs>

<sup>9</sup> [http://www.utn.uu.se/sts/cms/filarea/1204\\_karl\\_randau\\_0.pdf](http://www.utn.uu.se/sts/cms/filarea/1204_karl_randau_0.pdf)

fosforbelastningen med minst 20 % till 2021 (utgående från 2011 årsbelastning som låg runt 27 ton). Landskapsregeringen betonar att långsiktigt hållbara miljövillkor för fisket och vattenbruket är en grundförutsättning för att skapa hållbara ekonomiska och sociala förutsättningar för näringen så att denna kan bidra till tryggad livsmedelsförsörjning.

Efter diverse utredningar, utförda 2011-2014 och i enlighet med skrivningar i genomförandeplanen, har landskapsregeringen arbetat med att sammanställa all kunskap som finns avseende miljöfoder innehållande enzymet fytas. Detta eftersom det i nuläget är det foder som garanterat leder till minst 20 % utsläppsminskning av fosfor vid bibehållen produktion och inte påverkar fiskens tillväxt, hälsa eller utveckling negativt, det finns över 60 rapporter som bevisar detta. Ifall andra lågfosforfoder kan visa sig vara lika dokumenterat effektiva, så kan dessa naturligtvis användas istället.

### 1.2.1 Kunskapsinhämtning om fytasfoder

I samband med att Samrådsrapporten för fiskodlingar togs fram hämtade landskapsregeringen in all tillgänglig information och kunskap som fanns om olika foder som t.ex. fytasfodret. Bland annat kontaktades Vilt- och fiskeriforskningen i Finland som har ledande expertis inom området.

Landskapsregeringen skickade följande frågor till Vilt- och fiskeriforskningen:

1. Hur ser marknadsandelen ut idag i Finland för dessa foder?
2. Hur fungerar det i de fiskodlingar (finska/åländska/svenska) i Östersjön som använder fodret?
3. Finns det några problem med den rent praktiska användningen på grund av fodrets egenskaper? Det vill säga dammar fodret mer? Är det mer svårutfodrat?
4. Krävs det investeringar i utfodringsutrustning?
5. Blir påverkan på miljön mindre? En sammanställning av de mätningar och utredningar som finns som jämför miljöpåverkan av fytasfodren med vanliga konventionellt foder.
6. Innehåller fiskarnas fekalier vid användning av de nya fodren mer biologiskt tillgängligt fosfor?
7. Hur är tillväxten för fytasfodret jämfört med vanligt foder? Påverkar vattentemperaturen fytasfodrets funktion?

Dr. Jouni Vielma, forskare vid Vilt- och fiskeriforskningen i Finland gav följande svar i januari 2013:

1. Raisioagro använder fytas i alla stora pellets (5 och 7 mm) de producerar. Sedan lanseringen har fytas foder använts för att odla ung. 15 milj. kg av fisk. Jag är inte säker på hur stor deras marknadsandel är. Informationen är troligen inte offentlig. De har också börjat exportera fytasfoder till Ryssland, med ca 10% marknadsandel där, som ökar.
2. Se nr 1 och 3
3. Raisio har haft fysiska problem med deras foder, som inte är relaterade till enzymet fytas. Istället har fysiska problem berott på deras utrustning som används för att torka fodret. Raisio har gjort förbättringar av den fysiska kvaliteten. Det finns en odling på Åland, som har ett utfodringsystem, som är för aggressivt för deras foder (mycket högt lufttryck i utfodringsröret). Andra odlingar, som tidigare hade problem, kan nu använda Raisios foder utan problem. Den fysiska kvaliteten beror inte på fytasenzymet.
4. Generellt nej, eftersom fytas i sig inte orsakar några fysiska förändringar i kosten.
5. Det är väl dokumenterat att Raisio kunde minska fosfor i fodret med hjälp av fytas. Utan enzymet fytas kan dessa dieter mycket väl ge fosforbrist, vilket medför en djurskyddsrisik. Fosforbrist ökar också ansamling av fett i fisk.

6. Jag (Jouni Vielma), liksom Raisioagro, är övertygade om att kosten inte innehåller något överskottsfosfor och det leder i sin tur till att fisken absorberar all fosfor som är lättillgänglig för fisken och som skulle ha varit mer lättillgänglig även för alger. Min uppfattning är att denna fråga har tagits upp av en konkurrent till Raisioagro av marknadsföringsmässiga skäl. Det finns inte nya empiriska data som stödjer påståendet. Dessutom är jag varit förvånad över att denna fråga har tagits upp nu när det gäller vattenbruk. Kemiska former av fosfater från andra förorenande källor diskuteras inte, eller jämförs med vattenbruk. Faktum är att moderna dieter försöka minimera halten fosfor, och vad som är kvar i det fekala materialet är dåligt tillgängligt för fisk och därmed dåligt tillgängligt för alger.
7. Foder innehållande fytas skiljer sig inte från andra foder när det avser tillväxteffekter under praktiska förhållanden. Vid forskning där fosforfattigt foder används, skulle fytas förbättra fiskens tillväxt och bidra till att fisken inte utsätts för långvarig fosforbrist. Fytas är mindre effektivt vid 10 grader än vid ca 15 grader. Men i den lägre temperaturen är fytas fortfarande effektivt, och i kallare vattentemperaturer är foderanvändningen lägre, varvid näringsutsläppen också blir lägre.

### 1.2.2 Diskussioner från ett fodermöte som hölls i april 2014

På ett fodermöte den 7.4.2014 deltog fytasexperter från Danmark och från Finland. I övrigt deltog landskapsregeringens näringsminister och miljöminister, fiskeribyrån, tjänstemän från miljöbyrån, fiskodlare, BioMar och Raisio (foderföretag).

Ett mycket bra föredrag om fytas höll en dansk veterinär tillika fytasexpert, Bent Pedersen som arbetar på DSM (bent.pedersen@dsm.com). Han gav sakliga och vetenskapliga synpunkter på alla de olika frågor som framför allt fiskodlarna ställde. Även experten Jouni Vielma, från Vilt- och fiskeriforskningen i Finland, bidrog och slutsatserna blev:

Ifall man använder ett foder baserat huvudsakligen på växtmaterial så fungerar fytas. Enzymet fytas behövs för att fisken ska kunna tillgodogöra sig den livsnödvändiga fosfor. När fytas används bidrar det till ett bättre tillgodogörande av fosfor och därmed mindre totalutsläpp av fosfor. Fisken behöver 0,6-0,7 % tillgängligt fosfor för att må bra.

Fytas fungerar bäst vid högre temperaturer, d.v.s. det fungerar mellan 37 och ända ned till ca 5 grader. Han visade med procentsatser hur effektiviteten minskade med lägre temperaturer. Men å andra sidan så utfodras fisk väldigt lite, eller inte alls under vintern. För att öka fytasaktiviteten vid lägre temperaturer kan man öka mängden fytas. Det finns en rapport från 2012 som har verifierat detta (enligt Jouni Vielma). I övrigt sa experterna att fytas fungerar, fisken mår bra och det minskar totalutsläppen av fosfor. Det finns över 60 vetenskapliga rapporter som bevisar detta.

En diskussion om att fytas bidrar till att binda fosfor i avföring fördes också. Bent redogjorde för detta på ett sakligt sätt och kontentan blev att man ska betrakta allt som kommer ut via avföringen som totalutsläpp, d.v.s. fritt. Det som är bundet är det enbart en mycket kort period, perioden varierar beroende på om det är syrerika eller syrefattiga förhållanden och bottenförhållanden (bottendjur). Vid syrerika förhållanden tar det ca 30-40 dagar innan allt frigörs, vid syrefattiga förhållanden ungefär 60 dagar.

Om foderutvecklingen går emot att ännu mer växtmaterial används i fiskfoder så tjänar fabrikanterna på att använda det. Alternativet är annars att de använder oorganiskt fosfor som tillsats i fodret, så att fisken får tillgång till den fosfor den behöver.

## 2 Förslag avseende minskade utsläpp av fosfor från fiskodlingar i vattenåtgärdsprogram

Trots att fiskodlingsnäringen minskat sina utsläpp betydligt sedan 1980-talet då utsläppen var som störst är belastningen av närsalter fortfarande stor. I nuvarande vattenåtgärdsprogram (2009-2015) beslöt landskapsregeringen att nettobelastningen ska minska i betydande grad till 2021. I den genomförandeplan som landskapsregeringen antog 2011 bestämdes att belastningen av fosfor ska minska med 20 % fram till 2021, med utgångspunkt från år 2011, om det är tekniskt och ekonomiskt möjligt.

I det nya förslaget till åtgärdsprogram för grundvatten, sjöar och kustvatten 2016-2021 finns ca 30 åtgärdsförslag för olika verksamheter. Åtgärd 12 behandlar lågfosforfoder, vilket idag är den enda kända åtgärd som kan bidra till att minska fosforutsläppen direkt med 20 %.

### **ÅTGÄRD 12: Minskningar av fosforutsläpp genom användning av lågfosforfoder (t.ex. fytasfoder)**

Nya krav införs vid tillståndsgivning gällande användning av lågfosforfoder. Kraven införs i första hand genom att ny praxis börjar tillämpas av tillståndsmyndigheten genom att lågfosforfoder betraktas som BAT (bästa tillgängliga teknik) och att utsläppsgränserna därigenom korrigeras i tillstånden.

Effekt: Genom att införa ett krav på användningen av lågfosforfoder kan utsläppen minska med upp till 20 % vid bibehållen produktion.

Typ: Kompletterande åtgärd

Ansvarig: ÅMHH

Andra aktörer: Miljöbyrån, lagberedningen, fiskeribyrån, näringen

Budget: Landskapsregeringens budget

Lagstiftning: Vattenlag (1996:61), LL (2008:130) om miljöskydd samt landskapsförordning (2007:57) om odling av regnbågslax och lax i havet

Tidsplan: 2015

## 3 Övergripande slutsatser och kommentarer

Slutsatserna från fodermötet i april 2014 och tidigare korrespondens är att foder innehållande fytas kan få ned utsläppen av fosfor med minst 20 % - vid bibehållen produktion, d.v.s. för befintliga odlingar. Tidigare kvalitetsproblem är åtgärdade och fodret påverkar inte fiskens välbefinnande negativt. Vid kalla temperaturer är inte fodret lika effektivt, men det går att finna lösningar på detta i tillståndsvillkoren (se urklipp från åtgärdsförslag nummer 12 ovan). De nya förslagen av åtgärdsprogram och förvaltningsplanen finns att tillgå på landskapsregeringens hemsida [www.regeringen.ax](http://www.regeringen.ax) och det slutliga förslaget kommer att fastslås under 2015



## 4 Rapporter och sammanställningar

The use of phytase in aquatic feeds. Viviane Verlhac, Jouni Vielma and Jacques Gabaudan: 1. DSM Nutritional Products Ltd, Animal Nutrition & Health R&D France– 2. FGRI, Finland – 3. DSM Nutritional Products, Thailand  
Feed for recirculation Aquaculture systems (RAS). K.S. Ekman. BioMar A/S. Denmark. E-mail: [kse@biomar.dk](mailto:kse@biomar.dk).

Effect of supplemented fungal phytase on performance availability by phosphorus-depleted juvenile rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), and on the magnitude and composition of phosphorus waste output. Johanne Dalsgaard, Kim Schon Ekman, Per Bovbjerg Pedersen, Viviane Verlhac.

From *Aquaculture* 286 (2009), 105-112.

The Efficacy of a Novel Microbial 6-Phytase Expressed in *Aspergillus oryzae* on the Performance and Phosphorus Utilization of Cold- and Warm-Water Fish: Rainbow Trout, *Oncorhynchus mykiss*, and Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus*.

Journal of the world Aquaculture society, vol 45. No. 4, August 2014.

Phytate and phytase in fish nutrition  
V. Kumar, A. K. Sinha, H. P. S. Makkar, G. De Boeck and K. Becker

<http://onlinelibrary.wiley.com/enhanced/doi/10.1111/j.1439-0396.2011.01169.x/>

### Övriga rapporter

Förvaltningsplan för grundvatten, sjöar och vattendrag 2016-2021. Ålands landskapsregering. 2015

Food and Agriculture Organization of the United Nations (2010), State of world fisheries and aquaculture 2010, FAO Fisheries and Aquaculture Department.

Mistra (2013), Background Paper on Aquaculture Research; och Jordbruksverket (2012),

Svenskt vattenbruk – en grön näring på blå åkrar, Strategi 2012–2020.

Statistiska centralbyrån (2012), Vattenbruk 2012.

Länk till den åländska samrådsrapporten:

[http://www.regeringen.ax/.composer/upload//socialomiljo/SCAN\\_Rapporten\\_vers\\_31\\_mars.pdf](http://www.regeringen.ax/.composer/upload//socialomiljo/SCAN_Rapporten_vers_31_mars.pdf)

Länk till den åländska vattenbruksstrategin:

<http://www.regeringen.ax/naringsavd/fiskeribyran/vattenbruksstrategi.pbs>

SOU 2014:50:

<sup>1</sup> [http://www.riksdagen.se/sv/Dokument-Lagar/Utedningar/Statens-offentliga-utredningar/Med-miljomalen-i-fokus---hallb\\_H2B350/?html=true](http://www.riksdagen.se/sv/Dokument-Lagar/Utedningar/Statens-offentliga-utredningar/Med-miljomalen-i-fokus---hallb_H2B350/?html=true)

Randau, K. 2012. Livscykelanalys av sex olika fiskodlingssystem. Fiskens miljöpåverkan för konsumtion i Stockholm. Examensarbete, Uppsala universitet, Teknisk- naturvetenskaplig fakultet, UTH-enheten. URL:  
Examensarbete:

<sup>1</sup> [http://www.utn.uu.se/sts/cms/filarea/1204\\_karl\\_randau\\_0.pdf](http://www.utn.uu.se/sts/cms/filarea/1204_karl_randau_0.pdf)