

Effekter av Slotts Lax fiskodling på status för kvalitetsfaktorn näringsämnen och bottensubstrat i Siljan

- påverkansanalys av befintlig och utökad odling samt alternativa lokaliseringar

Slotts Lax AB



2018-02-10

Uppdragsnummer 165544000

Innehållsförteckning

1	Inledning	4
1.1	Bakgrund och syfte	4
1.2	Miljö kvalitetsnormen och ekologisk status	4
1.3	Utsläpp från fiskodlingar med potentiella miljöeffekter	6
1.4	Slotts Lax befintliga verksamhet och nuvarande recipientkontroll	7
1.5	Hydrodynamisk modellering och påverkansanalys	8
2	Metodik	9
2.1	Statusklassificering av befintliga data	9
2.2	Beräkning av utsläpp från fiskodling	9
2.3	Hydrodynamisk modellering av Siljan	10
2.3.1	Val av lokalisering av fiskodling enligt Alternativ 3	10
2.3.2	Spridning av lösta ämnen	10
2.3.3	Sedimentering av partikulärt material	10
2.4	Påverkansanalys av Slotts Lax utsläpp till Siljan	11
2.4.1	Påverkan på kvalitetsfaktorn näringsämnen	11
2.4.2	Påverkan på bottenstrat av sedimenterande material	11
3	Resultat	13
3.1	Rådande miljö tillstånd enligt VISS och recipientdata	13
3.2	Hydrodynamik och generella strömningsmönster i Siljan	13
3.2.1	Lokalisering av fiskodling utifrån ett hydrodynamiskt spridningsperspektiv	14
3.3	Utsläpp från befintlig och utökad fiskodling	14
3.4	Slotts Lax påverkan på näringsämnesstatus i Siljan	17
3.5	Slotts Lax påverkan på bottenstrat i Siljan	19
3.5.1	Befintlig fiskodling	19
3.5.2	Utökad fiskodling: Alternativ 1 (400–500 m norr om befintlig odling)	19
3.5.3	Utökad fiskodling: Alternativ 2 (5 km utanför befintlig odling)	19
3.5.4	Utökad fiskodling: Alternativ 3 (utanför Sollerön)	19
4	Diskussion kring Slotts Lax miljö påverkan	21
4.1	Slutsatser	22
5	Referenser	23

Bllaga 1: Hydrodynamisk modellering av Siljan

Sweco Environment AB

Storgatan 51
 Box 259
 852 30 Sundsvall
 060-16 99 00
 www.sweco.se

Uppdragsledning: Hannah Styf

Rapport: Hannah Styf, Cecilia Larsson, Emanuel Schmidt

Hydrodynamisk modellering: Charlotta Lövestedt, Emanuel Schmidt

Kvalitetsgranskning: Pelle Holmlund

1 Inledning

1.1 Bakgrund och syfte

Slotts Lax AB bedriver fiskodling vid Björka i västra Siljan, och har gjort det sedan 2007 (Figur 1). Verksamheten avser att ansöka om tillstånd för fortsatt och utökad produktion av regnbåge, från dagens tillstånd på 1300 ton foder/år till 2800 ton foder/år. Fiskodlingen kommer att vara fördelad på två olika anläggningar: befintlig odling (1300 ton foder/år) och utökad odling (1500 ton foder/år). Slotts Lax fiskodling bedrivs i öppna kassar vilket innebär att fekalier och foderrester når omgivande vatten utan att först passera ett reningssteg.

Huvudsyftet med utredningen är att beskriva Slotts Lax nuvarande och förväntade påverkan, i.o.m. utsläpp från fiskodlingen av lösta näringsämnen och partikulärt material, på status för kvalitetsfaktorerna näringsämnen och morfologiskt tillstånd (bottensubstratet i Siljan). Detta görs genom att upprätta en hydrodynamisk spridningsmodell över Siljan som kopplas samman med recipientdata från Dalälvens vattenvårdsförening och Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter, för respektive kvalitetsfaktor (HVMFS 2013:19). Fyra lokaliseringar ingår i analysen, befintlig lokal samt tre alternativa lokaliseringar: intill befintlig lokal (lokal A), 5 km rakt utanför befintlig lokal (lokal B) och en placering i Siljan optimal ur ett spridnings- och spådningsperspektiv (lokal C). Den tredje placeringen väljs med hjälp av den hydrodynamiska modellen. Påverkansanalysen utförs för ett scenario där den totala belastningen, 2800 ton foder/år, nyttjas vid en och samma av de alternativa lokalerna och ett scenario där utökningen, d.v.s. 1500 ton foder/år nyttjas för odling i lokal A, B eller C medan den nuvarande fodermängden, 1300 ton/år, nyttjas för odling i befintlig lokal. Samtliga analyser utförs för ett sommarscenario, då Slotts Lax huvudsakliga produktion äger rum.

Utredningen ämnar besvara följande frågeställningar:

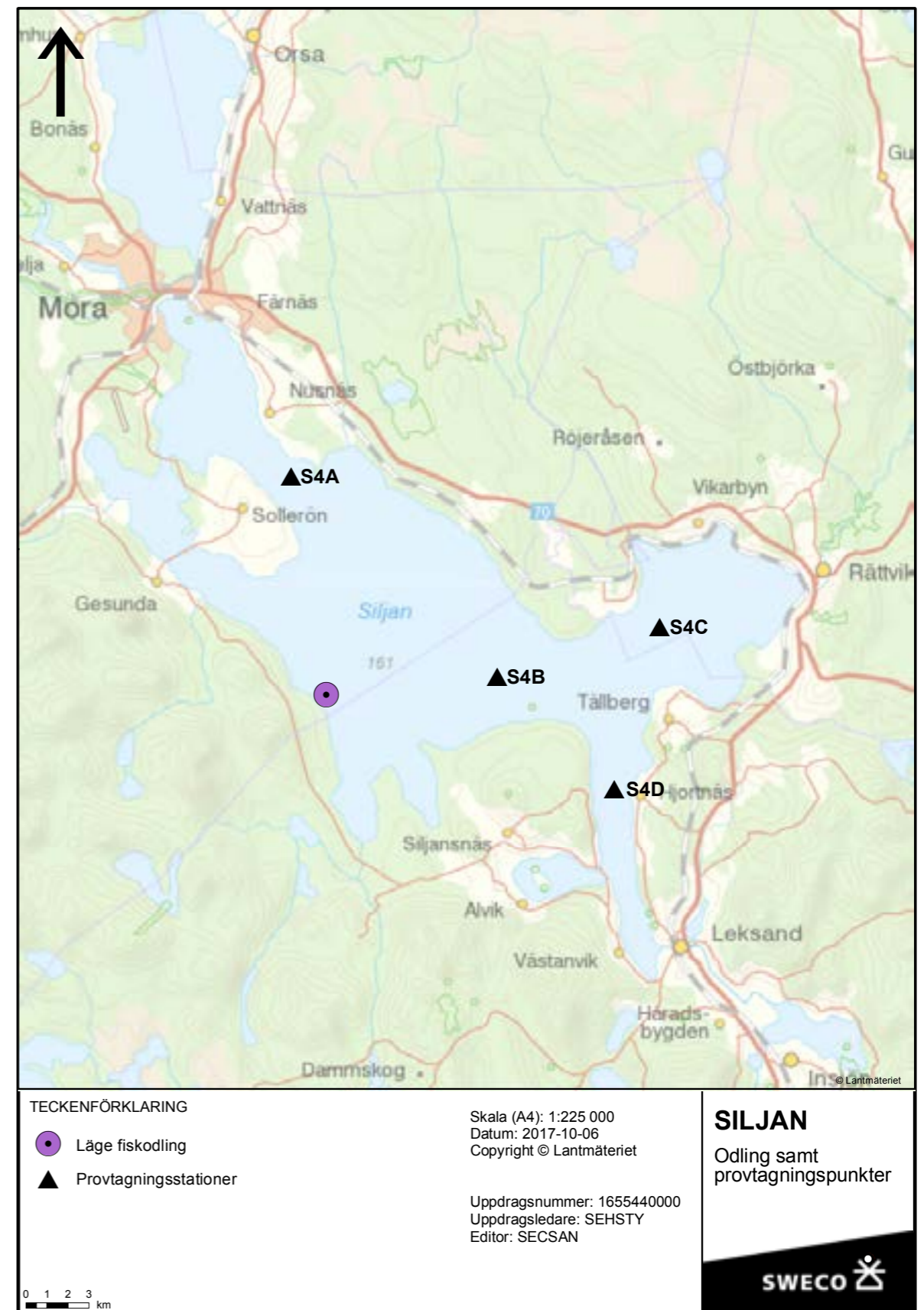
- Påverkar den befintliga fiskodlingen (med 1300 ton foder/år) ekologisk status för kvalitetsfaktorerna näringsämnen eller morfologiskt tillstånd (bottensubstrat) i Siljan som helhet?
- Skulle den sökta produktionen, 2800 ton foder/år, fördelad mellan två av lokalerna (befintlig: 1300 ton foder/år + lokal A, B eller C: 1500 ton foder/år), påverka ekologisk status för kvalitetsfaktorerna näringsämnen eller morfologiskt tillstånd (bottensubstrat) i Siljan som helhet?
- Skulle den sökta produktionen, 2800 ton foder/år, påverka ekologisk status för kvalitetsfaktorerna näringsämnen eller morfologiskt tillstånd (bottensubstrat) i Siljan som helhet, om hela produktionen förlades till en av de alternativa lokaliseringarna (befintlig, lokal A, B eller C)?
- Hur stort anspråk på näringsämnesstatus (volym vatten med sämre än hög status) och bottensubstrat (översedimenterad area) i Siljan skulle Slotts Lax ta med ovanstående produktionsscenario?

1.2 Miljö kvalitetsnormen och ekologisk status

I Naturvårdsverkets handbok 2007:4 och Havs- och vattenmyndighetens föreskrift 2013:19 anges hur miljötillståndet (ekologisk och kemisk status) i en vattenförekomst ska klassificeras, utifrån ett antal kvalitetsfaktorer (biologiska, fysikalisk-kemiska etc.). En vattenförekomsts samlade status motsvarar en sammanvägning av dessa kvalitetsfaktorer där de biologiska faktorerna är styrande.

Miljö kvalitetsnormen fastställs av Vattenmyndigheten och motsvarar den status som är målsättningen för en vattenförekomst, inom en viss tidsfrist. Generellt gäller att god status ska uppnås innan nuvarande förvaltningscykel är slut, 2021, med undantag för vissa vattenförekomster där detta inte har bedömts vara möjligt. En verksamhet kan alltså inte påverka miljö kvalitetsnormen i sig men utsläpp av miljöfarliga ämnen kan försämra rådande status och försvåra för vattenförekomsten att klara målsättningen.

I vattendirektivet (2000/60/EG) fastslås det s.k. icke-försämringskravet som innebär att vattenförekomsternas ekologiska och kemiska status inte får försämrats. Icke-försämringskravet avser vattenförekomsten som helhet, det är alltså inte nödvändigt att klara alla kvalitetskrav redan vid källan till utsläppet, för



Figur 1. Karta över befintliga provpunkter i Siljan inom Dalälvens vattenvårdsförening samt befintlig fiskodlings läge.

att recipientens miljökrav ska upprätthållas (Naturvårdsverket, 2010:3). Weserdomen (C-461/13) som avkunnades av EU-domstolen den 1 juli 2016 fastställde att medlemsstater inte får meddela tillstånd till verksamheter, med förbehåll för att undantag kan beviljas, som riskerar att orsaka en försämring av status eller som riskerar att försämrade möjligheterna att uppnå god ekologisk eller kemisk status. Enligt Havs- och vattenmyndighetens (2016:30) tolkning av Weserdomen ska försämring av status tolkas som en försämring av en enskild kvalitetsfaktor. Om en kvalitetsfaktor redan har dålig status får ingen försämring ske ens på parameternivå. Enligt dom i fallet Lasele/Långbjörn, i Mark och miljööverdomstolen, ska dock hänsyn tas till om en sådan försämring har någon reell påverkan på de biologiska kvalitetsfaktorerna (M 2431-14).

1.3 Utsläpp från fiskodlingar med potentiella miljöeffekter

Odling av fisk i öppna kassar genererar bl.a. ett utsläpp av näringsämnen (kväve och fosfor) till omgivande vatten, i form av foderrester, fiskfekalier och -urin. Kväve utsöndras främst genom fiskens gälar, i form av ammonium, medan fosfor huvudsakligen är bundet till fekalerna (Alanära, 2012). Utsläpp av lösta näringsämnen beror dels på fodergivan men också på fodrets näringsämnehalt och fiskarnas upptag av näringsämnen (Alanära, 2012). Upptaget av foder kallas för foderkoefficient och motsvarar total utfodring dividerat med fiskens tillväxt (biomassaökning), under en odlingssäsong (Alanära, 2012). En högre foderkoefficient innebär således ett större utsläpp av näringsämnen från odlingskassarna.

Foderkoefficienten har minskat väsentligt under de senaste decennierna och motsvarar i dag 0,9–1,2 vilket kan jämföras med 1980-talet då den uppgick till 1,5–2,5 (Carlsson, 2012). Fosfor- och kväveinnehållet i fiskfoder har också minskat sedan 1980-talet från ca 1,7 % respektive 8–9 % till ca 0,9 % respektive 6–7 % (Carlsson, 2012; Statens offentliga utredningar, 2009). Fiskfodret har idag till följd av bl.a. förändringar av protein- och fettsammansättning samt pelleteringsteknik en lägre densitet och sjunkhastighet än det tidigare har haft. Detta innebär att foderspillet har blivit mindre. En minskning av foderkoefficienten tillsammans med utvecklingen av fiskfodret, har lett till att moderna fiskodlingar har en lägre miljöpåverkan än de hade på 1980-talet (Carlsson, 2012). Foderspill är dock fortfarande den huvudsakliga källan till den miljöpåverkan som kopplas till fiskodlingar (Carlsson, 2012).

Tillförsel av näringsämnen riskerar att försämrade status för kvalitetsfaktorn näringsämnen och kan ge upphov till ökad tillväxt av växtplankton, och på sikt algblomningar, som i sin tur leder till grumling och försämrade siktdjup, men även en ökad syrgastäring i bottenvattnet. Fiskfekalier och foderspillet tillför förutom fosfor även organiskt syreförbrukande material som sedimenterar i närheten av odlingsarna. Denna ökade sedimentering kan orsaka perioder av syrebrist i bottenvattnet. Risken för negativa miljöeffekter ökar om utsläpp sker till områden med en sämre vattenomsättning som t.ex. instängda vikar eller till vattenområden som t.ex. är temperaturskiktade. En verksamhets lokalisering är därför av yttersta vikt för att begränsa dess miljöpåverkan (Naturvårdsverket, 1993).

Övrig miljöpåverkan från fiskodlingar kan härledas till användning av kemikalier och antibiotika, bakteriell påverkan samt påverkan i form av buller och transporter i samband med fiskberedning. Att fiskar rymmer utgör också en övrig miljöpåverkan. Dessa påverkanskällor behandlas inte i föreliggande utredning.

1.4 Slotts Lax befintliga verksamhet och nuvarande recipientkontroll

Slotts Lax bedriver fiskodling i öppna kassar som är 6–7 m djupa, och ligger ca 350–700 m från land. Den befintliga fiskodlingen består av 18 friliggande produktionskassar med en diameter på 25–32 m. Fiskproduktionen sker mellan maj och november med störst foderåtgång under sommaren, ca 210–220 ton foder/sommarmånad (juni-augusti) (Tabell 1). Under vintermånaderna sker i stort sett ingen utfodring av fiskarna som övervintras i odlingskassarna. Foderkoefficienten för den befintliga odlingen anges av Slotts Lax till 1,2. Fosforinnehållet i fodret är i genomsnitt 0,8 %.

För att analysera en verksamhets påverkan på vattenmiljön krävs recipientdata att sätta verksamhetens utsläpp i relation till. Slotts Lax ingår i Dalälvens vattenvårdsförenings samordnade recipientkontrollprogram. I kontrollprogrammet ingår fyra provpunkter i Siljan (S4A-S4D; Figur 1). I samtliga provpunkter provtas vattenkemi två gånger/år (mars och augusti) på två djup (0,5 m och 1 m över botten) (DVVF,

2017). De parametrar som analyseras är: pH, alkalinitet, temperatur, konduktivitet, absorptions, löst organiskt kol (DOC), totalt organiskt kol (TOC), fosfatfosfor, totalfosfor, ammoniumkväve, nitrit+nitratkväve, Kjeldahlkväve, totalkväve och syrgas (halt och mättnad).

Utöver vattenkemi provtas i provpunkten S4B: klorofyll (en gång/år), växtplankton (en gång/år) och bottenfauna (en gång vart sjätte år). Sediment provtas i alla fyra provpunkter en gång vart sjätte år och analyseras med avseende på torrsbstans, glödförlust, totalfosfor, totalkväve, järn, mangan, arsenik, zink, bly, koppar, kadmium, krom (total och sexvärt), nickel, molybden och kvicksilver.

I syfte att ytterligare undersöka sin miljöpåverkan har Slotts Lax utöver provtagningarna i recipientkontrollprogrammet låtit utföra sedimentprovtagningar och bottenfaunaundersökningar. Detta har utförts i fem lokaler; SL50A (50 m nordväst om odlingen), SL50B (50 m sydost om odlingen), SL50C (centralt odlingens längdriktning mot stranden), SL250D (250 m sydost om odlingen), samt SL38M (mitt i odlingen) (Allumite Konsult AB, 2016).

Sedimentprovtagningen har utförts år 2007, 2008, 2009, 2012 och 2015. Sedimentproven utgörs av ytsediment (0–3 cm) och analyseras på TOC, totalfosfor, totalkväve, torrsbstans och glödförlust. År 2015 utfördes även lodning i profiler (samma profiler som sedimentundersökningen). Bottenfaunaundersökningarna har utförts 2006, 2008, 2009, 2012 och 2015 (Allumite Konsult AB, 2016).

Tabell 1. Fördelning av nuvarande foderförbrukning (1300 ton foder/år) över året.

Månad	Foderförbrukning (ton)	% av totala foderförbrukningen
December-april	65	5,0%
Maj	150	11,5%
Juni	220	16,9%
Juli	220	16,9%
Augusti	210	16,2%
September	160	12,3%
Oktober	150	11,5%
November	125	9,6%

1.5 Hydrodynamisk modellering och påverkansanalys

Hydrodynamiska modeller är utmärkta verktyg för att studera verksameters miljöpåverkan. Genom att modellera hydrodynamiken i en vattenförekomst kan spridning och spädning av t.ex. fiskodlingsrelaterat avfall (vattenlösliga näringsämnen och partikulärt material) beräknas. För lösta näringsämnen och sedimentande partiklar kan sedan fiskodlingens bidrag, beroende på utsläppets storlek och lokalisering, sättas i relation till uppmätta data i recipienten.

Vid utsläpp av ett vattenlösligt ämne i en vattenmassa sker först en initial utspädning nära utsläppet, i närzonen. Denna första spädning styrs av vilken typ av recipient som utsläppet sker till och av utsläppets initiala hastighet samt skillnader i densitet. Därefter sker spädning i den så kallade fjärrzonen (Layton, 1976). Hur utsläpp från fiskodlingar sprids och till hur stort område beror främst på strömförhållandet kring utsläppskällan och foderresternas sjunkhastighet (Naturvårdsverket, 1993). Foderresternas sjunkhastigheten beror förutom på strömförhållandet, på materialegenskaper såsom form och densitet av partiklarna.

Vinden är en viktig faktor för strömförhållandet, då den genererar en ytström som kan uppnå ca 1-2 % av vindens hastighet (Bengtsson, 1997; Sverdrup och Armbrust, 2009). Djupare ner i vattenmassan genereras en returström som generellt har en lägre hastighet än ytströmmen, denna är ofta starkt påverkad av bottenprofilen och följer därför djupare rännor om sådana finns. Strömningsmönstren styrs även av tillrinning och temperaturskiktning och varierar därmed med väder och årstid.

Med hjälp av en hydrodynamisk modell kan koncentrationen av t.ex. fosfor som når en recipientprovpunkt från en fiskodling beräknas och därmed vilken påverkan på status som odlingen har för vattenförekomsten som helhet. Om utsläppskoncentrationen av fosfor är högre än kvalitetskravet för att uppnå god status för näringsämnen försämrar verksamheten i praktiken status i en viss volym vatten, närmast odlingen. Detta anspråk (volym) kan beräknas med modellens hjälp genom att beräkna vilken spädning som krävs för respektive statusklass. Utifrån miljöbalken och recipientkontrollens syfte är det denna vattenvolym som bör beskrivas och sättas i relation till rådande status i vattenförekomsten.

2 Metodik

2.1 Statusklassificering av befintliga data

Enligt nuvarande indelning av vattenförvaltningen berörs primärt Siljan (SE673490-145597), som mynnar i Dalälven (SE673319-145823), av utsläpp från Slotts Lax fiskodling. Siljans nuvarande status klassificerades därför utifrån recipientdata från Dalälvens vattenvårdsförening. Tillgängliga data för åren 2007–2016 statusklassificerades för kvalitetsfaktorn näringsämnen, syrgasförhållanden, växtplankton (klorofyll a), siktdjup och bottenfauna. Enligt bedömningsgrunderna HVMFS 2013:19 ska statusklassning göras på data från minst tre år. I utredningen statusklassificerades data från fler år på grund av att endast två prover tagits per år och endast vid ett tillfälle per år under sommarsäsongen, som är den period som utredningens påverkansanalys avser. Statusklassificering av samtliga kvalitetsfaktorer utfördes i enlighet med bedömningsgrunderna i HVMFS 2013:19. Detta innebär klassificering till en av fem statusklasser: hög, god, måttlig, otillfredsställande eller dålig enligt metodik specifik för respektive kvalitetsfaktor.

För kvalitetsfaktorn näringsämnen, som behandlas i denna utredning, utgår statusklassificering från en ekologisk kvalitetskvot (EK-värde), som för sjöar omvandlas till ett numeriskt värde från 0 och uppåt (Tabell 2). EK-värdet beror på uppmätta värden på totalfosfor, absorbans (420 nm/5 cm, filtrerat), höjd över havet och sjöns medeldjup.

För näringsämnesinnehåll i sediment saknas nationella bedömningsgrunder, men en utvärdering har gjorts enligt bedömningsgrunder framtagna av ALcontrol vid en sedimentundersökning i Ryssbysjön (ALcontrol, 2003).

Tabell 2. Klassgränser för EK-värden för näringsämnen i sötvatten. Källa: Havs- och vattenmyndigheten, 2013.

Status	Klassgränser (EK-värde sötvatten)
Hög	> 0,7
God	0,5 - 0,7
Måttlig	0,3 - 0,5
Otillfredsställande	0,2 - 0,3
Dålig	< 0,2

2.2 Beräkning av utsläpp från fiskodling

Utsläppsmängd av fosfor och kväve vid nuvarande och utökad produktion beräknades i enlighet med nedanstående formler och underlag från Slotts Lax (Tabell 3). För utökad produktion antogs samma procentuella fördelning av utfodring över året som för den befintliga odlingen (Tabell 1).

$$L = P \times (FK \times C_1 - C_r)$$

L = fosfor- och kväveförlust (kg)

P = nettoproduktion (ton) av fisk, utgörs av ökad och förlorad biomassa under en tidsperiod.

FK = foderkoefficient, motsvaras av fodermängden i våtvikt (ton) dividerat med fiskproduktionen i rundvikt¹ (ton)

C₁ = koncentrationen av fosfor/kväve i foder (%)

C_r = koncentrationen av fosfor/kväve i fisk (%)

För den beräknade mängden fosfor som inte tas upp av fiskarna antogs ca 20 % vara lättillgänglig fosfor (ekologiskt tillgänglig) i enlighet med Carlsson (2012). Resterande del fosfor är svårslöslig och ofta partikulärt bunden och har således inte samma påverkan på kvalitetsfaktorn näringsämnen i vattenmiljön.

¹ Rundvikt är vikten av strupskuren men inte urtagen fisk.

Tabell 3. Indata för beräkningar av utsläpp från fiskodlingen vid nuvarande och utökad produktion.

Produktion	Nettoproduktion (P)	Foderkoefficient (FK)	C ₁	C _r
Nuvarande	1083	1,2	7,2 % (kväve) 0,8 % (fosfor)	3 % (kväve) 0,4 % (fosfor)
Utökad	1250	1,2	7,2 % (kväve) 0,8 % (fosfor)	3 % (kväve) 0,4 % (fosfor)

2.3 Hydrodynamisk modellering av Siljan

En hydrodynamisk modell över Siljan upprättades för sommarmånaderna juli till augusti. Modelleringen utfördes i programvaran Telemac-Mascaret och baserades på tillgängliga data över bottendjup i Siljan (Allumite Konsult AB, 2014). Modellen känslighetsgranskades genom att utföra ett antal simuleringar med t.ex. varierande tillrinning av älvvatten och varierande sjunkhastighet för sedimenten. För information om modellområdet, batymetri och ingående meteorologiska data, se Bilaga 1. Inga mätdata på strömhastigheter fanns att tillgå.

Modellen över Siljan simulerade utsläpp av vattenlösliga ämnen (från fiskurin, lösta näringsämnen, fekalier och pellets) och partikulärt material (foderrester och fiskfekalier). Utsläppet tillsattes vattenmassan genom ett svagt tillflöde, fördelat på ett system av 18 fiskodlingskassar. Utloppspunkten placerades i mitten av kassarna, på 5 meters djup. I verkligheten sker utsläppet inte som ett punktutsläpp utan som ett diffust utsläpp i hela kassen men rent modelltekniskt måste utsläppet utgå från en definierad beräkningsnod. Simuleringar gjordes för befintlig odling och för de tre alternativa lokaliseringarna (A, B och C).

En modell bygger på en förenklad bild av verkligheten och kräver beroende på frågeställningen ett mer eller mindre detaljerat underlag. Den hydrodynamiska modellen över Siljan har ett antal avgränsningar, t.ex. spårar den inte resuspenderat sediment eller näringsämnen som frigörs ur sedimenten. För att inkludera en sådan parameter skulle ett betydligt mer högupplöst dataunderlag krävas, t.ex. batymetriskt underlag för att kunna återge en korrekt bottenkjuvspänning. Resuspension i modellen skulle inte förändra påverkansbilderna till den grad att det skulle få någon betydelse för jämförelsen av Slotts Lax:s miljöpåverkan i de alternativa lokalerna. Modellen tar heller ingen hänsyn till retention av näringsämnen, då det är mer konservativt att överskatta än att riskera att underskatta en verksamhets påverkan. Därmed kan de modellerade halterna i Siljans provpunkterna, som ligger långt ifrån odlingslokalerna, vara överskattade.

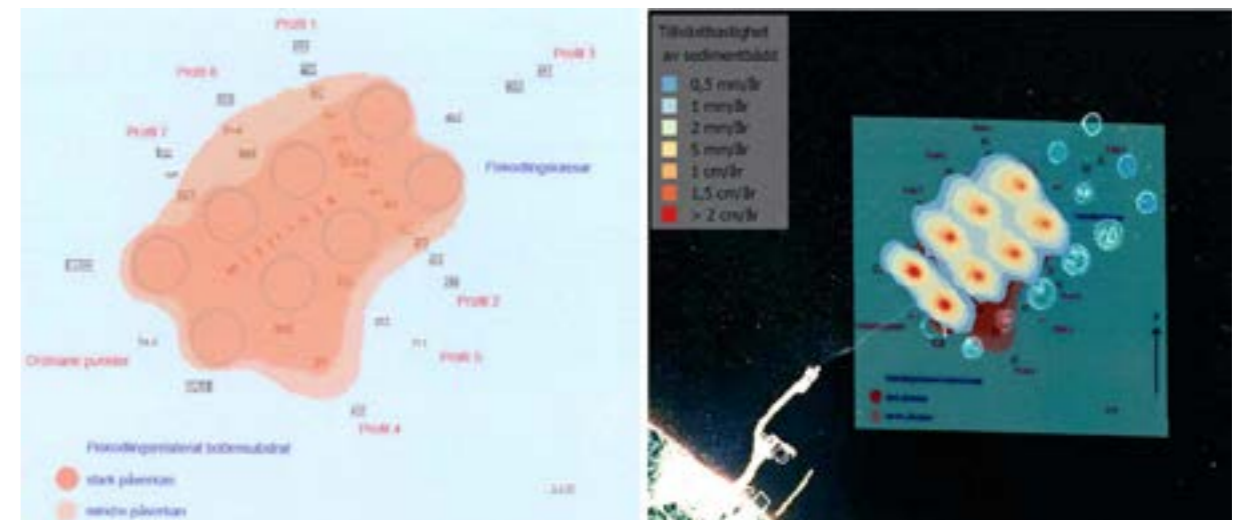
2.3.1 Val av fiskodlingslokal C

Den tredje fiskodlingslokalen valdes med hjälp av den hydrodynamiska modellen utifrån följande kriterier: höga strömningshastigheter och ett bottendjup lämpligt för fiskodlingskassar, d.v.s. minst 10 m.

2.3.2 Spridning av lösta ämnen

Ett effektivt verktyg för att beräkna hur halter av vattenlösliga ämnen varierar i en vattenmassa med tid är de spädningstal som en hydrodynamisk modell genererar. Dessa motsvarar hur många gånger ett utsläpp har spänts när det når en viss punkt, till exempel en recipientprovpunkt i en sjö.

För att beräkna bidraget av lösta näringsämnen till recipientprovpunkterna, från befintlig fiskodling och från de alternativa lokaliseringarna av en fiskodling användes spädningstal ur modellen. Dessa motsvarade en medelspädning. Spädningstalen beräknades för en tidsserie, efter att modellen nått ett "jämviktsläge". Då modellen är dynamisk kommer dock halterna kontinuerligt att variera efter rådande meteorologiska förhållanden. Det innebär att det i praktiken aldrig uppstår något "jämviktsläge" utan i stället avses den tidpunkt då stabiliseringen av bakgrundshalterna uppnåtts.



Figur 2. Till vänster: Allumites karta över fiskodlingsrelaterade sediment. Till höger: samma karta överlagrad med modellens resultat av sedimentens tillväxthastighet.

2.3.3 Sedimentering av partikulärt material

Sedimentationsmodelleringen kalibrerades mot de sedimentundersökningar som utförts 2012 och 2015, av Allumite Konsult AB (Figur 2). Vid kalibreringen justerades partiklarnas sjunkhastighet till 2,5 cm/s och kornstorleksfördelningen (D50, geotekniskt standardmått) till 0,45 cm, för att ackumuleringen av fiskodlingsrelaterat sediment skulle motsvara resultaten i Allumites sedimentundersökning (upp emot 2 cm/år). Den faktiska sjunkhastigheten och kornstorleken under kassarna har inte uppmätts och kan i verkligheten anta både större och mindre värden. Spridningsberäkningarna av partikulärt avfall är beräknade utifrån ett konstant utsläpp av partiklar. Analysen för befintlig lokal har gjorts med 1300 och 2800 ton foder/år medan analysen för de alternativa lokalerna har gjorts med 1500 och 2800 ton foder/år.

2.4 Påverkansanalys av Slotts Lax utsläpp till Siljan

Med hjälp av den hydrodynamiska modellen och recipientdata från Dalälvens vattenvårdsförening beräknades inverkan på status för kvalitetsfaktorn näringsämnen för befintlig och utökad fiskodling utifrån de alternativa lokaliseringarna (Figur 3).

2.4.1 Påverkan på kvalitetsfaktorn näringsämnen

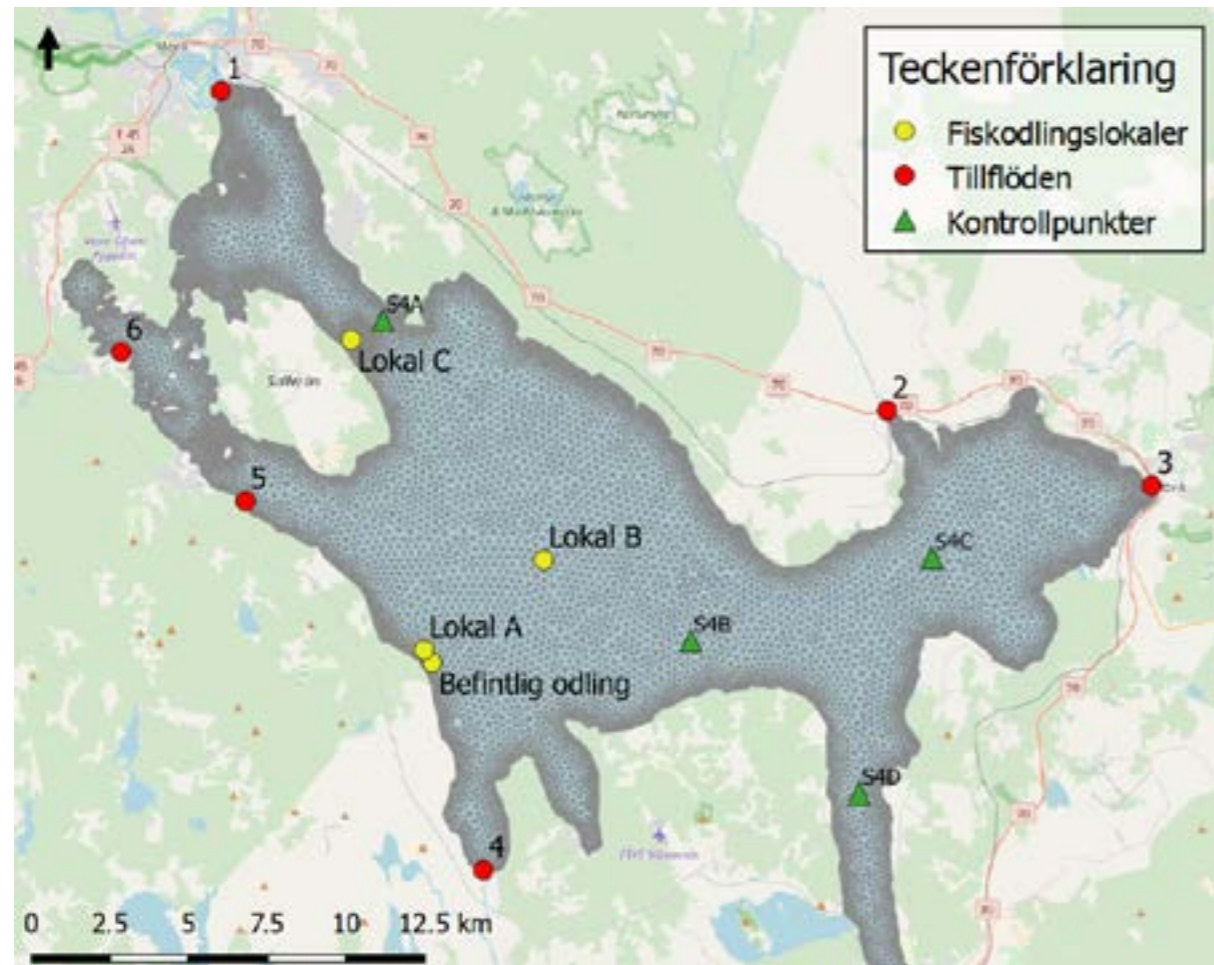
Fiskodlingarnas påverkan på Siljan som helhet beräknades utifrån status i recipientprovpunkterna S4A, S4B, S4C och S4D. Genom att addera bidraget av fosfor från utökad verksamhet (för respektive alternativ lokaliserings) till recipientprovpunkterna och därefter statusklassificera dessa på nytt bedömdes graden av påverkan för de olika utsläppsalternativen. Den lokala påverkan, närmast odlingsarna, beräknades som den volym och procentuella andel av vattenmassan som försämras från hög till god, måttlig, otillfredsställande och dålig status för näringsämnen. Detta gjordes genom att sätta utsläppets storlek i förhållande till den spädning som krävs för att nå en viss statusklass. Även spädning av fiskodlingarnas kväveutsläpp beräknades, dock gjordes ingen bedömning av miljöpåverkan till följd av kväve.

Modellen tar inte hänsyn till biokemiska processer utan förutsätter att spädning är den enda påverkande faktorn på koncentrationsförändring i recipienten. Avståndet till och läget för den recipientprovpunkt som beräkningarna utgår ifrån påverkar därmed dess tillförlitlighet.

2.4.2 Påverkan på bottenstrukturer av sedimenterande material

För att kvantifiera de alternativa lokaliseringarnas påverkan på Siljans botten jämfördes de ytor där sedimenttillväxten uppskattades vara större än 1 mm/år efter en simuleringsperiod på 2 månader. Kvalitetsfaktorn bottenstruktur ligger under morfologiskt tillstånd och omfattar vattenförekomstens

kornstorlekssammansättning och den rumsliga variationen av bottenstrukt i en sjö, i relation till det ursprungliga tillståndet (referensförhållande) (HVMFS 2013:19). En avvikelse på mer än 5 % föranleder att status blir sämre än hög. I nuläget finns ingen färdig vägledning till föreskriften för bottenstrukt i sjöar. I denna utredning har de påverkade områdena satts i relation till hela Siljans modellerade sjöarea (284 km²).



Figur 3. Beräkningsnätets utbredning i Siljanmodellen för lokal C samt tillflöden till Siljan, recipientprovpunkter och modellerade fiskodlingslokaler.

3 Resultat

3.1 Rådande miljötillstånd enligt VISS och recipientdata

Miljökvalitetsnormen i Siljan är god status med måläret 2021 medan nuvarande ekologisk status enligt VISS (2017), är måttlig. I Siljan klassas enligt VISS de biologiska kvalitetsfaktorerna växtplankton med hög status och bottenfauna med måttlig status. För de fysikalisk-kemiska kvalitetsfaktorerna är status god eller hög. Siljan klassas med måttlig eller dålig status för ett flertal hydromorfologiska kvalitetsfaktorer, detta på grund av att sjön är reglerad genom Dalälvens vattenkraftssystem vilket gör att den samlade klassningen för ekologisk status blir måttlig (Tabell 4).

De kvalitetsfaktorer/parametrar som beräknades av Sweco visade att miljöstatus i Siljan generellt var hög (Tabell 5). Samtliga provpunkter (S4A-S4D) uppvisade liknande resultat, vilket tyder på likartade förhållanden i de delar av sjön som provtas. Swecos beräkningar var samstämmiga med vad som rapporteras i VISS, med undantag för syrgasförhållanden som klassats med god status i VISS men med hög status av Sweco.

Biologisk inventering av bottenfauna i odlingsområdet har visat på en extremt låg artdiversitet. Arter som påvisar näringsfattiga miljöer har påträffats. Lokalen som ligger strax söder om odlingsområdet uppvisar samma låga diversitet. Inventeringen i odlingsområdet har inte statusklassificerats enligt bedömningsgrunderna i HVMFS 2013:19 (Allumite Konsult AB, 2016).

Sedimentprover som har tagits under kassarna mellan 2007–2015 har visat på mycket låg halt av totalkväve i tre av fyra provpunkter och medelhög halt i en av provpunkterna. För totalfosfor uppvisar en av provpunkterna mycket låg halt, en låg halt, en hög halt och en mycket hög halt. Prover tagna under samma period i en provpunkt 250 m öster om odlingen visar på mycket låg halt för både totalkväve och totalfosfor (Allumite Konsult AB, 2016; ALcontrol, 2003).

Tabell 4. Vattenförekomster i området, med ekologisk och kemisk status enligt VISS (2017).

Vattenförekomst	EU_CD	Typ	Ekologisk status	Kemisk status*
Siljan	SE673490-145597	Sjö	Måttlig	Ej klassad
Dalälven	SE673319-145823	Vattendrag	Måttlig	Ej klassad

* Avser kemisk status exklusive ämnen som överskrider gränsvärden överallt (Hg, PBDE).

Tabell 5. Status för olika kvalitetsfaktorer/parametrar i Siljan. Beräknad status (med EK-värde inom parentes) i respektive provpunkt samt status enligt VISS för vattenförekomsten som helhet.

Vattenförekomst	År	Siljan (SE673490-145597)				Status enligt VISS
		S4A	S4B	S4C	S4D	
Status näringsämnen	2007-2016	Hög (0,95)	Hög (1,20)	Hög (1,23)	Hög (1,12)	Hög
Status näringsämnen utan fiskodling	2007-2016	Hög (0,95)	Hög (1,20)	Hög (1,23)	Hög (1,14)	-
Status syrgas	2014-2016	Hög	Hög	Hög	Hög	God
Status klorofyll a	1990-1993 2016	Hög (0,98)	Hög (1,56) Hög	Hög (1,24)	Hög (1,62)	-
Status siktdjup	2014-2016	Hög (0,97)	Hög (1,06)	Hög (0,98)	Hög (0,90)	Hög
Status bottenfauna						Måttlig
- ASPT-index	2012	-	God	-	-	
- BQI-index	2012	-	Hög	-	-	

3.2 Hydrodynamik och generella strömningsmönster i Siljan enligt modellering

Den största hydrodynamiska drivkraften i Siljan visade sig vara flödet från Österdalälven och Orsasjön. De högsta ythastigheterna (upp till 12 cm/s) observerades kring dessa vattenförekomsters in- och utlopp i Siljan samt genom Sollerösundet (Figur 4 och 5). Den huvudsakligen ytströmmen var södergående, i Sollerösundet och öster om Sollerön, och följde sjöns djupare delar ner mot Leksand (Figur 6 och 7). Längs Siljans västra strand, där den nuvarande fiskodlingen är belägen var strömmen huvudsakligen södergående. Modellresultaten visade också att en svagare returström, motriktad ytströmmen, förekommer på ett djup större än 15–20 meter. Strömriktning och -styrka längs sjöns botten var ungefär en tredjedel av ythastigheten (Figur 6 och 7).

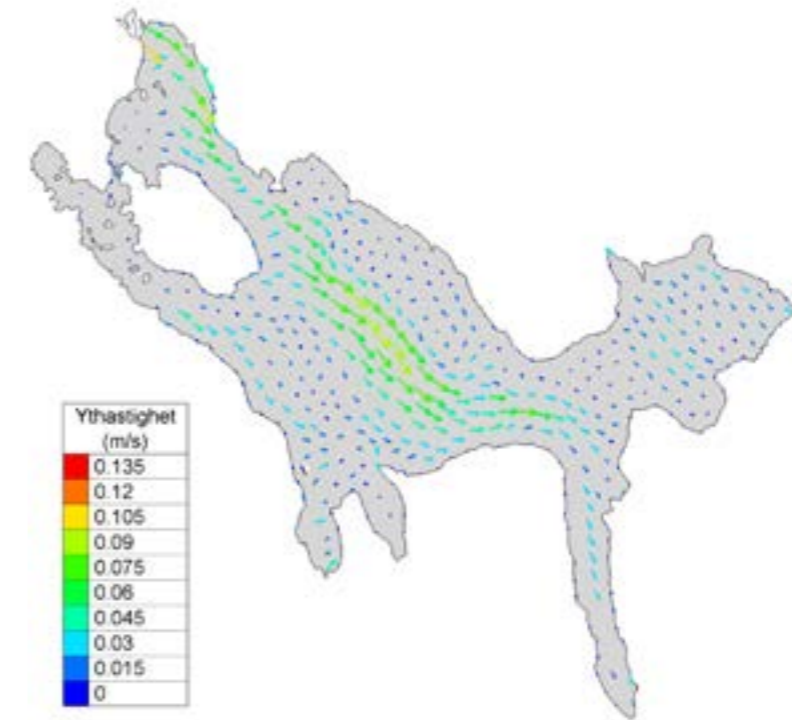
Under perioder med sydväst-sydostlig vind bromsas ytströmmen från Österdalälven och Orsasjön tillfälligt upp. För att undersöka hur väl vindens omblandande och strömningsdrivande effekt är återspeglad i modellen detaljstuderades strömningshastigheter i Rättviken, den östra delbassängen av Siljan. I Rättviken var inverkan från genomflödet av större vattendrag mycket litet vilket innebär att vinden är den huvudsakliga drivkraften för strömningen. Strömningshastigheterna i ytan varierade mellan 1–5 cm/s, vilket var ca 1 % av vindens hastighet. Då detta är i enlighet med hydrodynamisk teori anses modellen väl återspegla vindens drivning av ytströmmar i Siljan (Bengtsson, 1997).

Intill befintlig fiskodling och lokalisering A (ca 500 m norr om befintlig odling), strömmade vatten parallellt med strandlinjen. Strömriktningen varierade med vindriktningen men var huvudsakligen sydostlig, vilket också sammanföll med en högre medelspädning i sydostlig riktning. Även vid lokal B (5 km utanför befintlig odling) var ytströmmarna sydostliga, och följde därmed genomströmningen av älvvatten från Österdalälven och Orsasjön mot Leksand.

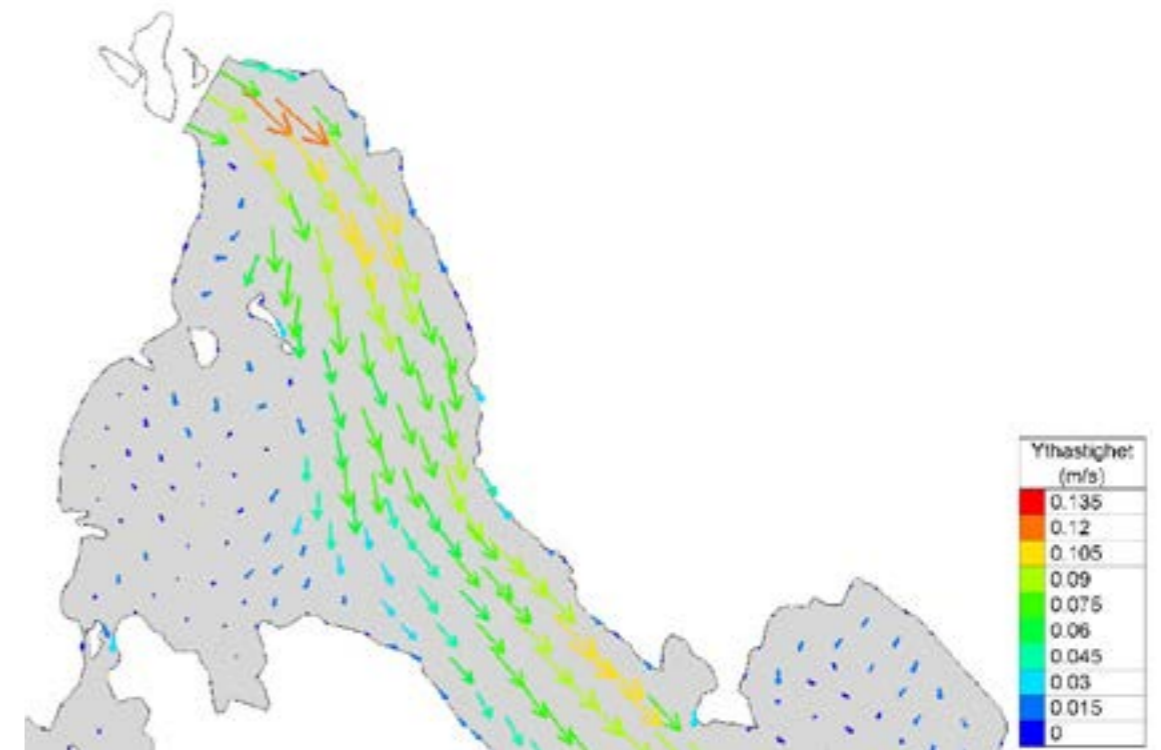
Då strömningshastigheterna vara låga och omsättningstiden lång i Rättviken med omnejd, fjärdarna öster om Sollerön, Vinäsfjärden, Limåviken och Olsnåsviken hade utsläpp i dessa områden haft en sämre spädning. Huruvida ett utsläpp från en fiskodling i dessa områden hade inneburit en lokal sänkning av miljöstatus eller ej har inte undersökts i denna utredning.

3.2.1 Lokalisering av fiskodling utifrån ett hydrodynamiskt spridningsperspektiv

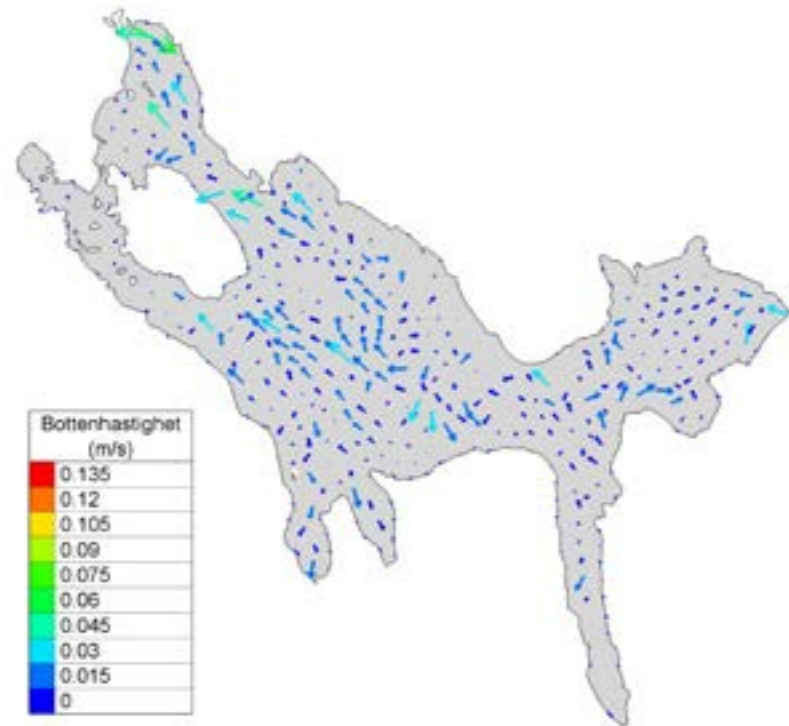
Lokal C placerades längs med Solleröns östra strand (Figur 7). Platsen valdes då strömningshastigheten där generellt var stor, vilket medför en god spädning av utsläppta näringsämnen.



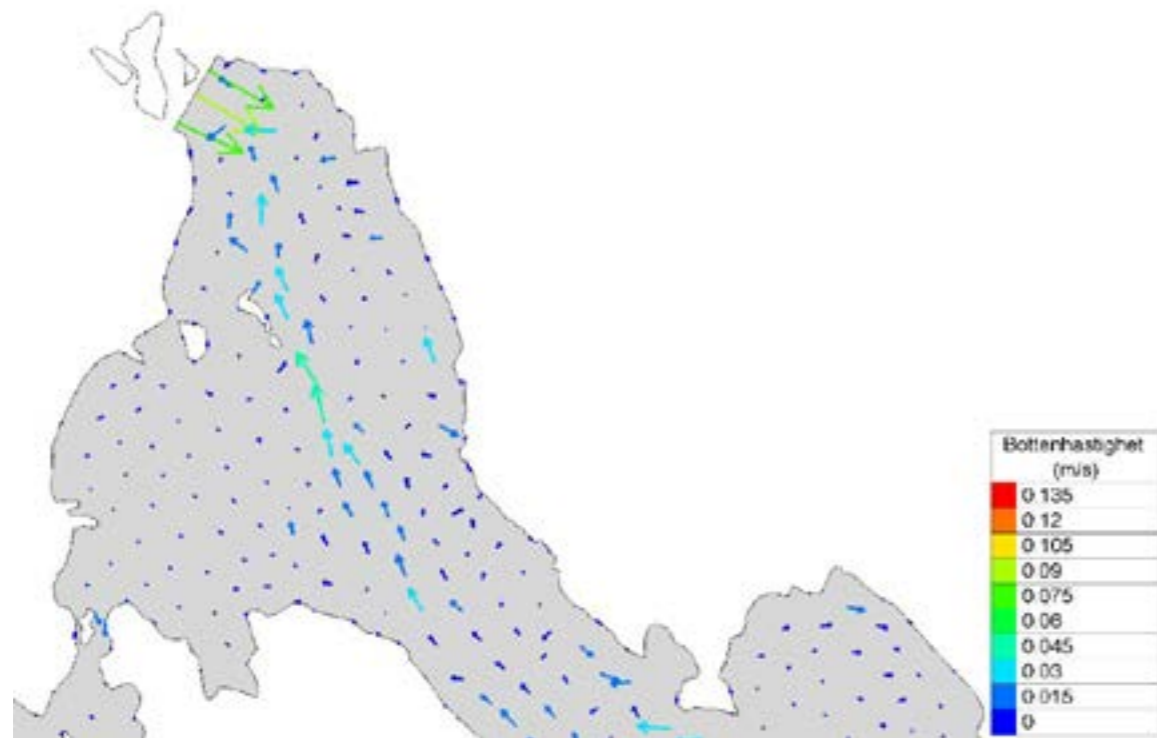
Figur 4. Strömningshastigheter på ytan i Siljan vid ett tillfälle med svag nordvästlig vind.



Figur 5. Strömningshastigheter på ytan runt Sollerön och Österdalälvens inlopp vid ett tillfälle med svag nordvästlig vind.



Figur 6. Strömningshastigheter på Siljans botten vid ett tillfälle med svag nordvästlig vind.



Figur 7. Strömningshastigheter på botten runt Sollerön och Österdalälvens inlopp vid ett tillfälle med svag nordvästlig vind.

3.3 Utsläpp från befintlig och utökad fiskodling

Utsläppet från befintlig fiskodling (1300 ton foder/år) beräknades till 6067 kg fosfor/år och 61 360 kg kväve/år. För den utökade produktionen (1500 ton foder/år) beräknades utsläppet till 7000 kg fosfor/år och 70 800 kg kväve/år. Av detta utsläpp beräknades 1213 kg fosfor/år utgöras av löst ekologiskt tillgänglig fosfor (20 %, Carlsson, 2012). Resterande fosfor antogs följa med partikulärt material till botten. För sommarmånaderna juli och augusti beräknades ekologiskt tillgängligt fosfor med en belastning av 1300 ton foder/år (befintliga odling) till 205 kg respektive 196 kg. För en belastning av 1500 ton foder/år beräknades för samma månader utsläppet till 237 kg respektive 225 kg. Om hela den sökta fodermängden av 2800 ton foder/år skulle utfodras vid en och samma lokalisering skulle det innebära en belastning av löst fosfor på 442 kg i juli och 422 kg i augusti (Tabell 6).

Tabell 6. Utsläpp med nuvarande (1300 ton foder/år) och utökad produktion (1500 ton foder/år och den totala sökta mängden, 2800 ton foder/år) fördelat över året.

Månad	Nuvarande produktion (1300 ton foder/år)			Utökad produktion (1500 ton foder/år)		
	Utsläpp av totalfosfor (kg)	Utsläpp av ekologiskt tillgängligt fosfor (kg)	Utsläpp av totalkväve (kg)	Utsläpp av totalfosfor (kg)	Utsläpp av ekologiskt tillgängligt fosfor (kg)	Utsläpp av totalkväve (kg)
December-april	303	61	3068	350	70	3540
Maj	700	140	7080	808	162	8169
Juni	1027	205	10384	1185	237	11982
Juli	1027	205	10384	1185	237	11982
Augusti	980	196	9912	1131	226	11437
September	747	149	7552	862	172	8714
Oktober	700	140	7080	808	162	8169
November	583	117	5900	673	135	6808
Totalt	6067	1213	61360	7000	1400	70800

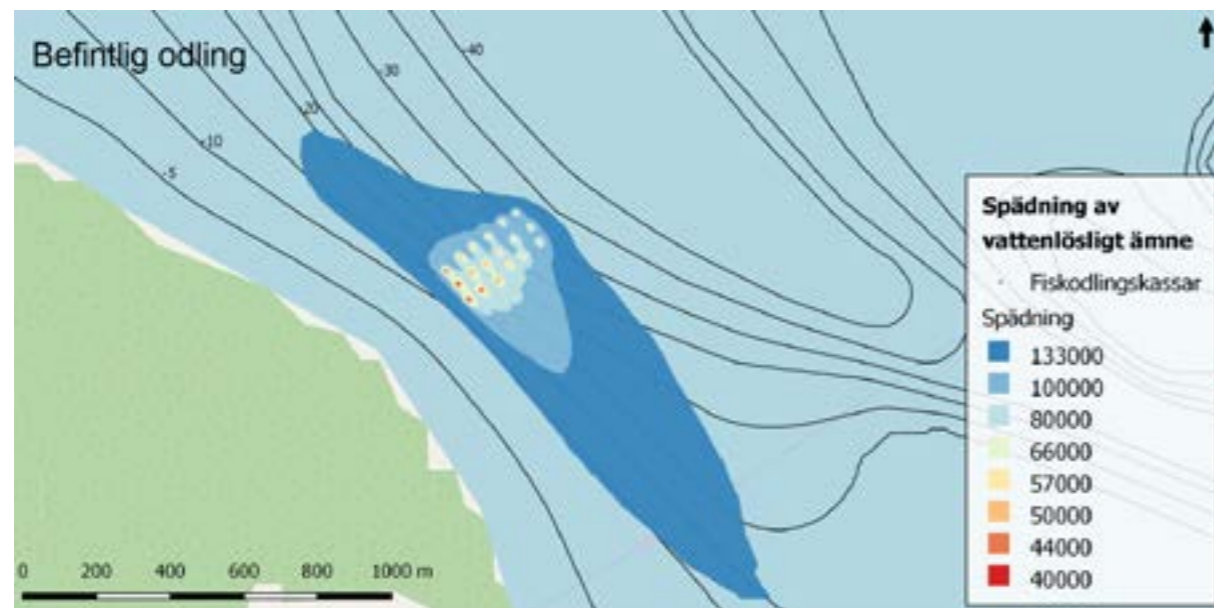
Månad	Utökad produktion (2800 ton foder/år)		
	Utsläpp av totalfosfor (kg)	Utsläpp av ekologiskt tillgängligt fosfor (kg)	Utsläpp av totalkväve (kg)
December-april	653	131	6608
Maj	1508	302	15249
Juni	2211	442	22366
Juli	2211	442	22366
Augusti	2111	422	21349
September	1608	322	16266
Oktober	1508	302	15249
November	1256	251	12708
Totalt	13067	2613	132160

3.4 Slotts Lax påverkan på näringsämnesstatus i Siljan

Utsläpp från samtliga analyserade fiskodlingslokaler späds i hög grad innan de når recipientprovpunkterna (Figur 8–10; Tabell 7). Den högsta koncentrationsökningen från befintlig odling av kväve och fosfor kunde ses i provpunkt S4D medan den lägsta koncentrationsökningen kunde ses i S4A (Tabell 7–9). Detta beror på att utsläpp från fiskodlingen följer strömmarna närmast land och passerar därför inte provpunkterna som är mer centralt liggande i Siljan. Utsläpp från den befintliga fiskodlingen på ca 24 mg fosfor/l (medel under juli-augusti) resulterade i en koncentrationsökning i provpunkt S4D och S4A, på 0,06 µg/l respektive 0,002 µg/l (Tabell 8). Motsvarande siffror för utsläppet av kväve på ca 1,3 g/l, var 3,1 µg/l i S4D och 0,08 µg/l i S4A (Tabell 9). Med hela den sökta belastningen, 2800 ton foder/år, skulle bidraget till S4D från befintlig fiskodlingslokal vara 0,13 µg fosfor/l och 6,7 µg totalkväve/l (Tabell 8 & 9).

Av de fyra alternativa lokaliseringarna (befintlig samt lokal A-C) skulle den rakt utanför den befintliga odlingen (lokal B) ha minst påverkan på recipientprovpunkterna överlag. Den lokal som skulle innebära högst koncentrationsökning i provpunkterna var den befintliga och/eller lokal A (Tabell 7–9).

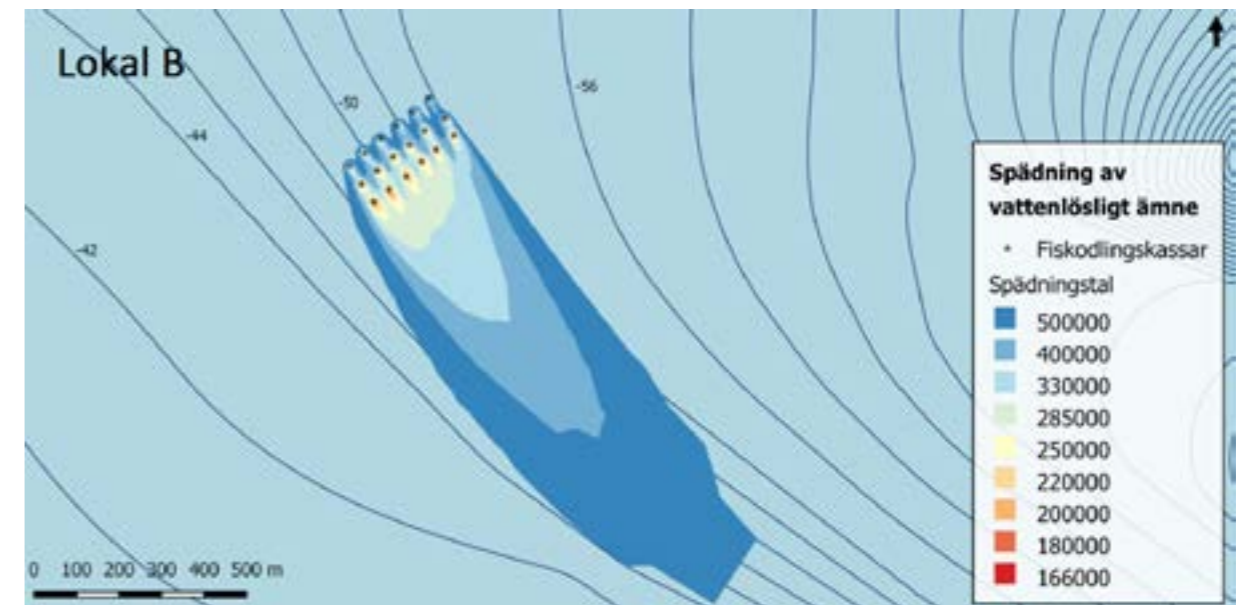
Fosforökningen i recipientprovpunkterna, till följd av utsläpp från befintlig och utökad fiskodling, hade ingen effekt på status för kvalitetsfaktorn näringsämnen, oavsett om den totala belastningen förlades till samma lokal eller fördelades mellan befintlig och teoretisk lokal (A-C). Spädningen av utsläpp från lokal B och C, sett som ett medel över sommaren, var så stor att koncentrationen av fosfor inte ökade tillräckligt för att sänka status för näringsämnen från hög till någon statusklass därunder, inte ens närmast kassarna. Med en belastning av 2800 ton foder/år från den befintliga odlingen (och lokal A) sänktes dock status från hög till god, men endast allra närmast kassarna på mellan 5–10 m djup. Detta medför en obetydlig volym med vatten av god status (Figur 11).



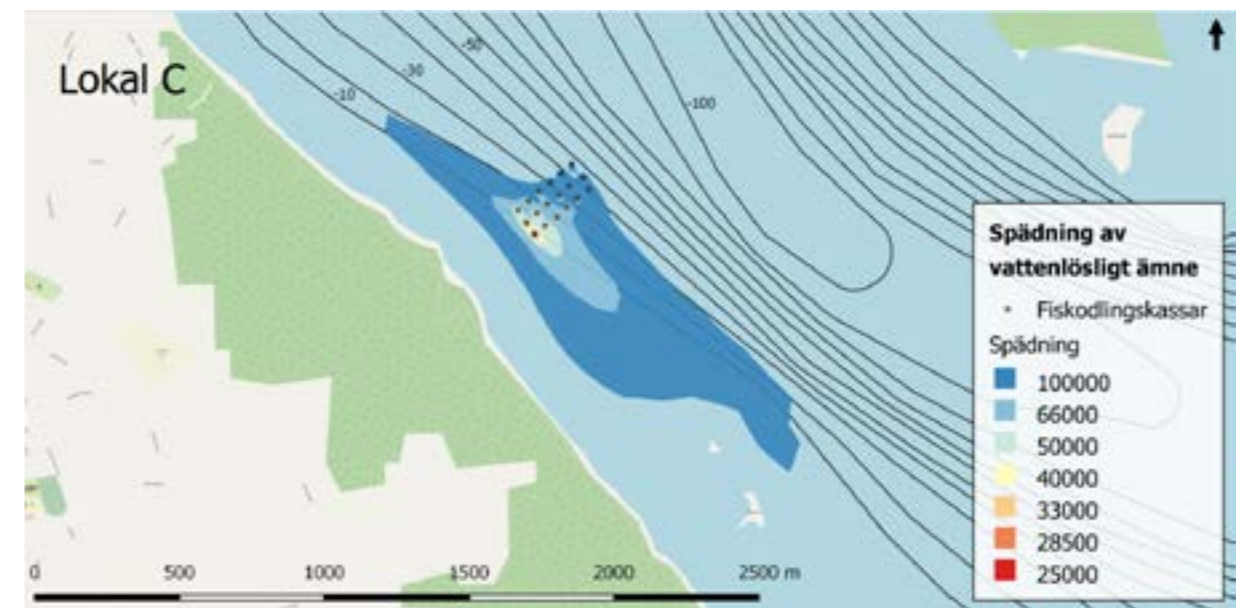
Figur 8. Spädning av ett utsläppt vattenlösligt ämne från fiskodlingen.

Tabell 7. Spädningstal (antalet gånger ett utsläpp har spänts) i recipientprovpunkter, framtagna som medelvärde på 2,5 meters djup.

	S4A	S4B	S4C	S4D
Befintlig odling	16 000 000	1 200 000	810 000	400 000
Lokal A	16 000 000	1 200 000	810 000	400 000
Lokal B	8 000 000	1 900 000	9 600 000	2 300 000
Lokal C	2 600 000	860 000	10 000 000	1 000 000



Figur 9. Spädning av ett vattenlösligt ämne från fiskodlingen.



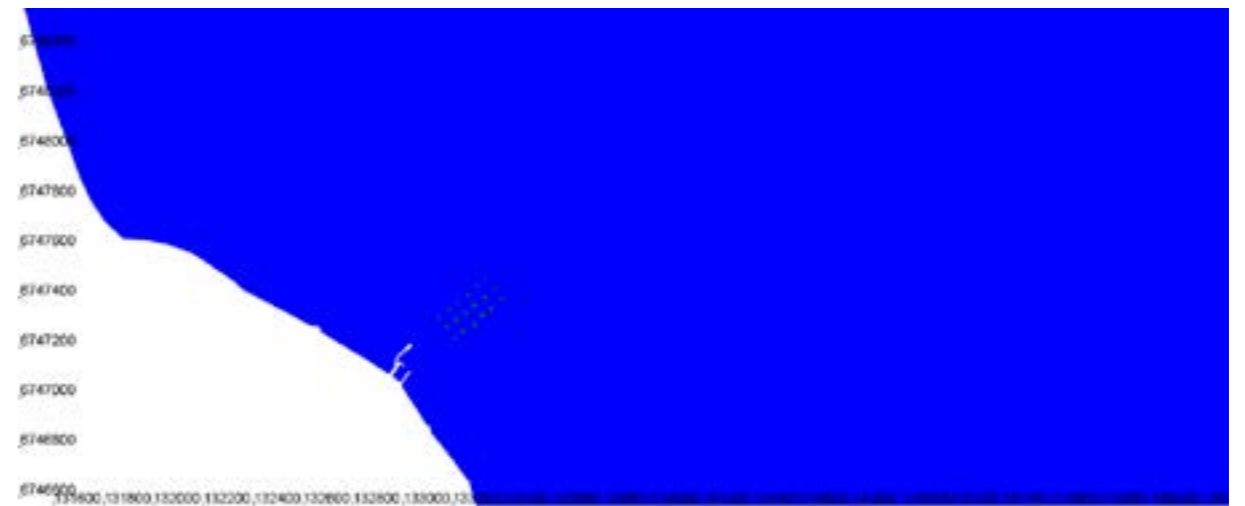
Figur 10. Spädning av ett utsläppt vattenlösligt ämne från fiskodlingen.

Tabell 8. Ökning av löst fosfor ($\mu\text{g/l}$) i respektive recipientprovpunkt med fiskodling placerad i de alternativa lokaler (befintlig, A, B och C) med den sökta foder mängden, 2800 ton foder/år, nyttjad vid en och samma lokal eller fördelad mellan två olika lokaler (1300 och 1500 ton foder/år).

	S4A	S4B	S4C	S4D
Från befintlig odling eller lokal A				
(1300 ton foder/år)	0,002	0,02	0,003	0,06
(1500 ton foder/år)	0,002	0,02	0,004	0,07
(2800 ton foder/år)	0,003	0,05	0,007	0,13
Från odling placerad vid lokal B				
(1500 ton foder/år)	0,004	0,02	0,003	0,01
(2800 ton foder/år)	0,007	0,03	0,006	0,02
Från odling placerad vid lokal C				
(1500 ton foder/år)	0,01	0,03	0,0003	0,03
(2800 ton foder/år)	0,02	0,06	0,0005	0,05
Befintlig odling + lokal A (1300 + 1500 ton foder/år)	0,003	0,05	0,007	0,1
Befintlig odling + lokal B (1300 + 1500 ton foder/år)	0,005	0,04	0,006	0,07
Befintlig odling + lokal C (1300 + 1500 ton foder/år)	0,01	0,06	0,003	0,09

Tabell 9. Ökning av löst kväve ($\mu\text{g/l}$) i respektive recipientprovpunkt, med fiskodling placerad i de alternativa lokalerna (befintlig, A, B och C) med den sökta foder mängden, 2800 ton foder/år, nyttjad vid en och samma lokal eller fördelad mellan två olika lokaler (1300 och 1500 ton foder/år).

	S4A	S4B	S4C	S4D
Från befintlig odling eller lokal A				
(1300 ton foder/år)	0,081	1,1	0,16	3,1
(1500 ton foder/år)	0,093	1,2	0,18	3,6
(2800 ton foder/år)	0,17	2,3	0,34	6,7
Från odling placerad vid lokal B				
(1500 ton foder/år)	0,19	0,79	0,16	0,65
(2800 ton foder/år)	0,35	1,5	0,29	1,2
Från odling placerad vid lokal C				
(1500 ton foder/år)	0,58	1,7	0,014	1,4
(2800 ton foder/år)	1,1	3,2	0,027	2,6
Befintlig odling + lokal A (1300 + 1500 ton foder/år)	0,17	2,3	0,34	6,7
Befintlig odling + lokal B (1300 + 1500 ton foder/år)	0,27	1,8	0,32	3,8
Befintlig odling + lokal C (1300 + 1500 ton foder/år)	0,66	2,8	0,17	4,5



Figur 11. Vattenmassa med god status (grön) för kvalitetsfaktorn näringsämnen till följd av utsläpp från befintlig fiskodling (eller lokal A) med en total belastning av 2800 ton foder/år.

3.5 Slotts Lax påverkan på bottensubstrat i Siljan

För att kvantifiera de olika alternativa lokaliseringarnas påverkan på Siljans botten jämfördes de ytor där sedimenttillväxten uppskattades vara större än 1 mm/år.

3.5.1 Befintlig fiskodling

Bottendjupet vid den djupaste delen av odlingsområdet var 46 m. Ytvattenströmmarna gick i huvudsak parallellt med strandlinjen, i södergående riktning. Bottenackumuleringen av sediment ökade med minskat bottendjup och var således högst närmast land. Sediment från den befintliga fiskodlingen transporteras endast ca 20–25 m från källan innan det sedimenterade på botten (Figur 12). I modellen motsvarade utbredningen av sediment kring den befintliga odlingen ca 40 000 m², vilket är lika med 0,01 % av Siljans area. Den befintliga odlingen försämrar således inte status för morfologiskt tillstånd (bottensubstrat i sjöar) i Siljan.

3.5.2 Utökad fiskodling: Lokal A (400–500 m norr om befintlig odling)

Lokalen strax norr om den befintliga odlingen (A) hade mycket snarlika förutsättningar (bottendjup, strömningsmönster, -hastigheter) som den befintliga lokalen. Sedimenttillväxten antogs därför vara den samma som för befintlig odling. Att placera utökningen (1500 ton foder/år) i denna lokal skulle därmed innebära att Slotts Lax påverkansområde skulle bli dubbelt så stort som i dagsläget. Det skulle innebära en total utbredningen av ca 80 000 m² (Tabell 11). Om hela den sökta foder mängden på 2800 ton foder/år skulle nyttjas vid den befintliga placeringen (eller i lokal A), skulle påverkansområdet öka med 26 %, från ca 40 000 m² (1300 ton foder/år) till ca 50 000 m² (2800 ton foder/år) (Tabell 10; Figur 13).

Andelen påverkat bottensubstrat i förhållande till hela Siljans bottenarea skulle med en kombination av befintlig odling (1300 ton foder/år) och en anläggning strax norr om denna (1500 ton foder/år), alternativt med hela den sökta foder mängden (2800 ton foder/år) placerad till en av dessa lokaler, utgöra ca 0,03 % respektive 0,02 %, verksamheten skulle därmed inte försämrast status för morfologiskt tillstånd i Siljan.

3.5.3 Utökad fiskodling: Lokal B (5 km utanför befintlig odling)

Bottendjupet 5 km utanför den befintliga odlingen var ca 47 m, ytvattenströmmarna i området var huvudsakligen sydliga. I jämförelse med lokal A och C gav det större bottendjupet en större utbredning av sedimenterande material samtidigt som sedimentationen uppnådde en mindre tjocklek (Figur 14). Bottensedimentens utbredning i modellen fick en större spridning med ökat bottendjupet med en huvudsaklig spridning åt sydost (Figur 14). En fiskodling med en belastning av 1500 ton foder/år i lokal B skulle medföra att området med en sedimentationstillväxt större än 1 mm/år skulle vara 16 % större

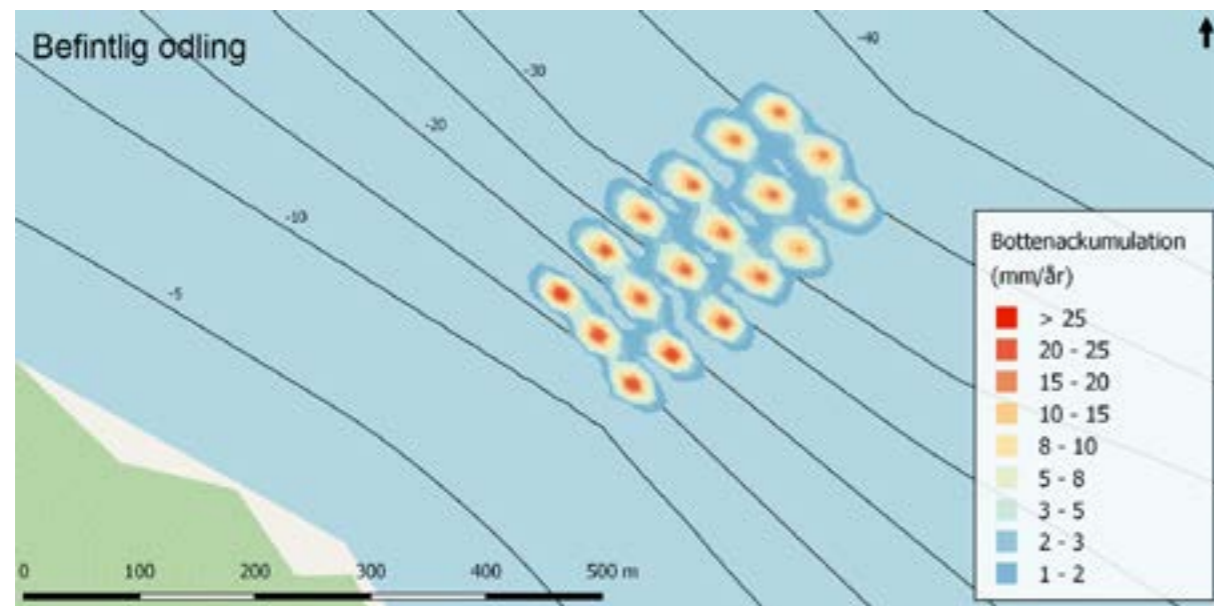
än kring den befintliga odlingen (1300 ton foder/år) (Tabell 10). Det skulle innebära en utbredning av fiskodlingsrelaterat sediment kring den nya anläggningen, motsvarande ca 46 000 m² och totalt 86 000 m² kring bägge (Tabell 10 & 11). Om Slotts Lax valde att nyttja hela det sökta tillståndet för odling i lokal B skulle arean med påverkat bottensubstrat öka med 73 % jämfört med kring den befintliga odlingen, från 40 000 m² till ca 70 000 m² (Tabell 10).

Andelen påverkat bottensubstrat i förhållande till hela Siljans bottenarea, med en kombination av befintlig odling (1300 ton foder/år) och en anläggning 5 km ut (1500 ton foder/år), alternativt med hela den sökta fodermängden (2800 ton foder/år) placerad till en av dessa lokaler, utgöra ca 0,03 % respektive 0,02 %, verksamheten skulle därmed inte försämra status för morfologiskt tillstånd i Siljan.

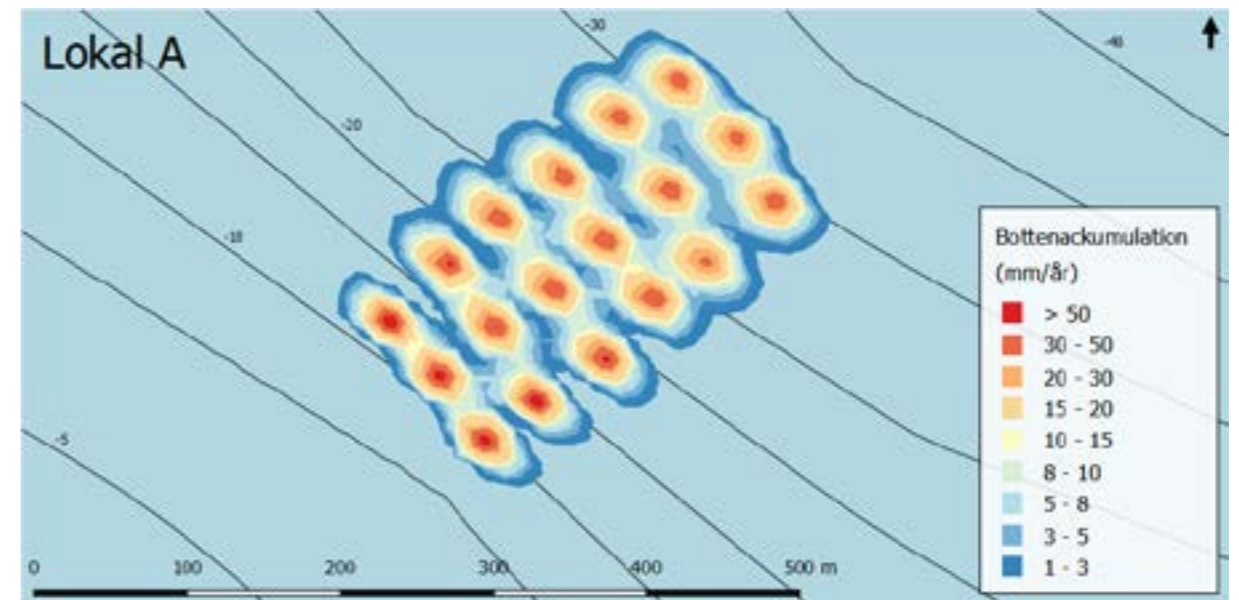
3.5.4 Utökad fiskodling: Lokal C (utanför Sollerön)

En fiskodling placerad vid denna plats med 1500 ton foder/år skulle medföra att området med en sedimentationstillväxt större än 1 mm/år skulle vara 6 % mindre än kring den befintliga odlingen med 1300 ton foder/år (Tabell 10). Det skulle innebära en utbredning av ca 37 000 m² kring den nya anläggningen och totalt 77 000 m² kring bägge (Tabell 10 & 11). Om Slotts lax valde att nyttja hela det sökta tillståndet för odling i lokal C skulle arean med påverkat bottensubstrat öka med 22 % jämfört med kring den befintliga odlingen, från 40 000 m² till ca 50 000 m² (Tabell 10).

Andelen påverkat bottensubstrat i förhållande till hela Siljans bottenarea, med en kombination av befintlig odling (1300 ton foder/år) och en anläggning utanför Sollerön (1500 ton foder/år), alternativt med hela den sökta fodermängden (2800 ton foder/år) placerad till en av dessa lokaler, utgöra ca 0,03 % respektive 0,02 %, verksamheten skulle därmed inte försämra status för morfologiskt tillstånd i Siljan (Tabell 10 & 11).



Figur 12. Modellerad utbredning av fiskodlingsrelaterat sedimentens under odlingskassarna vid befintlig lokal, med 1300 ton foder/år.



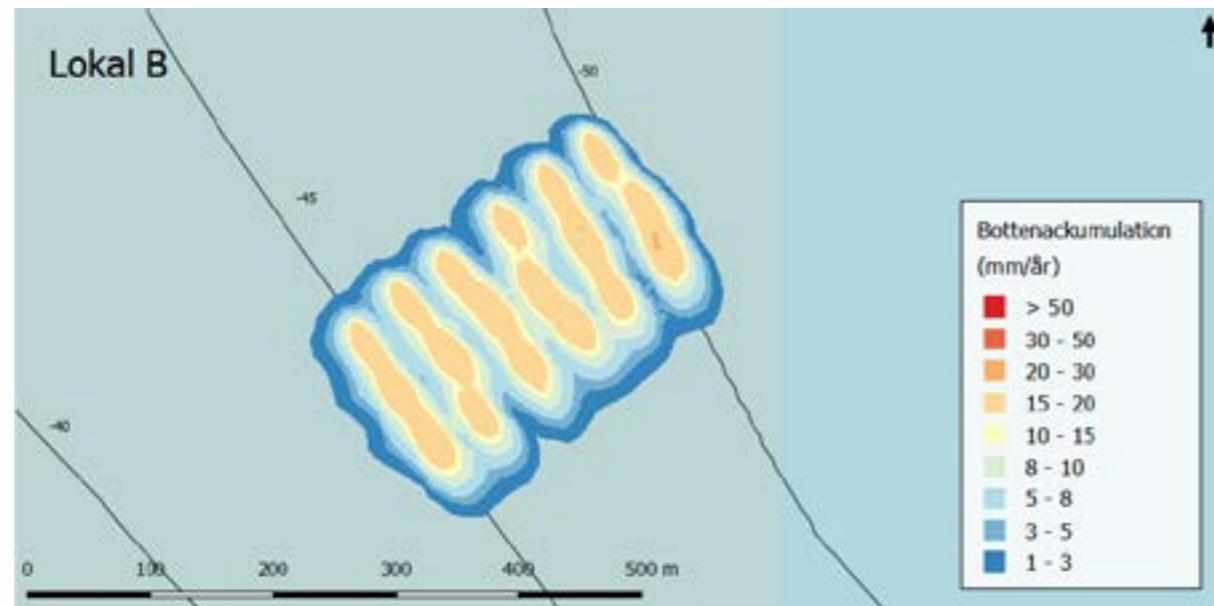
Figur 13. Modellerad utbredning av fiskodlingsrelaterat sediment under odlingskassar placerade vid befintlig lokal och lokal A, med 2800 ton foder/år.

Tabell 10. Jämförelse av bottenarea påverkad av fiskodlingssubstrat för de alternativa lokaliseringarna (befintlig och lokal A-C samt belastningarna 1300/1500/2800 ton foder/år. Kolumnen procentuell förändring motsvarar den relativa utbredningen av fiskodlingssubstrat jämfört med nuläget. Andelen av Siljans bottenarea (sista kolumnen) ska jämföras med klassgränser för morfologiskt tillstånd i HVMFS 2013:19, där mer än 5 % påverkad bottenarea motsvarar en sämre status än hög.

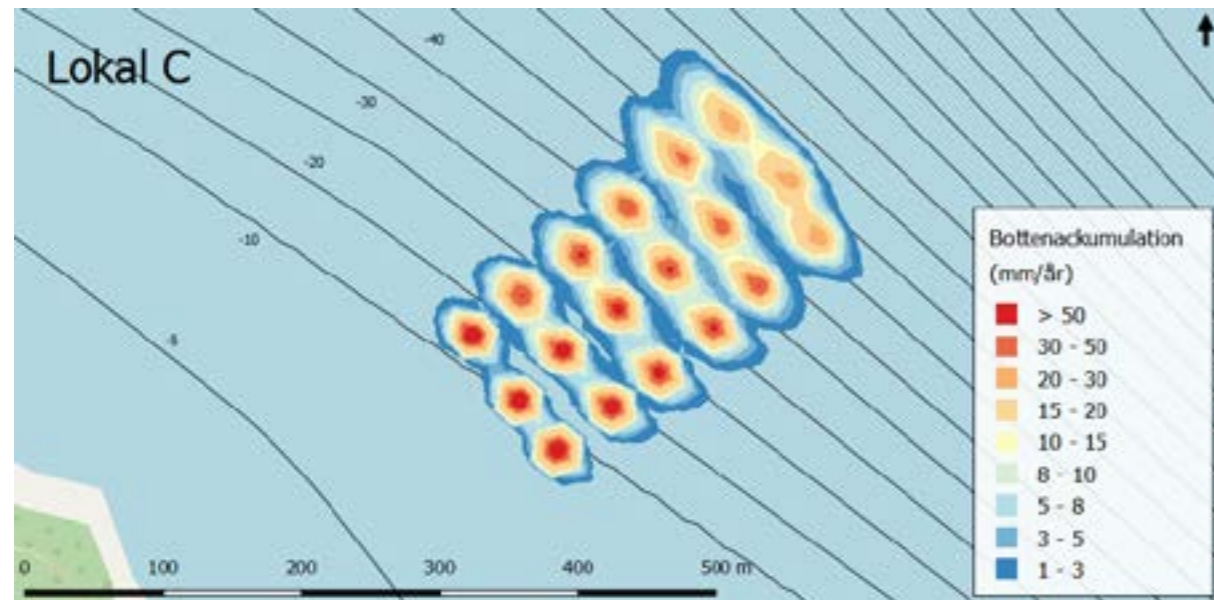
Alternativ	Area med sedimenttillväxt > 1mm/år (m ²)	Procentuell förändring	Andel av Siljans bottenarea
Befintlig odling & Lokal A			
(1300 ton foder/år)	40 000	0 %	0,1 %
(2800 ton foder/år)	50 000	+26 %	0,02 %
Lokal B			
(1500 ton foder/år)	46 000	+16 %	0,02 %
(2800 ton foder/år)	69 000	+73 %	0,02 %
Lokal C			
(1500 ton foder/år)	37 000	-6 %	0,01 %
(2800 ton foder/år)	49 000	+22 %	0,02 %

Tabell 11. Jämförelse av bottenarea påverkad av fiskodlingssubstrat där den sökta belastningen, 2800 ton foder/år, fördelats mellan de olika lokaliseringarna (1300 ton foder/år i befintlig och 1500 ton foder/år i den nya lokalen.

Alternativ	Area med sedimenttillväxt > 1mm/år (m ²)	Procentuell förändring	Andel av Siljans bottenarea
Befintlig odling + Lokal A	79 000	+ 100 %	0,03 %
Befintlig odling + Lokal B	86 000	+ 116 %	0,03 %
Befintlig odling + Lokal C	77 000	+ 94 %	0,03 %
Lokal B + Lokal C	83 000	+ 110 %	0,03 %



Figur 14. Modellerad utbredning av fiskodlingsrelaterat sediment under odlingskassar placerade 5 km utanför den befintliga odlingen med 2800 ton foder/år (lokal B).



Figur 15. Modellerad utbredning av fiskodlingsrelaterat sediment under fiskodlingskassar placerade utanför Sollerön (lokal C).

4 Diskussion kring Slotts Lax miljöpåverkan

Utsläpp av lösta näringsämnen kan ha en övergödande effekt som leder till en ökad produktion av växtplankton och biomassa. En ökad biomassa skulle innebära en ökad syrgastäring i bottenvattnet, i o m nedbrytning av organiskt material. Det finns idag ingen indikation på att status för växtplankton eller syrgasförhållande skulle vara påverkad av utsläpp av näringsämnen från den befintliga fiskodlingen i Siljan (Tabell 5). I föreliggande utredning har utsläpp från den utökade fiskodlingen, oavsett placering i Siljan, inte heller visat sig ha någon påverkan på status för kvalitetsfaktorn näringsämnen i vattenförekomsten.

En fiskodling placerad ovan ett större vattendjup och i områden med högre strömningshastigheter skulle ge en större men tunnare utbredning av näringsrika sediment, medan en fiskodling placerad ovan ett grundare djup skulle medföra en mer lokal utbredning av sediment med en högre tillväxttakt. En placering av en fiskodling placerad utanför Sollerön (lokal C) med en belastning av 2800 ton foder/år skulle

innebära den minsta ökningen av påverkad sedimentyta (> 1 mm sedimentering/år), + 22 %, jämfört med utbredningen kring den befintliga fiskodlingen. Om endast utökningen med 1500 ton foder/år placerades utanför Sollerön skulle det påverkade området minska med 6 %. Sedimentationstjockleken skulle dock vara ungefär den samma mellan befintlig odling (och lokal A) och Sollerön (lokal C). En fiskodling med sökt belastning (2800 ton foder/år), placerad 5 km utanför den befintliga odlingen (lokal B), skulle innebära en ökning av påverkad sedimentyta med 73 %. Den lägsta tillväxthastigheten av sediment skulle uppstå under en anläggning placerad 5 km utanför den befintliga odlingen, med som mest ca 8 mm/år jämfört med ca 20–25 mm/år för befintlig lokal (inkl. lokal A) och utanför Sollerön (Tabell 9; Figur 14 & 15).

Oavsett om hela den sökta fodermängden (2800 ton foder/år) nyttjades för fiskodling i en av de studerade lokalerna eller om den fördelades mellan odling i befintlig lokal och i lokal A, B eller C, skulle Slotts lax inte påverka mer än 0,03 % av Siljans bottenarea. Det kan jämföras med bedömningsgrunderna för morfologiskt tillstånd i sjöar, som anger att upp till 5 % av bottenarean får påverkas utan att status sänks från hög till god. Beräkningarna har dessutom utgått från sjöns area, vilken torde vara mindre än bottenarean.

En ökad sedimentationshastighet kan i o m en ökad syrgastäring och förändrat bottensubstrat också leda till att miljön för bottenlevande organismer blir sämre. För att bedöma vilken påverkan utredningens olika sedimentationshastigheterna och -utbredningarna skulle ha för t.ex. bottenfauna lokalt skulle det krävas mer kunskap om de specifika områdenas biologiska diversitet och artsammansättning.

4.1 Slutsatser

- Status för kvalitetsfaktorn näringsämnen försämras inte av den befintliga fiskodlingen vid Björka, varken i Siljan som helhet eller lokalt närmast odlingen.
- Med sökt fodermängd (2800 ton foder/år) skulle Slotts Lax inte försämra status för kvalitetsfaktorn näringsämnen i Siljan, oavsett i vilken lokal odlingen placerades (d.v.s. befintlig, A, B och C) eller hur den sökta fodermängden nyttjades, d.v.s. om hela fodermängden nyttjades för fiskodling i en och samma lokal eller om den fördelades mellan två lokaler. Ingen betydande försämring av status skulle heller ske lokalt, närmast odlingen. Detta bör dock följas upp med provtagning i närområdet.
- Med sökt fodermängd (2800 ton foder/år) skulle Slott Lax inte försämra status för kvalitetsfaktorn bottensubstrat i Siljan, oavsett i vilken lokal odlingen placerades (d.v.s. befintlig, A, B och C) eller hur den sökta fodermängden nyttjades, d.v.s. om hela fodermängden nyttjades för fiskodling i en och samma lokal eller om den fördelades mellan två lokaler. Detta bör dock följas upp med provtagning i närområdet.
- Slotts Lax skulle påverka den minsta bottenarean om fiskodlingen placerades i lokal C, utanför Sollerön. Den lägsta tillväxthastigheten av sedimenterande material från fiskodlingen skulle man dock erhålla om den placerades 5 km utanför den befintliga odlingen (lokal B).

5 Referenser

- Alanärä, A. 2012. Förslag till modeller för tillståndsbedömning av fiskodling, kontrollprogram och analys av miljöpåverkan. Insitutionen för vilt, fisk och miljö, Sveriges Lantbruksuniversitet. Rapport 9.
- ALcontrol. 2003. Detaljerad sedimentundersökning i Ryssbysjön 2003. Nässjö kommun.
- Allumite Konsult AB. 2010. Sedimentundersökning fiskodlingen Slotts Lax i Björka.
- Allumite Konsult AB. 2014. Sedimentundersökning 2012, fiskodlingen Slotts Lax i Björka. Böril Jonsson. Rapportdatum 2014-03-18.
- Allumite Konsult AB. 2016. Sedimentundersökning 2015, fiskodlingen Slotts Lax i Björka. Böril Jonsson. Rapportdatum 2016-12-23.
- Bengtsson, L. 1997. Hydrologi - teori och processer. Lund: Svenska Hydrologiska Rådet, Lunds universitet.
- Carlsson, S-Å. 2012. Fosfor från fiskfoder och fekalier. Jämförelse mellan Naturvårdsverkets (1980-talet) och motsvarande nutida studier av foder och fekalier.
- CIS WFD. 2010. Technical background document on identification of mixing zones.
- DVVF. 2017. Dalälven 2016. Dalälvens Vattenvårdsförening. Ann-Charlotte Norborg Carlsson. Tryckdatum 2017-08-14.
- Gyllenhammar, A. och Håkanson, L. 2005. Environmental consequence analyses of fish farm emissions related to different scales and exemplified by data from the Baltic - A review. *Marine Environmental Research*, 60(2), 211–243. <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2004.10.005>
- Havs- och vattenmyndigheten. 2013. Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter om klassificering och miljö kvalitetsnormer avseende ytvatten. Konsoliderad utgåva. Föreskrift 2013:19.
- Havs- och vattenmyndigheten. 2015. Vattenanknuten recipientkontroll. Redovisning av regeringsuppdrag M2014/1605/Nm.
- Havs- och vattenmyndigheten. 2016. Följder av Weserdomen. Analys av rättsläget med sammanställning av domar. Rapport 2016:30.
- Law, B. A., Hill, P. S., Maier, I., Milligan, T. G. och Page, F. 2014. Size, settling velocity and density of small suspended particles at an active salmon aquaculture site. *Aquaculture Environment Interactions*, 6(1), 29–42. <https://doi.org/10.3354/aei00116>
- Layton, J. A. (1967). Design Procedures for Ocean Outfalls. In *Coastal, Estuarine and Environmental Problems*. Maui, Hawaii.
- Naturvårdsverket. 1993. Allmänna råd 93:10. Fiskodling – planering, tillstånd, tillsyn.
- Naturvårdsverket. 2006. Guide för upprättande och översyn av limniska och marina kontrollprogram. Rapport 5551.
- Naturvårdsverket. 2007. Status, potential och kvalitetskrav för sjöar, vattendrag, kustvatten och vatten i övergångszon. Rapport 2007:4.
- Naturvårdsverket. 2015. Miljöövervakning genom recipientkontroll. www.naturvardsverket.se/Miljoarbete-i-samhall/Miljoarbete-i-Sverige/Miljoovervakning/Miljoovervakningsdata-genom-andra-verksamheter/Miljoovervakning-genom-recipientkontroll
- Puke, C. (1965). Siljansundersökningen 1963-1965. Mora.

- SMHI. 2017. SMHI Vattenwebb, Modelldata per område. <http://vattenweb.smhi.se/modelarea> [2017-10-03]
- Statens offentliga utredningar. 2009. Det växande vattenbrukslandet. SOU 2009:26.
- Sverdrup, K. och Armbrust, V. 2009. The Surface Currents. In *An Introduction to the World's Oceans*. McGraw-Hill.
- VISS, VattenInformationsSystem Sverige. 2017. [2017-10-03]
- Wiklund, M.-L., Almlöf, K., Hallstan, S. & Eriksson, L., 2013. Bottenfaunan i 29 sjöar inom programmet "Samordnad Recipientkontroll för Dalälven" 2012. SLU, Vatten och miljö: Rapport 2013:13.