

PM

Avvattning av uppsamlat partikulärt foderspill från kassodling av fisk i kraftverksdamm



Sweco Sverige AB	556767-9849
Uppdrag	Konsulttjänster med inriktning mot forskning inom svensk matfiskodling mm
Uppdragsnummer	30003185
Kund	Sveriges Lantbruksuniversitet
Upprättad av	Karin Boström
Datum	2023-02-07
Dokumentreferens	pm avvattnings av uppsamlat partikulärt foderspill från kassodling av fisk_hc

Innehållsförteckning

1	Inledning	4
1.1	Bakgrund	4
1.2	Syfte	4
1.3	Avgränsningar i redogörelsen	4
2	Beskrivning av avvattningsanläggningen	5
2.1.1	Odlingssäsong år 2021	6
2.1.2	Odlingssäsong år 2022	7
3	Massbalans	7
3.1.1	Metod för materialbalans över trumfilter	8
3.1.2	Resultat massbalans över trumfilter	9
3.1.3	Metod för massbalans över bandförtjockare	10
3.1.4	Resultat massbalans bandförtjockare	12
3.1.5	Fördelning av partikulärt material och fosfor genom odlingssystemet.	13
3.2	Felkällor massbalans	13
3.3	Förbättringsåtgärder för framtida drift	14
3.4	Slutsats.....	15
3.5	Diskussion	15

1 Inledning

Sweco Sverige AB (Sweco) har på uppdrag av Sveriges Lantbruksuniversitet (SLU) undersökt möjligheterna till att avvattna partikelhaltigt vatten från fiskodling i öppen kasse i kraftverksdamm. Syftet med uppsamlingen och avvattningen är att minska påverkan på recipient men även för att skapa förutsättningar till att nyttja fiskslam som produkt. I denna PM utreds avvattningsanläggningen och dess effektivitet gällande mekaniskt återtag av partiklar.

Angränsande projektmål:

Projektmål 1: Kvantifierat teknik och dess effektivitet rent mekaniskt av återtag av partiklar från öppen kasse i kraftverksdamm under kommersiella förhållanden under två odlingssäsonger.

Projektmål 6: En formulerad rekommendation, baserad på här skapade och redan existerande data, hur tekniken med partikelåtertag kan påverka närsaltsutsläpp till recipienten, produktionsenhetens storlek, foder typ samt andra relevanta variabler.

1.1 Bakgrund

Utsläpp av näringsämnen till recipient från kassodling av fisk, vilket idag dominerar fiskodlingen i sjöar och hav, kan leda till bland annat övergödning och bottendöd. Detta problem är uppmärksammat i innovationsprojektet *Uppsamling av partikulärt spill och slamhantering från odling av fisk i öppna system*. I projektet utvecklas "Miljökassen" som är en uppsamlingsenhet för fekalier och foderspill från kassodling med syfte att minska utsläppet till recipient. Det partikelinnehållande vattnet från uppsamlingsenheten har ett rikt näringsinnehåll och stor potential att nyttjas till andra ändamål som till exempel gödsel- eller jordförbättringsmedel. För att kostnadseffektivt kunna transporteras behöver torrhalten öka. För att uppnå detta har en avvattningsanläggning projekterats med syfte att öka torrhalten till minst 10 %.

1.2 Syfte

Syftet med avvattningsanläggningen är att förtjocka det partikelhaltiga vattnet som pumpas upp från uppsamlingsenheten. Med en högre torrhalt ökar antalet tillämpningsområden där slammet kan nyttjas. För att utvärdera avvattningsanläggningens effektivitet och för att kartlägga hur väl partikelåtertaget och fördelningen av närsalter sker över de olika delstegen har en grov massbalans utförts.

1.3 Avgränsningar i redogörelsen

Avvattningsanläggningen har studerats som ett enskilt system i denna redogörelse. Vid beräkning av partikel- och fosforutbyte har hänsyn tagits till utfodrad mängd foder och dess innehåll. I övrigt avgränsas diskussionerna till avvattningsanläggningen som sådan.

2 Beskrivning av avvattningsanläggningen

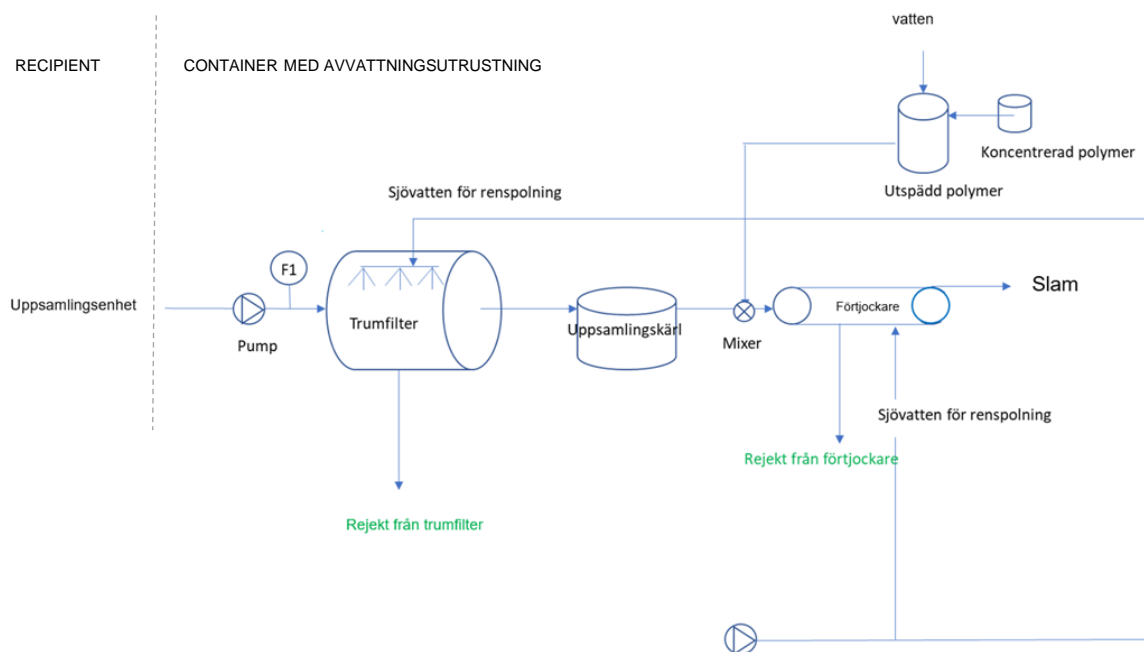
Vattnet med partiklar från uppsamlingsenheten har en torrhalt på cirka 0,05%. För att effektivt kunna använda slammet till andra ändamål krävs att vattenhalten minskar. En utmaning för projektet var att hitta en, för Miljökassen anpassad, och för ändamålet effektiv och ekonomisk hållbar teknik för avvattning. En ytterligare utmaning var att rymma all teknik i en container för att kunna skydda utrustningen från yttre påverkan. I samarbete med flera aktörer på marknaden genomfördes en analys över tillämpningsbara avvattningsmetoder. Avvattningsanläggningen sattes ihop under projektets första år i samarbete med KICAB och ryms komplett i en 20-fots container.

Som första steg i avvattningsanläggningen används ett trumfilter (NP T1203, porstorlek 100 μ m). Ett trumfilter avskiljer effektivt partiklar från en stor mängd vätska. Filtret spolats kontinuerligt vilket förhindrar att det sätter igen och bidrar till att det klarar av hög belastning. Trumfiltret ger upphov till två fraktioner; ett rejektivatten som leds ut från avvattningsanläggningen och ett slamvatten som går vidare inom processen.

Slamvattnet pumpas upp på en bandförtjockare (KICAB) och för att åstadkomma en effektiv avvattning över bandförtjockaren sker en tillsats av polymer (katjonisk polyakrylamid). Polymerens syfte är att binda samman partiklarna till större agglomerat och därigenom öka effektiviteten på avvattningen. Ett avvattnat slam erhålls i slutet på bandförtjockaren och ett rejektivatten samlas upp i ett uppsamlingskärl utanför avvattningsanläggningen.

Sjövatten används för att spola trumfiltret och bandförtjockaren. En gemensam pump förser anläggningen med spolvatten.

I figur 1 nedan visas en schematisk bild av avvattningsanläggningen.



Figur 1. Schematisk bild av avvattningsanläggningen.



Figur 2. Avvattningsanläggningen på plats i Postviken, Strömsund. I den mindre bilden till vänster visas trumfiltret och till höger bandförtjockaren.

Avvattningsanläggningen är placerad vid Vattudalens Fisk anläggning i Postviken, Ströms Vattudal, och har varit i bruk under tre odlingsår (2020, 2021 samt 2022) med uppstart för pilotkörning under senhösten år 2019. Två prototyper, prototyp 2 och prototyp 3, av uppsamlingsenhet har varit i drift under tiden som avvattningsanläggningen har varit på plats. Prototyperna har medfört olika krav på pumpsystem för att förflytta det partikelhaltiga vattnet från botten av uppsamlingsenheten till den landbaserade avvattningsanläggningen. Svårigheter med pumpning från uppsamlingsenheterna till avvattningsanläggningen har varit en kritisk punkt under hela projektet och vid byte av prototyp har även pumpsystemet behövt revideras.

För ytterligare information om de olika prototyperna för uppsamling och andra tekniska lösningar hänvisas till Slutrapport Miljökassen.

2.1.1 Odlingsår 2021

Under den första odlingsår med prototyp 2 (2020) förekom omfattande problem med pumpning av partikulärt vatten från uppsamlingsenheten till avvattningsanläggningen och inget representativt material kunde omsättas i anläggningen. Pumpkapaciteten var för låg vilket medförde att det inte gick att få upp tillräckligt med partikulärt vatten och det blev en ansamling av fekaler och foderrester i botten på uppsamlingsenheten. Till odlingsår 2021 beställdes en kraftigare pump men på grund av rådande pandemi försenades leveransen. Trots uppgradering av pump under sensommaren år 2021 lyckades inte uppsamlingsenheten fungera tillfredsställande. Pumpen var kraftig nog att pumpa upp slamvattnet från uppsamlingsenheten till avvattningsanläggningen men kontinuerlig drift av avvattningsanläggningen var problematisk då koncentrationen av partiklar i inkommande slamvatten varierade kraftigt. Rent teoretiskt skulle en större mängd slam ha kunnat pumpats upp på land än vad som var praktiskt genomförbart. Försök med att filma uppsamlingsenheten

genomfördes men utan lyckat resultat. Ett antal provtagningsomgångar av ingående vattenflöden samt slammet genomfördes samt försök till massbalans utfördes.

Massbalansen utfördes på kontinuerlig drift av alla delsteg i avvattningsanläggningen. Inkommande flöde registrerades av flödesmätare på inkommande ledning till avvattningsanläggningen. Rejektvatten från trumfiltret och förtjockaren samlades upp i gemensam behållare och flödet uppmättes manuellt med 25-liters hink och tidtagarur. En massbalans för avvattningsanläggningen var mycket svår att sammanställa på grund av stora felkällor, bland annat svårigheten i att mäta flöde på rejektet och den stora variationen i partikelhalt i inkommande vatten.

2.1.2 Odlingssäsong år 2022

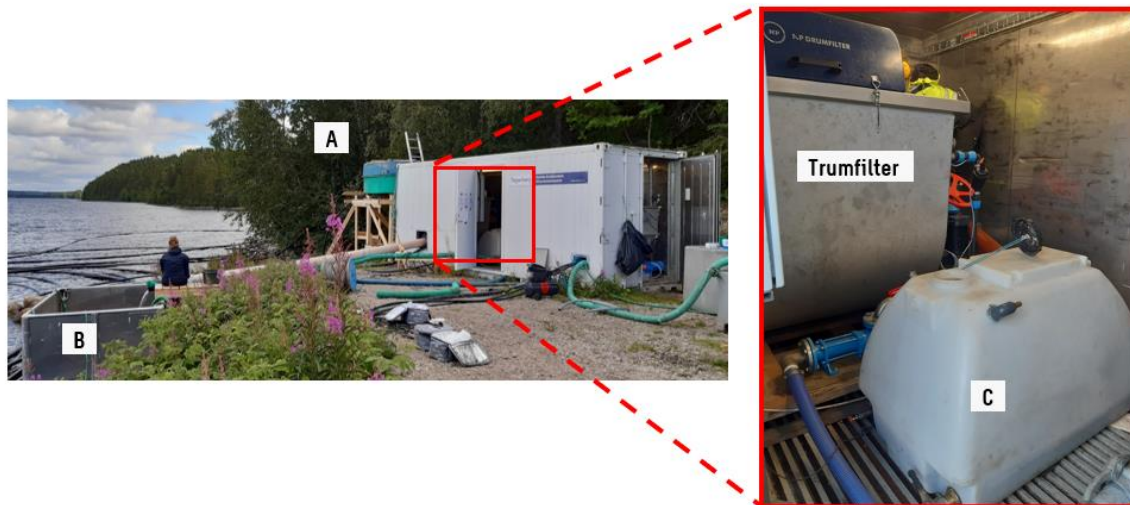
Prototyp 3 monterades inför odlingssäsongen år 2022. Uppsamlingsenheten levererades komplett med ett nytt pneumatiskt pumpsystem för att förenkla pumpningen av partikulärt vatten från uppsamlingsenheten. Vid vattenytan placerades sedan en cirka 4 m³ stor behållare på en flotte dit det partikelhaltiga vattnet från uppsamlingsenheten pumpades. Gångtid för pumpen var tre minuter var trettionde minut. I behållaren monterades en dränkbar pump med syfte att förflytta slamvattnet till en tunna på land, se bokstav A i Figur 3. Från tunna A leddes slamvattnet vidare med självfall in i avvattningsanläggningen. Förändringarna som tillkom med prototyp 3 medförde förbättrad pumpning av partikelhaltigt vatten från uppsamlingsenheten till land.

3 Massbalans

Massbalans, också kallad materialbalans, utförs för att kartlägga hur olika ämnen fördelar sig över en vald process. I Miljökassen är det främst intressant att kartlägga fördelningen av partikulärt material och flödet av fosfor över systemet.

Provtagningar och volymeräkningar för massbalans utfördes under odlingssäsongen år 2022 med prototyp 3. Avvattningsanläggningen delades upp i två delsteg och massbalans utfördes över trumfilter och förtjockare separat med möjlighet att fastställa volymen på inkommande respektive utgående vatten.

Två mätserier genomfördes under två på varandra efterföljande dagar, 2022-08-01 samt 2022-08-02. För förtjockaren genomfördes en mätserie under andra dagen då svårigheter med volymmätning och provtagning av rejektet från förtjockaren förelåg under första dagen.



Figur 3. Bild på avvattningsanläggningen på plats i Ströms Vattudal. Tunna A; inkommande partikulärt vatten från uppsamlingsenhet. Tunna B; uppsamling av utgående rejekt från trumfilter. Tunna C; uppsamling av utgående slamvatten från trumfilter.

3.1.1 Metod för materialbalans över trumfilter

Volym inkommande slamvatten mättes i tunna A sju gånger. Medelvärdet av mätningarna används i beräkningarna.

Tabell 1. Resultat från volymmåtningar i tunna A, inkommande partikulärt slamvatten.

Mätomgång	1	2	3	4	5	6	7	Medelvärde
Volym Tunna A (liter)	519	537	519	519	537	556	556	535

Trumfiltret spolades kontinuerligt med sjövattnet för att minska risken för igensättning.

Då stora variationer föreligger i analysresultatet för inkommande partikelhaltigt vatten och att fosforhalten i sjövattnet har en betydligt lägre halt (<10 µg/l) än inkommande slamvatten (2 - 22 mg/l) bortses spolvattnets fosforhalt i beräkningarna.

Utgående vatten från trumfiltret är rejektvatten och koncentrerat slamvatten. Rejektet samlades upp i en större behållare vid sjökanten, tunna B, och slamvattnet samlades upp i tunna C. Volymen i respektive behållare uppmättes för fem omgångar då trumfiltret var i drift och presenteras i Tabell 2 och Tabell 3.

Tabell 2. Resultat från volymmätningar i tunna B, utgående rejekt från trumfilter.

Mätomgång	1	2	3	4	5	Medelvärde
Volym Tunna B (liter)	621	480	621	536	790	609

Tabell 3. Resultat från volymmätningar i tunna C, utgående slamvatten från trumfilter.

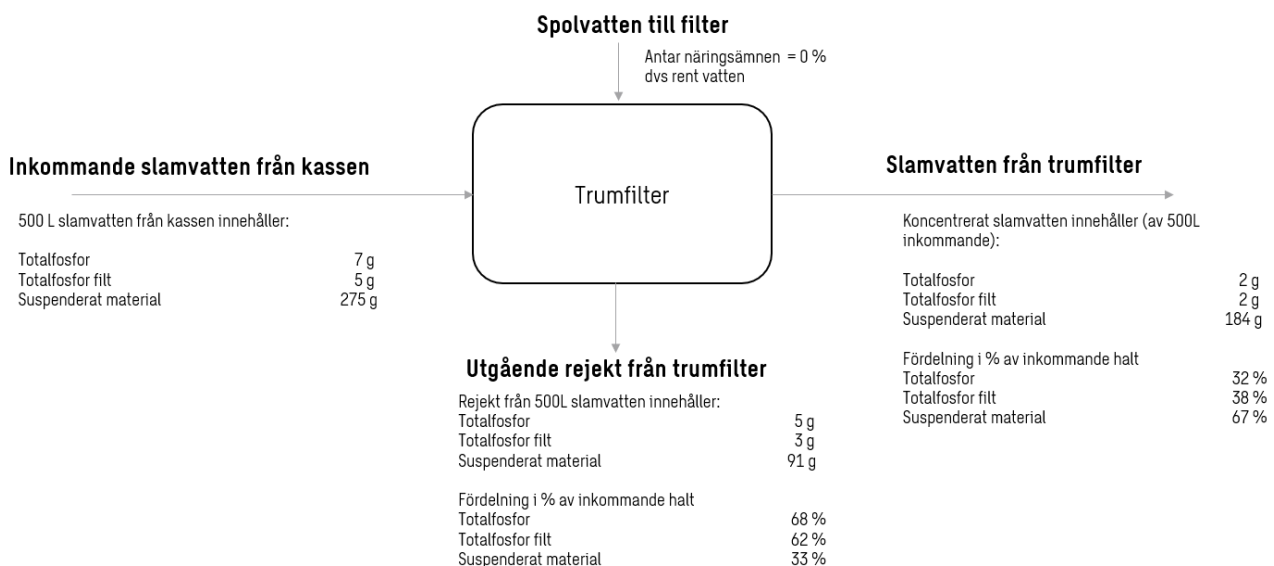
Mätomgång	1	2	3	4	5	Medelvärde
Volym Tunna C (liter)	88	88	79	70	110	87

Åtgående mängd spolvatten har i beräkningarna antagits att inkommande volym är lika med utgående volym.

3.1.2 Resultat massbalans över trumfilter

Trots sluten massbalans och repeterbara försök under två på varandra efterföljande dagar är variationen i analysresultat mycket stor. Under försöksseriens första dag erhöles resultat där innehållet i inkommande och utgående vatten gav pålitliga data. Under försöksseriens andra dag då utförandet upprepades visade analysresultaten på stora avvikelser. Främst förekommer osäker data vad gäller torrsubstans och suspenderat material i det inkommande partikelhaltiga vattnet. I analysresultaten från år 2022 varierar halten av suspenderat material mellan 130 mg/l och upp till 630 mg/l. Torrsubstansen varierar mellan 160 mg/l och 780 mg/l. Detta påvisar svårigheterna kring provtagning och analys.

I Figur 4 nedan presenteras resultatet från genomförd massbalans över trumfiltret i avvattningsanläggningen. Resultatet baseras på ett medelvärde av de uppmätta volymerna. Analysdata från dag ett har använts för att sammanställa massbalansen. Diversiteten i analysresultaten ska beaktas och tas med i åtanke då resultatet studeras. Ett flertal provtagningsomgångar och massbalansberäkningar bör genomföras för att säkerställa trovärdigheten i resultatet.



Figur 4. Massbalans över trumfilter. Resultatet som presenteras baseras på ett försök med verifiering av analysdata från ett flertal analyser. Spridningen i presenterade mängder är dock stor och resultaten bör beaktas därefter. Ett flertal provtagningsomgångar och massbalansberäkningar bör genomföras för att säkerställa trovärdigheten i resultatet.

Fördelning av suspenderat material över trumfiltret

Fördelningen av suspenderat material i inkommande respektive utgående vatten överensstämmer förhållandevis väl med varandra, cirka 95 % av inkommande suspenderat material återfinns i utgående vatten. I försöksomgång 1 visar beräkningarna att cirka 67 % av inkommande suspenderat material kvarhålls med hjälp av trumfiltret och går vidare till behållaren med slamvatten. Cirka 33 % av inkommande suspenderat material följer med rejektvattnet ut från avvattningsanläggningen. I försöksomgång 2 är samma värde mycket missvisande då resultatet påvisar att andelen suspenderat material är ungefär tre gånger så hög i det koncentrerade slamvattnet mot inkommande halt. Troligtvis är provtagningen eller analysen av den inkommande halten felaktigt.

Fördelning av totalfosfor över trumfiltret

Cirka 70 % av mängden inkommande totalfosfor följer med rejektet ut från avvattningsanläggningen och endast cirka 30 % följer med slamfasen, ett resultat som stärks av flertalet analysvar. Materialbalansen går dock med svårighet ihop vad gäller totalfosfor. Avvikelsen över volymmätningarna är liten i förhållande till spridningen i analysresultaten varför den största felkällan antas ligga i provtagningen och analysutförandet. Trots stora avvikelser så kan en schematisk kartläggning över totalfosfor utföras.

Totalfosforhalten i filtrerade prover fördelar sig så att cirka 62 % av den filtrerade fraktionen följer med rejektvattnet och cirka 38 % följer med slamfasen. Fördelningen av totalfosforhalten i filtrerade prover (0,45 µm filter) i inkommande och utgående vatten är väl överensstämmande. Endast cirka två procent mer kan registreras i utgående strömmar mot inkommande vatten.

Fördelning av torrs substans över trumfiltret

Balans för torrs substans (TS) redovisas inte i figuren på grund av stora avvikelser i analysresultat och den stora spridningen i resultatet över både inkommande och utgående vattenströmmar inger inte trovärdighet till analysen. För slamfasen och rejektvatten visar analyserna tendens till att följa samma mönster som för suspenderat material varför endast det senare presenteras i massbalansen över trumfiltret. Spridningen i analysresultat gällande torrs substans antas härröra till den stora variationen i partikelhalt i inkommande vatten. Partiklarna i det partikulära slamvattnet består av mycket kolloidalt material och de synliga partiklarna är flyktiga och fördelade i molnliknande sfärer. Troligtvis är analysen av torrs substans mycket påverkad av andelen kolloidalt material och partiklar som ingår i provet som analyserats, varför resultatet är mycket beroende av hur provtagningen utförs. Inkommande partikelhaltigt vatten har en torrs substans på cirka 0,02 % och mängden suspenderat material har en variation mellan 130 - 630 mg/l. Partikelfasen efter trumfiltret har enligt analysresultatet en torrs substanshalt på 0,1 % och en halt av suspenderat material på cirka 2 000 mg/l. För fullständiga analysresultat, se bilaga 1.

3.1.3 Metod för massbalans över bandförtjockare

Slamvattnet i tunna C efter trumfiltret används som inkommande ström för balansen över bandförtjockaren. Utblandad polymer tillkommer även som inkommande ström. Utgående strömmar är rejektvatten och förtjockat slam.

En försöksserie genomfördes då materialet i tunna C inte räckte till fler försök. Volym i behållare för utspädd polymer samt rörsystemet tillhörande

bandförtjockaren uppskattades till cirka 20 liter. Inga prov har tagits på detta vatten och information kring hur mycket ansamlat slam, polymer, utspädd polymer eller samlat spolvatten det består av är okänt.

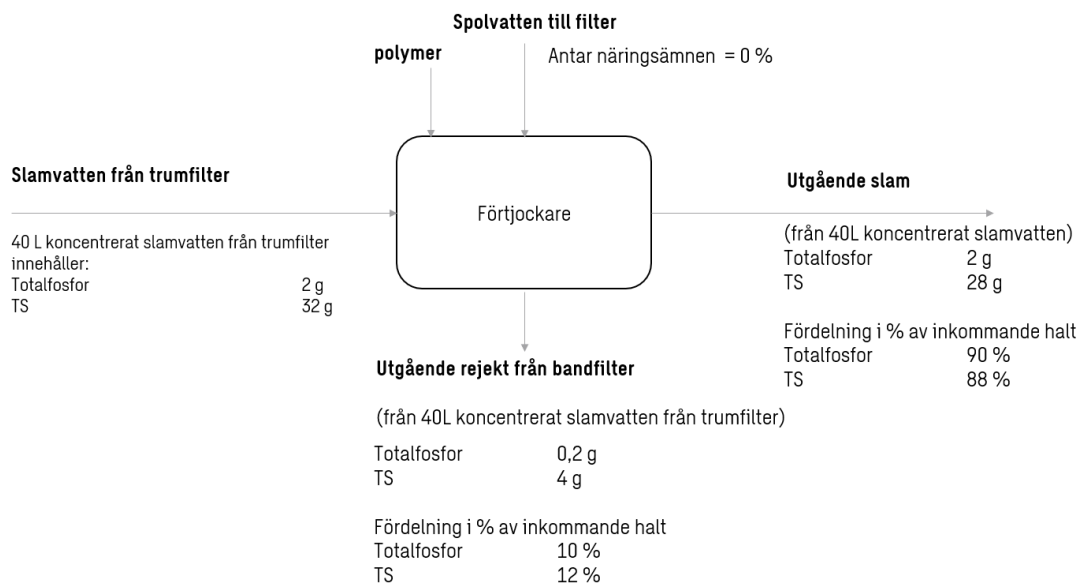
Det avvattnade slammet skrapades av i slutet på bandförtjockaren och vägdes. Volym rejektvatten beräknades och provtagning utfördes på samma sätt som för rejektvattnet från trumfiltret. Vid normal drift spolas bandförtjockaren med sjövattnet för att förhindra igensättning. Under försöket stängdes spolvattnet av för att kunna exkludera det i beräkningarna.



Figur 5. Fotografi av förtjockat slam efter att det har gått igenom avvattningsprocessen vid anläggningen i Postviken.

3.1.4 Resultat massbalans bandförtjockare

Resultatet från massbalans över bandförtjockaren presenteras i Figur 6.



Figur 6. Massbalans över förtjockare i avvattningsanläggningen i Postviken. Analysvärdena för främst torrsbstans (TS) är förknippade med stora osäkerheter.

Slammet har enbart analyserats med avseende på torrhalt och totalfosfor och inte suspenderat material eller totalfosfor i filtrerade prover varför balans för dessa saknas i figuren. Resultatet som presenteras är mycket osäkert och stor spridning förekommer i analysresultat och ett flertal felkällor måste tas i beaktande.

Fördelning av torrsbstans och totalfosfor över bandförtjockaren

Resultatet påvisar att merparten av det fasta materialet och totalfosfor (cirka 90%) följer med slammet. Provtagning och analys är påverkade av ett flertal felkällor och resultatet bör tolkas därefter. Generellt är att inkommande mängd torrsbstans är betydligt lägre än vad som registreras i utgående vatten. Troligtvis beror detta på att sammansättningen av det material som fanns i det slutna inblandningskärl för polymer som inte kunde provtas eller studeras och därmed var okänt.

Målet med avvattningsanläggningen var att uppnå en torrsbstans runt 10 % på det förtjockade slammet. TS-halten som uppnåddes varierade mellan 8 - 15 %. Halten varierade mellan de olika tillfällena då avvattningsanläggningen var i drift. Tydlig skillnad i avvattningshastighet kan noteras på bandförtjockaren då den körs med eller utan polymer. Torrsbstans i slammet är betydligt lägre utan polymer, provsvar visar på halter kring 4%.

Tekniska problem har förekommit med polymerberedningen och stora osäkerheter gällande inblandning och dosering har förekommit. Polymerutrustningen har inte rengjorts under längre oplanerade perioder med driftstopp. Brist på rengöring och tömning av behållare har medfört frågetecken

kring den faktiska polymerdosen samt orsakat problem vid igångkörning. Dos polymer och dess innehåll är inte medtaget i massbalansen då tillförseln av ny polymer var avstängd under försökets gång och koncentration polymer i befintliga polymer okänd.

3.1.5 Fördelning av partikulärt material och fosfor genom odlingssystemet.

Med hjälp av analysdata från avvattningsanläggningen och försök utförda av SLU kan en grov sammanställning göras över uppsamlingsenheten och avvattningsanläggningens kapacitet i mekaniskt återtag av partiklar från öppen kasse i kraftverksdamm samt fördelningen av totalfosfor.

Data från Vattudalens Fisk och schablonvärden från vetenskapliga referenser (Reid et al., 2009) visar på en partikelhalt från fiskens fekalier och foderspill i uppsamlingsenheten på cirka 18 ton (TS) per odlingssäsong vid ett antagande om utfodring om 100 ton foder. Motsvarande mängd fosfor som foderspill och fekalier ger upphov kunde då beräknas till 412 kg.

Beräknad mängd suspenderat material som pumpas upp till avvattningsanläggningen under en säsong motsvarar cirka 470 kg om data från massbalansberäkningarna samt antaganden och information från Vattudalens Fisk om utfodrad mängd och bildat slam från avvattningsanläggningen används.

Det innebär att endast knappt 3 % av det partikulära materialet i uppsamlingsenheten kunde pumpas upp till avvattningsanläggningen. Med de förluster som sker i avvattningsanläggningen avseende partikulärt material är det endast cirka 2 % av det partikulära materialet som teoretiskt bildas som är kvarvarande i slammets som samlas ihop i slutet av förtjockningssteget. För fosfor är motsvarande siffra 2 % i slutet av avvattningsanläggningen och endast cirka 5 % av den fosfor som frigörs från fekalier och foderspill pumpas ur uppsamlingsenheten.

3.2 Felkällor massbalans

Generellt har avvattningsanläggningen fungerat tillfredsställande avseende att minska vattenhalten i slammets. Analysresultaten är dock förknippade med flera osäkerheter. Ett antal felkällor är noterade och påverkar både analysresultatet och resultatet från massbalansen.

Ett antal felkällor nämns nedan.

- *Icke mätbar fördelning av spolvatten till respektive anläggningsdel.*
Spolvatten till trumfilter och förtjockare utgår från samma ledning och har gemensam pump. Ingen flödesmätning var möjlig på respektive förgrening och det var således oklart hur fördelningen av spolvatten var. Under kontinuerlig drift spolades all utrustning samtidigt och fördelningen mellan respektive avvattningsutrustning gick inte att mäta med den utrustning som fanns på plats.
- *Okänd utspädning och dosering av polymer.*
På grund av störningar i driften avhängt av då rådande pandemi rengjordes inte utrustningen för polymerdosering mellan avvattningskampanjerna och föråldrad polymer med osäker koncentration var stående i ledningar och kärl. Detta orsakade problem med igångkörning av utrustningen och oklarheter i dosering av polymer.

- *Arbetet vid fiskodlingen i Postviken är intensivt under perioder vilket medför att få resurser finns tillgängliga för drift av anläggningen.*
Vid det första massbalansförsöket skedde alla mätningar och provtagningar av en enskild person. Det innebar svårigheter i att kunna både mäta volym och sköta tidtagning för flödesmätning på rejektvattnet varför stora variationer i data uppmättes. Flödesmätare på utgående strömmar saknas och borde ha monterats i avvattningsanläggningen från början.
- *Svårt att avgöra representativt material.*
Med prototyp 2 var inkommande partikelhalt mycket varierande. Då uppsamlingsenheten saknade lösning för att hantera död fisk följde även fiskdelar med det partikelhaltiga vattnet upp vilket påverkade provtagningen och analysen av inkommande vatten. Det var även svårt att avgöra vad som var representativt mängd partiklar och när provtagningen skulle ske från det att pumpen startades då sammansättningen och koncentrationen av det partikelhaltiga vattnet varierade från dag till dag och under pumpningssekvensen.
- *Provtagning av flyktigt material.*
Det partikelhaltiga vattnet består av mycket kolloidalt material och de synliga partiklarna är flyktiga och fördelade i molnliknande sfärer. Mindre fiskdelar och annat material från sjön ingår också i det uppumpade partikelhaltiga vattnet och påverkar analysen.
- *Brist på kontinuitet i pumpning.*
Långa perioder med stillastående och ansamling av material på botten av uppsamlingsenheten som inte har omsatts skapar en oklar bild av hur det faktiskt ser ut i uppsamlingsenheten och skapar osäkerheter kring det materialet som omsätts i avvattningsanläggningen.

3.3 Förbättringsåtgärder för framtida drift

Avvattningsanläggningen har inte designats med huvudsyftet att ta tillvara på fosfor. Flertalet analys svar stärker resultatet att cirka 70 % av inkommande totalfosfor följer med rejektet ut från avvattningsanläggningen. Det är därför mycket intressant att i framtiden studera förbättrade metoder för att fånga upp fosfor i rejektvattnet.

En möjlighet är att tillsätta fällningskemikalie till inkommande partikelhaltigt vatten. En fällningskemikalie har effekten att fånga in fosfor genom att den binder in till exempelvis aluminium och skapar ett svårslösligt fosfor-aluminiumkomplex som inte påverkar recipienten i samma utsträckning som löst fosfor. Möjligheten att mer fosfor följer med slamfraktionen ökar samtidigt då större agglomerat inte filtreras bort i samma utsträckning över trumfiltret.

Resultatet från massbalansen påvisar att den största andelen fosfor följer med rejektvattnet från trumfiltret, dvs det första separationssteget i avvattningsanläggningen. Filterduken i trumfiltret kan varieras efter det ändamål som det ska nyttjas till. Porstorleken i filterduken som används i avvattningsanläggningen i Ströms Vattudal är 100 µm. Att öka tätheten på silduken till exempelvis 30 µm är en åtgärd som är intressant att studera för att förbättra avskiljningen i trumfiltret. En negativ effekt är troligtvis att filtret riskerar att sätta igen och mer spolvatten behövs vilket bidrar till en utspädning av rejektet. Metoden bör testas på det partikelhaltiga vattnet från uppsamlingsenheten innan några eventuella slutsatser om ökad effektivitet kan

dras eftersom driftsäkerhet och robusthet är en viktig del i driften av avvattningsanläggningen.

En annan lösning är att låta rejektet passera genom en spänningssatt behållare likt Axolot Solutions elektrokoaguleringsmetod AxoPur® vilket har testats på plats i Strömsund, för mer läsning se Slutrapport Miljökassen.

3.4 Slutsats

Målet med tekniken i Miljökassen är att minska näringsämnesförlusterna till recipienten. Avvattningsanläggningens förmåga att avskilja partikulärt material är god, cirka 70 % av det suspenderade materialet i inkommande vatten till avvattningsanläggningen återfinns i slammet. Däremot förloras en stor del fosfor med rejektvattnet varför insatser gällande fosforåtertag bör ske genom rening av rejektet. Resultatet visar dock att avvattning av fekalier och foderspill från öppen kasse är möjlig med den teknik som har använts.

Generellt har avvattningsanläggningen fungerat tillfredsställande avseende att minska vattenhalten i slammet och en torrhalt på 8 - 15% har uppnåtts. Vissa tekniska problem med polymerberedning och dosering har förekommit. Svårigheter med att pumpa upp slammet från uppsamlingsenheten till avvattningsanläggningen har dock varit den största utmaningen förknippat med avvattning av slammet. Prototyp 3 som testades under odlingssäsongen år 2022 har tekniska fördelar vad gäller pumpning av material och hantering av död fisk, däremot samlas inte tillräckligt med fekalier och foderrester upp vilket innebär att de största förlusterna av partikulärt material och fosfor sker redan i vattnet.

Resultatet från massbalansen är starkt förknippat med osäkerheter, främst rörande analysresultatet. Svårigheter i analys av ofiltrerade prover var tydligt, främst gällande provtagningspositioner med låg partikelhalt som inkommande vatten och utgående rejekt varför det ställs höga krav på provtagningsmetodik och repeterbarhet för att få bra resultat.

3.5 Diskussion

Drift av avvattningsanläggningen fungerar problemfritt och kräver liten manuell insats så länge det är stabil drift. Vid störningsmoment i pumpsekvens från uppsamlingsenheten påverkas driften av avvattningsanläggningen och kräver närvaro av driftpersonal. Målsättningen med avvattningsanläggningen är att den ska fungera på ett sådant sätt att tillsyn endast krävs med jämna mellanrum. Det ställs då höga krav på att uppsamlingsenheten inklusive pumpsystemet ska fungera problemfritt och säkerställa att en större mängd foderrester och fekalier inte ansamlas och bidrar till kraftig variation i inkommande partikelhalt.

Problem och svårigheter att avgöra polymerdos har förekommit. Rengöring av utrustning mellan driftstopp rekommenderas då flera osäkerheter och driftstörningsmoment kan elimineras genom åtgärden. Dosering av polymer bör ses över för att inte riskera att dosera mer än nödvändigt.

För att eliminera de osäkerheter som generellt berör provtagningsmomentet bör först och främst stabil drift kunna säkerställas. Därefter bör provtagning ske vid jämna mellanrum och eventuellt vid fasta tidpunkter efterföljande dagar för att skapa så lika förutsättningar som möjligt för att få jämförbara och trovärdiga analysresultat. Metodik för provtagning av inkommande partikelhaltigt vatten, rejekt och slam bör fastställas för att minska risken för felkällor.

Det partikelhaltiga vattnet innehållandes fekalier och foderrester är flyktigt och synliga partiklar är sammansatt likt molnliknande formationer. Det innebär att materialet som ska analyseras är varierande i sammansättning och icke homogent vilket kan innebära svårigheter både vid provtagning och analys. Detta bidrar till att analysresultaten uppvisat en stor diversitet.

Fler provtagningar och massbalanser bör utföras. Antingen som ett slutet system över varje delsteg eller under kontinuerlig drift. Om massbalans ska utföras under kontinuerlig drift bör flödesmätare installeras på utgående ledningar med rejekt för att undvika manuell mätning.

4 Referenser

Reid, G. K., Liutkus, M., Robinson, S. M. C., Chopin, T. R., Blair, T., Lander, T. & Moccia, R. D. (2009). A review of the biophysical properties of salmonid faeces: implications for aquaculture waste dispersal models and integrated multi-trophic aquaculture. *Aquaculture research*, 40(3), 257-273.

PM Partikulärt avfall och fosfor från odling av fisk

Hanna Carlberg, Oskar Agstam-Norlin och Martyn Futter, Sveriges lantbruksuniversitet

För att bättre förstå odling av fisk i öppna system i allmänhet och utvecklingen av miljökassen i synnerhet har vi inom ramarna för projektet sökt en ökad förståelse för fosfor, fosforflöden och ingående former av fosfor i odlingsprocessen. Vidare har vi även velat förstå de mängder partikulärt avfall som denna fiskodling ger upphov till samt vad restprodukterna innehåller och släpper ifrån sig. Detta är intressant för att bättre förstå semislutna system och det slam som uppkommer från odlingen.

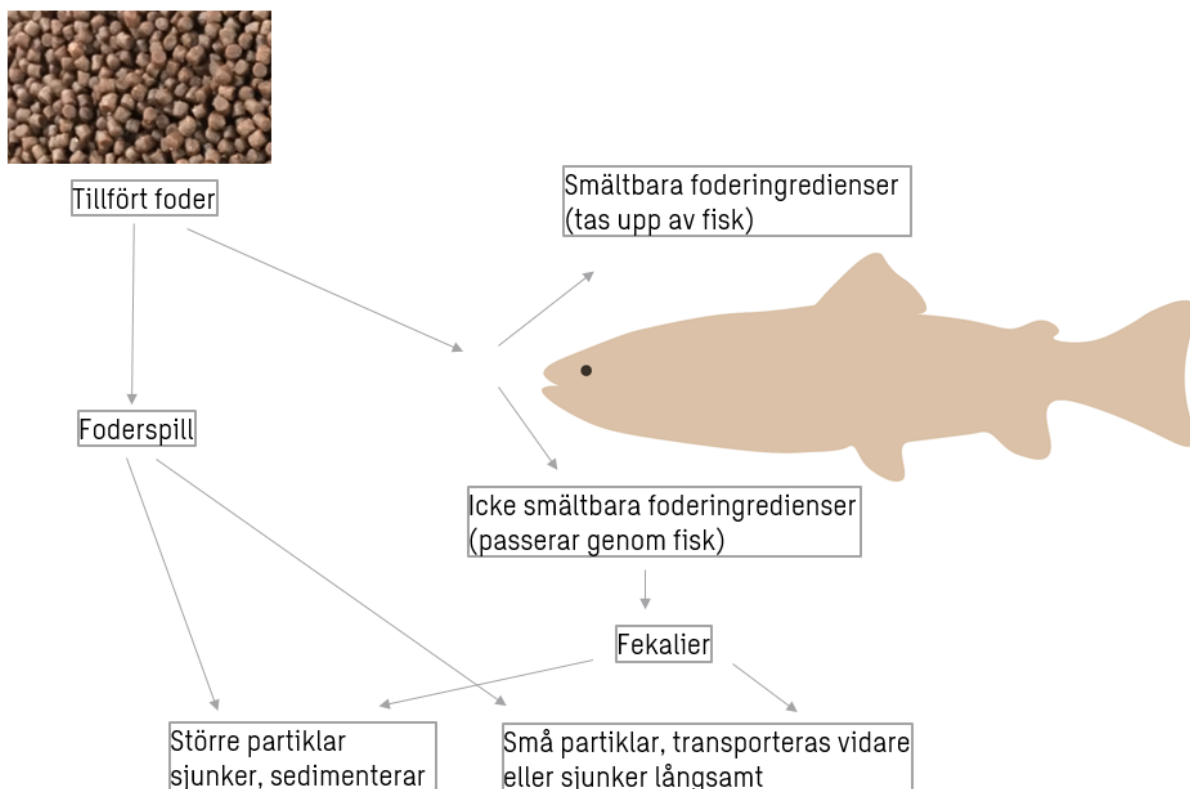
Denna redogörelse syftar till att ge fördjupad information om ämnen och frågeställningar som är centrala för vissa delar av projektet miljökassen. Framförallt i relation till mål 1, 2 och 6.

För undersökning av fosfor i foder och fekalier, se bilaga 9.

Partikulärt avfall från fiskodling

Fiskodling ger upphov till två egentliga typer av partikulärt avfall. Fiskfekalier utgör den största andelen av partikulärt material från en modern kassodling (Schumann och Brinker 2020). Sammansättningen och även fekaliernas fysikaliska egenskaper bestäms till stor del av fodret som fisken äter (Reid et al. 2009). Mängden fekalier kan beräknas givet fodrets sammansättning och de ingående komponenternas smältbarhet. Över tid har mängden fekalier minskat kraftigt från intensiv fiskodling av laxfisk som bl a ett resultat av förbättrad foderkvalitet med en ökad smältbarhet (Schumann et al., 2020). Mängden partikulärt material från fiskfekalier är lite förenklat de delar av fodret som inte kan tas upp av fisken. Det utgör ca 15% (TS) av utfodrad mängd för moderna foder till laxfisk (Reid et al 2009). Fekalierna har en högre vattenmängd än fodret samt påverkas av omgivande vatten vilket innebär att volymen förändras.

Det uppstår även ett direkt foderspill från utfodringen. Detta spill utgörs av pellets som fiskarna inte hinner äta som passerar genom kassen. Från utfodringen kommer även en mindre andel smulor och foderdamm, dessa delar har också minskat över tid i takt med att pelletkvaliteten förbättrats. Att få faktiska siffror på foderspill är mycket svårt i öppna odlingskassar under kommersiella förhållanden av det naturliga skälet att uppsamling av oätta pellets inte sker. Foderspill varierar vidare från dag till dag och över säsongen. Det har även visat sig praktiskt svårt att genomföra vetenskapliga studier för att övervaka foderspill fullständigt i större skala. Tidigare har foderspillet skattats utgöra en stor andel av det partikulära avfallet från fiskodling, totalt ca 20% av utfodrad mängd (Beveridge, 1987). Allt sedan dess har utfodringstekniken inklusive övervakningssystem vid utfodring samt kunskaperna kring fiskarnas födobeteende förbättrats och idag skattas det direkta foderspillet ligga kring ca 3% (Cromey et al 2002, Bureau and Hua, 2010). Det finns även studier som skattar foderspillet högre än 3% (se exempelvis Bureau, Gunther & Cho 2003 eller Broch et al 2017). Ett foderspill på 3% av utfodrad mängd kommer utgöra ca 12-13% av det totala partikulära avfallet från fiskodling (Schumann och Brinker 2020, Reid et al 2009). Foder utgör en mycket stor kostnadspost för fiskodlaren och en effektivisering av utfodring där foderspillet utgör en så liten andel som möjligt är mycket eftersträfvärd för odlaren. Flertalet av de studier som finns på detta ämne är 10-15 år gamla varför det finns skäl att misstänka att ytterligare förbättringar och framsteg gjorts vilka bidrar till att minska mängden spill. För en schematisk bild över partikulärt avfall från fiskodling, se figur 1.



Figur 1. Schematisk bild över partikulärt avfall från odling av fisk.

Det partikulära avfallet består av olika stora partiklar, allt från stora tunga partiklar till mycket små lätta partiklar som sjunker mycket långsamt eller knappt alls. Under en öppen kassodling brukar partikelansamlingar uppstå i närhet till odlingskassarna men en del partiklar transporteras även vidare beroende på strömmar och bottenstrukturen i området. Sedimentansamlingar brukar kunna uppstå upp till 50-200 meter från en öppen kassodling men det varierar med lokala odlingsförhållanden.

Partikelmängder i miljökassen

I projektet miljökassen har utgångspunkten varit att samla upp partiklar som faller ner från kassen. För att förstå effektiviteten av miljökassen har information om vilka mängder partiklar som uppstår från aktuell odling behövts. Med utgångspunkt i Reid et al 2009 har mängden fekalier från det foder som använts i projektet beräknats. Då foderföretaget önskar viss sekretess rörande fodret anges ej ingående siffror i beräkningen. Foderspillet har antagits utgöra 3% av utfodrad mängd enligt (Cromey et al 2002, Bureau and Hua, 2010).

Beräkningar av mängden fekalier som uppstår från det foder som använts ger att 15,3 % av utfodrad mängd omvandlas till fekalier (TS). Beaktat förväntad vattenhalt i fekalier (91-80%) kommer fiskfekalierna från odlingskassen utgöra en betydande volym (liknande ingående foder mängd) i oavvattnat tillstånd.

För att möjliggöra de beräkningar av uppsamlingseffektivitet som genomförts och redogörs för i närmare detalj i huvudrapporten samt bilaga 1 beräknades både mängd förväntat partikulärt avfall samt mängd fosforutsläpp utifrån reell utfodrad mängd vid ett visst tillfälle samt över en hel odlings säsong. Foderkonvertering sattes till 1,15 vilket är det medelvärde som odlingslokalen uppvisat under senare år. Både referens- samt miljökassen uppvisar troligt något högre foderkonvertering men eftersom vi vid rapportens slutförande saknar fullständiga data på dödlighet

och tillväxtdata för hela odlingssäsongen har vi valt att utgå från anläggningens historiska medelvärde.

Löst avfall från fiskodling

Fisken utsöndrar lösta näringsämnen genom urin och gälar. Det är främst kväve och kväveföreningar som utsöndras. Vetenskapliga studier visar att utsöndringen av löst fosfor från fisken är mycket liten tills det att fiskens fosforbehov är uppfyllt (Coloso et al 2003, Sugiura et al 2000). När fiskens fosforbehov är mött har den ingen användning för överflödigt fosformängd och utsöndrar således denna (Bureau and cho 1999, Coloso et al 2003, Dalsgaard et al 2009).

Generellt ökar därför fiskens utsöndring av fosfor med ökande fosforinnehåll i fodret samt ökande foderkonvertering. Arbete och utveckling sker för att säkerställa att fodren ska innehålla så låg fosforhalt som möjligt samt att fisken kan tillgodogöra sig fosfor.

Vidare sker även ett fosforläckage från fekalier och foderspill där löst fosfor avges till omgivande vattenmassa. En andel av detta läckage sker inom en kortare tidsperiod när fekalier (och foderspill) når vattenmassan. Fosfor läcker även ut från partikulärt avfall i takt med att nedbrytning av organiskt material sker. Enligt Dalsgaard et al (2023) är ca 40% av fosfor som frigörs från odling av fisk att betrakta som löst från odling med moderna foder.

Utgångspunkten i projektet miljökassen är att tekniken inte kan samla upp lösta näringsämnen då en del utsöndras direkt ur fisken eller frigörs i vattenmassan från partiklarna innan de samlas upp. Resultaten visar däremot att en del lösta näringsämnen återfinns i flödena genom avvattningsanläggningen varför denna teknik har potential att fånga upp även andelar av lösta näringsämnen om exempelvis vattenrening på utgående flöden genomförs.

Varför fosfor?

Fokus för miljöpåverkan på recipienten från fiskodling i öppna system i Sverige fokuserar ofta på utsläpp av fosfor till vatten. Anledningen till varför just fosfor är i fokus handlar om att dessa vatten oftast är vad man kallar fosforbegränsade. Det innebär att fosfor är det näringsämne som behövs för att biologisk produktion ska kunna ske. Kväve är också ett nödvändigt näringsämne men är inte det näringsämne som förekommer i underskott. Från fiskodling sker även utsläpp av näringsämnet kväve, men i näringsfattiga reglerade inlandssjöar har detta näringsstillskott fått mindre uppmärksamhet.

Hur mycket fosfor?

Fiskodlare, tillsynsmyndigheter, prövningsmyndigheter m.fl. använder sig vanligen av en matematisk formel för att beräkna förväntat utsläpp av total fosformängd från en odlingslokal. (Naturvårdsverket 1993). Hänsyn tas där till fodermängd, fiskproduktion, fodrets innehåll av fosfor, aktuell foderkonvertering (FK, mängd foder som åtgår för 1 kg fiskproduktion) samt fosforinnehållet i fisken som anges till 0,4% för regnbåge. Detta utifrån antagandet att den fosfor som inte tas upp i fisken släpps ut.

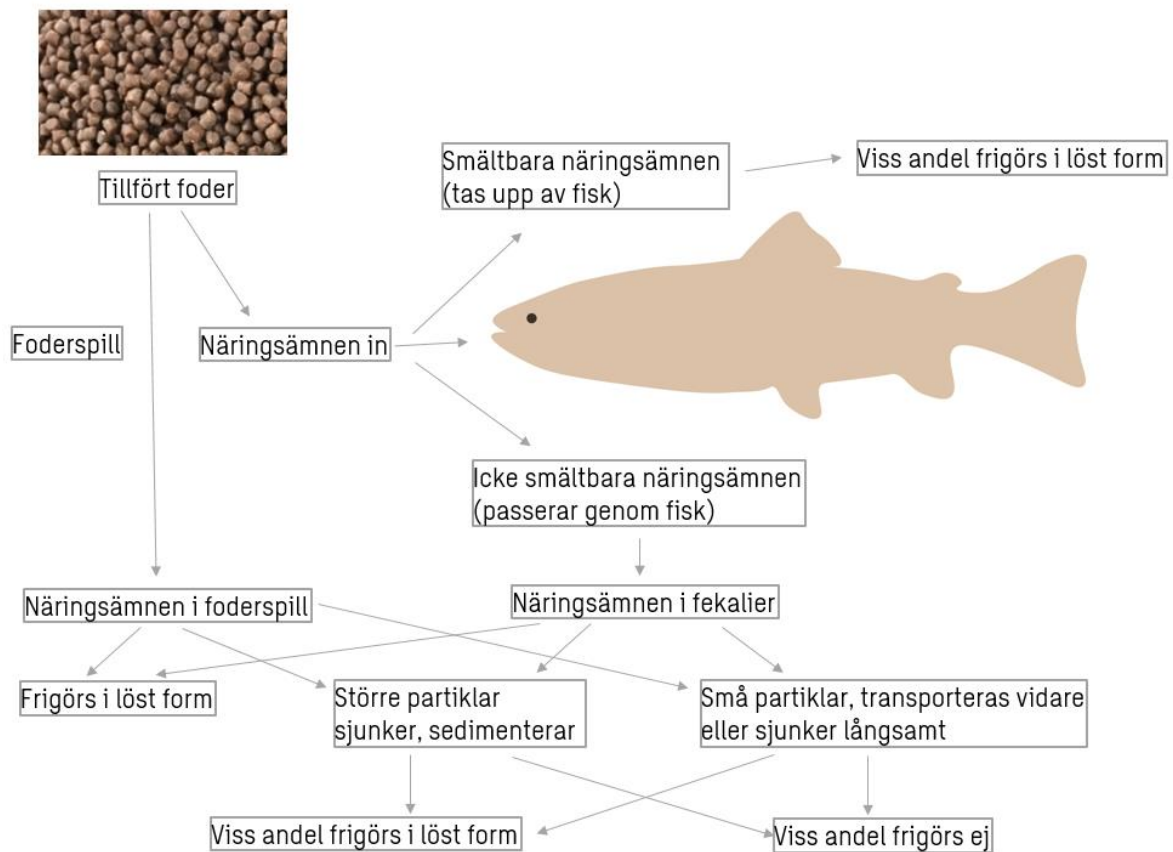
Vad är fosforfraktioner?

Fosfor kan lätt binda in till andra ämnen och partiklar. Vissa av dessa föreningar som uppstår är hårt bundna till varandra vilket innebär att fosfor ej frigörs och därmed heller inte kan tillgängliggöras för biologisk produktion i ett ekosystem. Andra föreningar som fosfor bildar kan lösas upp över tid eller under vissa förutsättningar i miljön som exempelvis syrefria förhållanden. Därför är fosfors olika former av relevans att studera närmare för att förstå miljöpåverkan från odling av fisk i öppna kassar. Den formel som används för att beräkna den totala fosformängden redovisar all fosfor från fiskodling. En kännedom om hur fosfor är bunden till fekalier, foder, slam och sediment bidrar till en

ökad förståelse för andelar och mängder av fosfor från fiskodling som kan tillgängliggöras för biologisk produktion.

Beaktat att endast en del av den totala fosfor som släpps ut från fiskodling kan tillgängliggöras för biologisk produktion utgör naturvårdsverkets formel ett trubbigt verktyg för syftet att skatta eller förstå fosfors påverkan på ekosystemet.

För en schematisk bild av näringsämnesflöden i fiskodling se figur 2



Figur 2. Schematisk bild över näringsämnen i fiskodling, fosfor. Omarbetad bild utifrån Reid et al 2009.

Diskussion och slutsatser

Det partikulära avfallet från fiskodling har minskat över tid. Med teknik liknande den som använts i miljökassen finns möjlighet till uppsamling av partiklar från fiskodling i öppen kasse.

Miljökassatekniken visar även potential för att samla upp en del av de lösta näringsämnena.

Uppsamlingsprocenten av partikulärt material utgör en viktig faktor för reducering av näringsämnen till recipient men även fodrets innehåll av fosfor är viktigt.

Det är mycket svårt att mäta mängden foderspill i ett odlingsystem och en sådan mätning skulle helst göras över hela odlings säsongen.

Användning av totalfosforutsläpp genom beräkningar utgör ur ett effektperspektiv ett trubbigt verktyg eftersom all fosfor ej är tillgänglig för biologisk produktion. Beaktat att majoriteten av svensk fiskodling i öppen kasse sker i näringsfattiga reglerade sjöar är det också av relevans att beakta

vattenbrukets eventuella miljönytta snarare än att alla fosforutsläpp av sin natur är negativt för ett akvatiskt ekosystem.

Referenser

Beveridge M.C.M. (1987) Cage Aquaculture. Fishing News Books, Surrey, UK.

Bureau DP, Hua K., 2010, Towards effective nutritional management of waste outputs in aquaculture, with particular reference to salmonid aquaculture operations. *Aquaculture Research* 41: 777–792.

Bureau D.P., Gunther S. & Cho C.Y. 2003, Chemical composition and preliminary theoretical estimates of waste outputs of rainbow trout reared in commercial cage culture operations in Ontario. *North American Journal of Aquaculture* 65,33^38.

Brinker A., KoppeW. & R .sch R. (2005) Optimised effluent treatment by stabilised trout faeces. *Aquaculture* 249, 125-144.

Broch, O. J. Daae, R. L. Ellingsen, I. H. Nepstad, R. Bendiksen, E. Å. Reed, J. L. and Senneset. G. Spatiotemporal Dispersal and Deposition of Fish FarmWastes: A Model Study from Central Norway. *Front. Mar. Sci.*, 4:199, 2017

Coloso, R.M., King, K., Fletcher, J.W., Hendrix, M.A., Subramanyam, M., Weis, P., Ferraris, R.P., 2003. Phosphorus utilization in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed practical diets and its consequences on effluent phosphorus levels. *Aquaculture* 220, 801–820.

Cromey C.J., Nickell T.D. & Black K.D. (2002) DEPOMODmodelling the deposition and biological effects of waste solids from marine cage farms. *Aquaculture* 214, 211^239.

Dalsgaard, J., Ekmann, K.S., Jensen, M.D. and Pedersen, P.B., 2023. Reducing phosphorus emissions from net cage fish farming by diet manipulation. *Journal of Environmental Management*, 334, p.117445.

Dalsgaard, J., Ekmann, K.S., Pedersen, P.B., Verlhac, V., 2009. Effect of supplemented fungal phytase on performance and phosphorus availability by phosphorusdepleted juvenile rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), and on the magnitude and composition of phosphorus waste output. *Aquaculture* 286, 105–112.

Naturvårdsverket, 1993. Fiskodling. Planering, tillstånd, tillsyn. Naturvårdsverket Allmänna Råd 93:10, 88 s.

Reid, G. K., Liutkus, M., Robinson, S. M. C., Chopin, T. R., Blair, T., Lander, T., ... & Moccia, R. D. (2009). A review of the biophysical properties of salmonid faeces: implications for aquaculture waste dispersal models and integrated multi-trophic aquaculture. *Aquaculture research*, 40(3), 257-273.

Schumann, M., & Brinker, A. (2020). Understanding and managing suspended solids in intensive salmonid aquaculture: a review. *Reviews in Aquaculture*, 12(4), 2109-2139.

Sugiura, S.H., Dong, F.M., Hardy, R.W., 2000. A new approach to estimating the minimum dietary requirement of phosphorus for large rainbow trout based on nonfecal excretions of phosphorus and nitrogen. *J. Nutr.* 130, 865–872.

Torrison, O., Hansen P. K., Aure,J., Husa, V., Strohmeier, T., och Olsen R. E. 2016. Næringsutslipp fra havbruk - nasjonale og regionale perspektiv. Technical Report Rapport fra Havforskningen 21-2016, Havforskningsinstituttet,

Axolot Solutions
Andrea Nodbrant
Dr. Martin Ragnar
+46 708 171116

Process report PAX-2021:17

Removal of phosphorus and COD from collected fish farming water at Vattudalens Fisk, in cooperation with SLU and Sweco

Summary

In order to decrease the environmental impact from open system fish farming water, Vattudalens Fisk, Swedish University of Agriculture (SLU) and Sweco have joined together to investigate the possibilities of a collector. The idea is that the collector would be placed beneath the sack to capture uneaten fish feed as well as faeces. Water from the collector is then pumped ashore for filtration through a drum filter and dewatering with a belt press, before released back into the lake. As part of this project trials with a pilot-scale AxoPur system were performed at Vattudalens Fisk in September 2021, and trials with the bench-scale system in June 2021. Three different waters were tested, water from the drum filter, water from the dewatering belt press and blood water. The aim was to investigate the removal efficiency of phosphorus and chemical oxygen demand (COD) from all three waters, assessing the necessity of the drum filters and belt press and the possibility to release the water back into the lake.

The results from the study indicated that AxoPur efficiently reduced the levels of phosphorus and COD in all three waters, independently of the ingoing levels. Visual results also showed that the process removed the suspended solids left in the waters from both the drum filter and the belt press. The possibility to use the separated floc as a natural fertilizer should be explored further in future studies.

Background

Fish farming made in the traditional way using sacks dispersed in the water is non-expensive, but also come with a heavy impact on the environment. One way to cope with the environmental challenge is to move the entire farming up on land in e.g. a Recirculating Aquaculture System (RAS facility). However, this heavily increases the costs of the farm. Another idea is to put a collector funnel below the sack in the water and this way gather most of the nutrients from the farming activities, pump those ashore for cleaning, remove the nutrients and then pump the water back into the lake again.

Head office
Bergavägen 1
SE-254 66 HELSINGBORG
Sweden
+46 10 2115010

Operations and Laboratory
Ullbergsvägen 2
SE-438 34 LANDVETTER
Sweden

Finland office
Axolot Solutions Finland Oy
Tekniikantie 2
FIN-02150 ESPOO
Finland

E-mail
info@axolotsolutions.com

Webb
<http://axolotsolutions.com>

SLU has together with Sweco started a project to evaluate the functionality of the collector with trials on it taking place at Vattudalens fisk. Egersund Group is the owner of Vattudalens Fisk and the collector used in this project which is EU subsidized, managed by SLU and coordinated by Sweco. The aim of the project is to evaluate the function of the collector, but also to find ways to treat the collected water. Axolot Solutions came into this project in an initial state with the plan of conducting both bench-and pilot-scale studies. In August 2020 a first screening in a bench scale AxoPur® system was performed at Vattudalens Fisk's site. While the water available was not completely representative due to some operational disruptions, the results still indicated a good potential for the AxoPur technology in cleaning nutrient rich water.

The water to be tested

Three different waters were tested in this part of the new project; blood water, water from the drum filter and reject water from the dewatering belt press, henceforth referred to as V1, V2 and V3. While all three waters had different characteristics, they all contained high levels of organic compounds. Figures 1–3 show pictures of the different waters and Table 1 present their different compositions.

Table 1. Composition of waters from Vattudalens fisk

	V1-0	V2-0	V3-0
Type of water	Blood water	After drum filter	After belt press
Conductivity [mS/cm]	4.2	0.13	0.13
pH	5.9	5.0	6.0
COD [mg/l]	16000	540	100
BOD7 [mg/l]	10000	280	8.0
Ptot [mg/l]	110	4.4	0.44
Ntot [mg/l]	2000	14	2.1



Figure 1. Water V1, blood water.



Figure 2. Water V2, water from drum filter.



Figure 3. Water V3, water from dewatering belt press.

Aim

The aim of the trials was to systematically investigate the potential use of the AxoPur technique for removal of phosphorus, chemical oxygen demand (COD) and suspended solids from collected fish farming water. The intention is also that obtained and separated floc could be utilised as a raw material for a natural fertilizer. Indications are also given, regarding levels of phosphorus and COD in the water coming from the collector. A parallel study was simultaneously conducted by Sweco with the focus on evaluating the function of the collector.

AxoPur[®] and AxoPlus[™] cleaning technologies by Axolot Solutions

AxoPur[®] and AxoPlus[™] are trade names owned by Axolot Solutions. AxoPur refers to the patented design of Axolot Solutions' electrocoagulation technology.

AxoPur is a continuous electrochemical process by which a contaminated water is separated into clean water and a high density floc made up of the separated contaminants and the electrochemically charged coagulants. Accordingly, almost all of the water is found in the clean aqueous phase after the purification and almost none with the separated floc. This is of great importance if and when the purified water is aimed to be recirculated in a process. The separated floc could, depending on its composition, either be recovered, burnt or disposed of.

In the process the water is at first checked for pH and potentially pH adjusted typically to reach inside the interval 4.5–9.0. The water is then entering into the reactor where an electric field is applied. This field effectively breaks any emulsified or dispersed oils/fats through a shielding of the surface charges of any such fatty particle. The oil/fat droplets coalesce, and the emulsion/dispersion has been broken. An electric current is also led

through the reactor from a sacrificing electrode to an inert one. The sacrificing electrode is typically made up of either iron or aluminium.

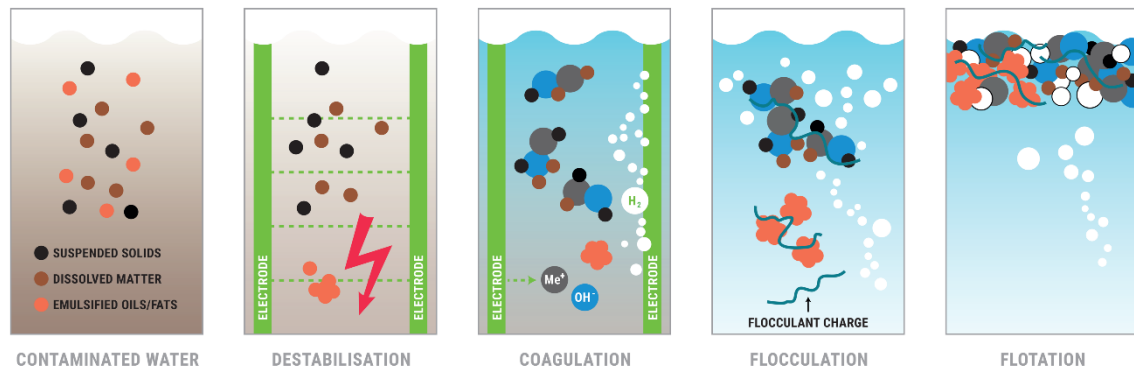


Fig. 1. The purification mechanism during AxoPur treatment.

The current breaks down the sacrificing electrode over time thereby releasing iron(II) or aluminium(III) into the solution. These metal ions quickly capture a hydroxide ion from the solution forming initial hydroxo complexes well-known to adsorb a large variety of commonly occurring impurities from water in a manner similar to what occurs in a municipal wastewater treatment plant. A small amount of flocculant is added binding together the initial hydroxo complexes into bigger flocculation complexes. The small amount of hydrogen gas released at the surface of the inert electrode during the process lifts the flocculation complexes to the surface and allows the complete separation of these by means of flotation. On some instances also sedimentation could be employed for the separation. The whole process from inlet to separation typically is finished within a few minutes.

The electric current employed governs the electrode consumption and thereby the reactor exchange interval, whereas the resistance of the water governs the energy consumption. This could be decreased by means of an increased conductivity, e.g. obtained by the addition of salt.

This process report describes a testing of an AxoPur system. Such tests are made either in bench-scale or in pilot scale. The results of bench-scale tests should be regarded as semi-quantitative since the geometry of the reactor differs significantly from the geometry of the commercial reactors. Pilot scale tests are carried out using reactors of the same geometry as in the commercial system.

In many applications AxoPur will do the necessary cleaning. In some cases a screening prior to the treatment could be wise to keep consumption figures down. In other cases final polishing could also be considered.

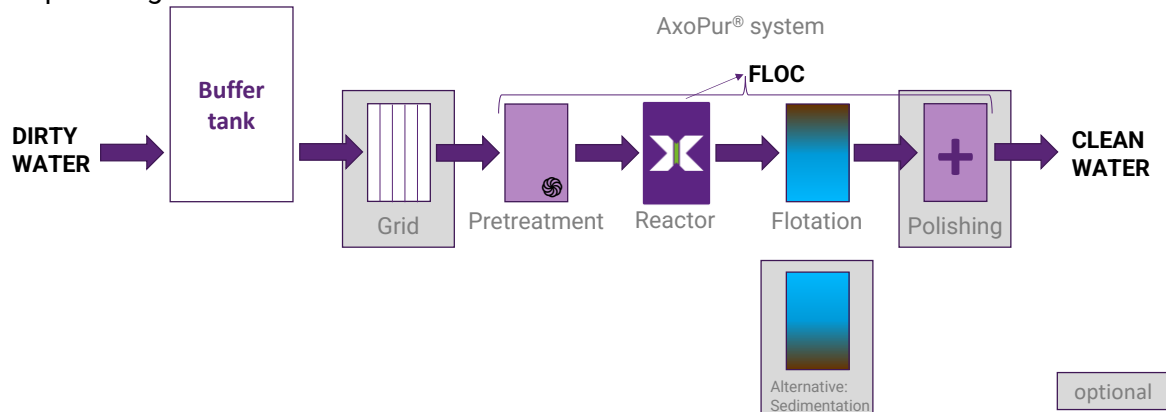


Fig 2. The AxoPur system setup.

Experimental

Water V1: Bench-scale study of blood water

The trials on water V1 provided by Vattudalens fisk were performed in June 2021 by Andrea Nodbrant, using a bench-scale AxoPur system in Landvetter. During the trials the effect of the sacrificing electrode material was investigated as was the visual effect from dilution and addition of sodium chloride. Also, the pH was altered, between 5.9 and 8.5 using sodium hydroxide solution. To investigate the purification at different levels of power consumption the flow rate of the water was varied between 50 and 70 l/h and the current between 15 and 25 A during the trials. Five samples were collected and sent to Eurofins for chemical analysis of phosphorus, nitrogen, COD and biochemical oxygen demand (BOD7).

Water V2 and V3: Pilot-scale study of water from drum filter and dewatering belt filter

The trials on waters V2 and V3 provided by Vattudalens fisk were performed in September 2021 by Andrea Nodbrant and Jonas Vessfjord, using a pilot-scale AxoPur system at Vattudalens fisk's site in Strömsund. Both sacrificing electrode materials were investigated during the trials, together with variation in pH, flow rate and power consumption. Sodium chloride was added to the waters until a conductivity of 5.0–7.0 mS/cm was reached. Eight samples of both waters were collected and sent to Eurofins for chemical analysis of phosphorus, nitrogen, COD and biochemical oxygen demand (BOD7).

Results

Water V1: Blood water

Results from purification of water V1 is presented in Table 2. Figures 4 and 5 show visual results.

Table 2. Results from purification of water V1. V1-01 and 02 are ingoing waters and V1-A and C are samples treated under different conditions.

	V1-0	V1-A	V1-C
Material	-	Fe	Al
pH	5.9	6.9	5.9
Ptot [mg/l]	110	27	7.7
<i>Reduction</i>	-	75%	93%
COD [mg/l]	16000	11000	8000
<i>Reduction</i>	-	31%	50%
Ntot [mg/l]	2000	810	630
<i>Reduction</i>	-	57%	69%
BOD7 [mg/l]	10000	6400	4200
<i>Reduction</i>	-	34%	57%
Energy consumption [kWh/m ³]	-	15	5.7

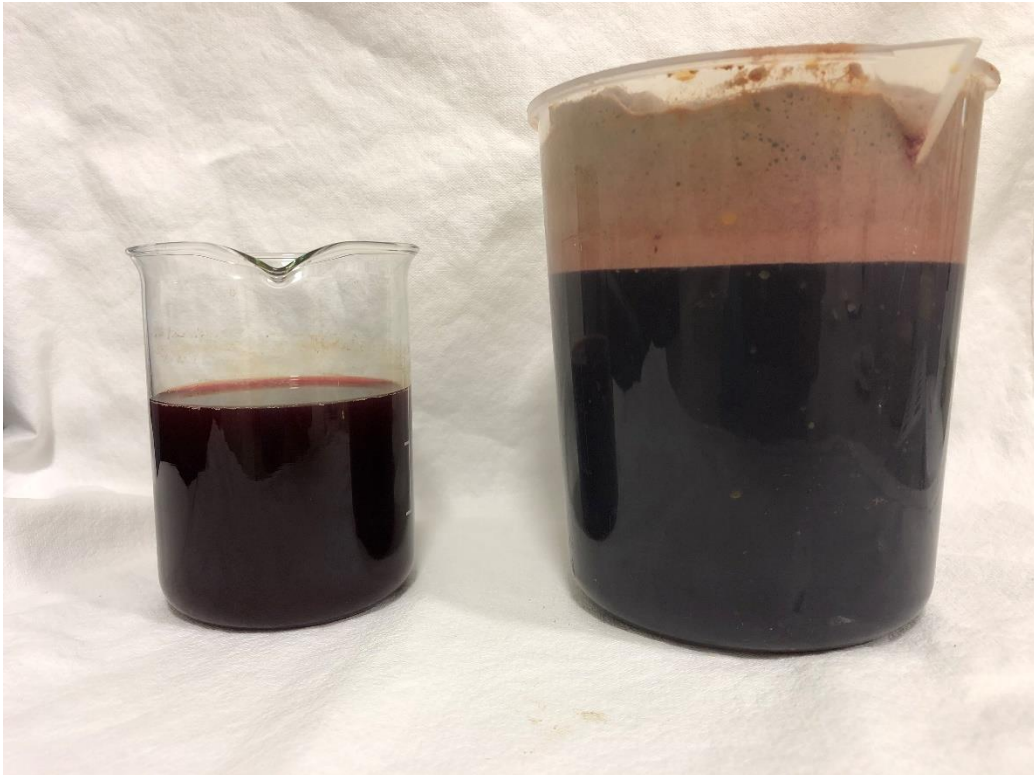


Figure 4. To the left, ingoing water V1. To the right, treated V1 before separation of flocc.



Figure 5. To the left, V1 diluted. To the right, the same sample of V1 but treated in AxoPur with heavy addition of NaCl.

Visually, the treatment showed little effect on the dark, red colour of the water independent of sacrificing electrode material. Only when the water was diluted, and large amounts of sodium chloride was added as pre-treatment was the colour somewhat removed.

Water V2 and V3: Water from drum filter and dewatering belt press

Results from purification of waters V2 and V3 is presented in Tables 3 and 4. Figures 6 and 7 show visual results.

Table 3. Results from purification of water V2, water from drum filter.

	V2-0	V2-D	V2-F
Conductivity [mS/cm]	0.13	6.0	8.0
pH in	5.0	7.0	7.1
pH out	-	9.2	9.0
Material	-	Al	Fe
COD [mg/l]	540	64	24
Reduction	-	88%	96%
BOD7 [mg/l]	280	34	10
Reduction	-	88%	96%
Ptot [mg/l]	4.4	0.0082	0.020
Reduction	-	100%	100%
Ntot [mg/l]	14	4.0	2.4
Reduction	-	71%	83%
Energy consumption [kWh/m ³]	-	7.3	2.8

Table 4. Results from purification of water V3, water from dewatering belt press.

	V3-0	V3-E	V3-F
Conductivity [mS/cm]	0.13	5.4	6.0
pH in	6.0	7.1	7.1
pH out	-	9.3	9.2
Material	-	Fe	Al
COD [mg/l]	100	21	27
Reduction	-	79%	73%
BOD7 [mg/l]	8.0	6.0 ¹	3.0
Reduction	-	25%	63%
Ptot [mg/l]	0.44	0.011	0.014
Reduction	-	98%	97%
Ntot [mg/l]	2.1	1.7	1.9
Reduction	-	19%	10%
Energy consumption [kWh/m ³]	-	3.8	7.5

¹ Värdena för COD och BOD7 är ologiska. De bör följa varandra. Förmodligen har en förväxling av BOD7-proverna skett på labbet.



Figure 6. To the left, ingoing V2. To the right, V2 purified in AxoPur using aluminum electrode.



Figure 6. To the left, ingoing V3. To the right, V3 purified in AxoPur using aluminum electrode.

Both V2 and V3 became very clear and obtained a stable floc when purified with a pilot scale AxoPur system, especially when the aluminum electrode was used. Also, the dispersed particles found in both waters were removed completely.

Discussion

When treating blood water from Vattudalens fisk with AxoPur a considerable reduction of phosphorus is reached. The reduction of COD and nitrogen proved efficient as well with about 50 % being removed, which is in line with expectations as smaller sized polar organics are not removed by AxoPur. Removal of the red colour was, however, not achieved unless the water was diluted, and large amounts of sodium chloride added. For additional removal of colour trials with bentonite or activated carbon could be of interest. Dilution of the blood water before treatment in AxoPur could enable higher reduction of organic material as well. However, this was not confirmed in trials as the water became rotten. Should the blood water need to be further purified different pretreatment methods would be one option and polishing using e.g. capacitative deionization technology would be another obvious idea to try out, where Axolot has an established co-operation with a company providing such technology.

While the water from the drum filter, water V2, was not heavily contaminated the values of phosphorus, nitrogen, COD and BOD7 would be well over allowed limit values. After purification with the AxoPur system all these compounds were efficiently removed, in the case of phosphorus almost completely removed. All colour, suspended solids and opacity were removed as well after purification. Additionally, the results indicate that an efficient reduction could be obtained with a modest power consumption of 2.8 kWh/m³ if the conductivity of the water is increased to 8.0 mS/cm. A lower conductivity calling for a smaller salt addition would slightly increase the power consumption.

The reject water from the dewatering belt press, water V3, contained very low levels of organic materials already before purification. However, after treatment with the AxoPur system the level of phosphorus was reduced even further. Moreover, the treated water becomes clear and colourless. Efficient treatment of this water can, according to results, be achieved using a power consumption of 3.8 kWh/m³ when the conductivity of the water is increased to 5.4 mS/cm.

Conclusions

Results from both bench-and pilot-scale trials indicates that AxoPur efficiently removes phosphorus from waters both with high levels of phosphorus and lower levels of phosphorus. Furthermore, they show that removal of COD and nitrogen is also efficient. This supports the hypothesis that an AxoPur system would be a suitable complement to the collector and drum filter and would enable release of the water back into the lake. It also indicates that the process can be used to further polish the reject water from the belt press. Future studies focusing on making use of the nutrient in the separated floc should be conducted.

Hydrodynamiska modeller för utvärdering av effektivitet av semi-slutna fiskodlingskassar

1. Inledning

Detta PM syftar till att beskriva de framsteg som skett hydrodynamisk modellering inom projektet *Partikel- och slamhantering i semislutna kassar* samt de slutsatser som kan dras från dessa. De försök som utförts med semi-slutna fiskodlingskassar inom ramarna för projektet visade sig dessvärre inte generera tillräckligt goda resultat för att dessa skulle vara meningsfulla att beskriva genom hydrodynamisk modellering. Ett antal andra aspekter kopplade till modellering av fiskodling har däremot belysts under projektets gång och dessa slutsatser presenteras i föreliggande dokument.

1.1 Mål och syfte

Ett av delmålen (mål 4) med projektet *Partikel- och slamhantering i semislutna kassar* är att arbetet ska ha *"formulerat en plan för fortsatt arbete runt en hydrodynamisk modell för utvärdering av effektivitet i olika strömmande vatten samt genomfört enklare pilotmodeller"*.

Under projektets gång har detta mål delats upp i ett antal mer specifika delmål. Arbetet ska bland annat söka att fördjupa kunskapen inom följande områden:

Behov av datainsamling för validering och kalibrering av modeller

Planen ska beskriva vilket behov av indata som är minimikrav för framtagande av en hydrodynamisk modell. Vidare ska det diskuteras vilken indata som kan förhöja kvaliteten av modelleringen. Data kan exempelvis utgöras av batymetri, strömningsmätningar, temperatur- och vattenkemi samt sedimentundersökningar.

Beskrivning av tillgänglig metodik samt behov av fördjupade studier

Planen ska beskriva vilken metodik som kan nyttjas för att utifrån fodergiva och andra tekniska förutsättningar beskriva mängden partikulärt och löst avfall som kan spridas till berörd vattenförekomst. Det ska även belysas vilka fysikaliska och biologiska processer som är viktiga att ta hänsyn till, exempelvis sedimentation, resuspension, läckage- och nedbrytning av fosforrika sediment.

Hänsyn till anläggningstyp

Planen ska belysa vilken betydelse anläggningstypen för fiskodlingen har för modellverktygen. Eventuella skillnader i metodik mellan konventionell kassodling ska jämföras med semislutna system och RAS ska tydliggöras.

Modell för att beskriva hydrodynamiken och skapa beslutsstöd

Ett av delmålen med planen är att ta fram en hydrodynamisk modell för Ströms Vattudal och nyttja denna för att öka kunskapen om hur modeller kan användas som beslutsstöd. Resultaten ska användas internt i projektorganisationen för att bland annat finna lämpliga placeringar för pilotkasse och rejektvattenutlopp.

Informationsspridning

Projektet ska bidra till informationsspridning och kunskapsuppbyggnad hos relevanta mottagare. Formuleringarna som presenteras i projektet ska kunna användas i forskningssyfte, för myndighetsverige, näringen och allmänheten.

2. Bakgrund

2.1 Hydrodynamisk modellering

En hydrodynamisk modell är ett verktyg som används för att beräkna hur vatten rör sig baserat på ett flertal drivande faktorer. Exempelvis tas hänsyn till vind, inflöden och batymetri så att strömmarna återges på korrekt sätt.

Hydrodynamiska modeller kan även användas som verktyg för att studera verksamhetens miljöpåverkan. Genom att modellera hydrodynamiken i en vattenförekomst kan spridning och spädning av till exempel 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. En fördel med att använda en hydrodynamisk modell är möjligheten att få en översikt över strömningsförhållandena i ett större geografiskt område, vilket kan vara en kostsam utmaning att uppnå endast genom mätningar. Denna överskådliga information kan underlätta processen att finna lämpliga alternativa lokaliseringar, både för odling och kontrollprogram. En annan fördel med att använda en hydrodynamisk modell är att även påverkan från utsläpp där mätdata saknas kan analyseras, till exempel kan effekten av en förändrad fodergiva undersökas.

2.1.1 Antaganden vid modellering av fiskodling

För att kunna beskriva påverkan från fiskodling i öppna kassar har Sweco generellt utgått från följande antaganden vid skapande av indata till modellverktyg:

- Cirka 1 – 3% av utfodrad mängd foder äts inte upp av fisken utan kommer att utgöra avfall från odlingen som sprids i vattenmassan och antingen äts upp av vild fisk eller sedimenterar (Bureau, Gunther, & Cho, 2003; Cromey, Nickell, & Black, 2002; Reid et al., 2009).
- Vid öppen kassodling sker en spridning av fekalier till vattenmassan. Ungefär 15–27% av mängden foder som utfodras till fisken beräknas lämna kassen i form av fekalier som antingen sedimenterar eller sprids i vattenmassan (Cho & Bureau, 2001; Reid et al., 2009; Wong & Piedrahita, 2000).
- Utsläppsmängder av fosfor från fiskodlingen beräknas med metodik från Alanära (2012).
- Av fosforförlusten (L, den beräknade mängd fosfor som inte tas upp av fiskarna) antas 20 % vara "ekologiskt tillgänglig fosfor"¹ i enlighet med Carlsson (2012). Resterande 80 % av fosfor antas vara hårt bunden.

Utöver dessa teoretiska resonemang har ett antal antaganden kopplade till modellparametrar gjorts, t.ex. kornstorlek, densitet och sjunkhastighet av foder

¹ Fraktionerna löst, organiskt och järmbunden fosfor antas bli växttillgängliga på kort eller lång sikt ("ekologiskt tillgänglig fosfor"), medan de aluminium- och kalciumbundna fraktionerna, liksom restfosfor (som inte går att laka ur) antas aldrig bli växttillgänglig (Carlsson, 2012).

och fekalier. Dessa parametrar har delvis valts för att återspegla resultat från sedimentundersökningar i referensprojekt, vilket diskuteras närmare i detta PM.

2.2 Påverkansbedömning av fiskodlingsverksamheter

Utöver att använda modellverktygen för att identifiera lämpliga lokaler för placering av fiskodlingskassar har Sweco i flera tillståndsprocesser använt resultat för att beräkna och bedöma påverkan från verksamheterna på vattenförekomstens statusklassning (enligt EU:s vattendirektiv 2000/60/EG) . Den metodik som appliceras i dessa bedömningar redovisas i efterföljande underkapitel.

2.2.1 Beräkning av utsläppets anspråk på vattenförekomstens näringsämnesstatus

Närmast ett utsläpp finns ofta en viss vattenvolym som har sämre än god status tidvis, förutsatt att utsläppet i sig innehåller koncentrationer som motsvarar lägre än god status. Man kan säga att utsläppet tar ett visst anspråk på sjöns näringsämnesstatus i och med den här vattenvolymen även om inte statusen i hela vattenförekomsten påverkas. Detta är inget vedertaget begrepp i svensk miljölagsstiftning än men ger ett mått på hur stor/liten utbredningen av påverkan är, som är betydligt mer detaljerad än att bara beräkna påverkan på statusen i hela vattenförekomsten eller i berörda provpunkter.

Anspråket som en fiskodlingsverksamhet tar beräknas med hjälp av modellresultat (spridningskartor) från den hydrodynamiska modellen. Där kan det exempelvis räknas ut hur stor volym där klassgränsen blir påverkad. Detta är ingen vedertagen metod i Sverige utan har tagits fram av Sweco som komplement till att enbart beräkna påverkan i provpunkterna. Använder man bara provpunkter är det stor risk att resultatet påverkas av provpunktens placering (nära eller långt från odlingen) vilket ger ett missvisande resultat.

2.2.2 Bedöm fiskodlingens påverkan på vattenförekomstens näringsämnesstatus

Fiskodlingens påverkan på vattenförekomstens näringsämnesstatus och möjligheten att nå miljö kvalitetsnormen bedöms slutligen: påverkar fiskodlingen (eller planerad fiskodling) statusklassningen av kvalitetsfaktorn näringsämnen? En sammanvägd bedömning görs, exempelvis genom följande frågeställningar:

- Verksamhetens bidrag idag bedöms och jämförs med bidrag från alternativt utförande av verksamheten. Typiska frågeställningar som besvaras är: hur höga är koncentrationsbidragen? Hur sprids bidraget från utsläppspunkten; hur stora är bidragsplymerna och rör de sig i någon riktning som av olika anledningar kan vara bra/dålig?
- Vilka hade fosforkoncentrationerna i recipienten varit utan verksamhetens bidrag? Och vilka kommer fosforkoncentrationerna i recipienten vara givet de undersökta scenarierna?
- Vilken hade näringsämnesstatusen i recipienten varit, om bedömningen baserades på fosforkoncentrationerna i recipienten utan verksamhetens bidrag? Vilken hade näringsämnesstatusen i recipienten varit, om bedömningen baserades på fosforkoncentrationerna i recipienten, givet undersökta scenarier?

- Hur stort är utsläppets anspråk på sjöns näringsämnesstatus, det vill säga hur stora är volymerna som tidvis beräknas ha lägre än *god* status (eller annan beslutad miljökvalitetsnorm), till följd av de undersökta fosforutsläppen vid fiskodlingsverksamheten? Hur stor andel av sjöns totala ytvattenvolym utgör de här vattenvolymerna med lägre än *god* status? Hur ändras anspråket i de olika undersökta scenarierna?

Återigen bör det poängteras att styrkan i dessa resonemang är att man får en större förståelse för vattenförekomsten som helhet och inte endast förutsättningarna i en eller ett antal provpunkter.

3. Modellering i Miljökassen

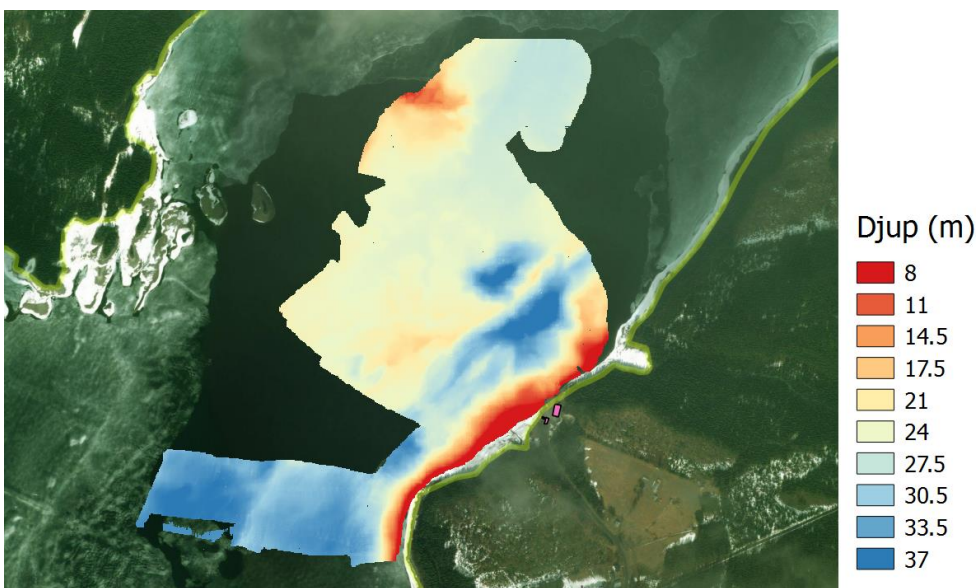
Ett av målen med uppdraget var att ta fram en modell över Ströms Vattudal för att kunna beskriva de styrkor och svagheter som är förknippade med verktyget. Modellen syftade vidare till att kunna användas i pedagogiska syften, däribland visa hur miljökassen skulle kunna reducera miljöpåverkan. Ytterligare en viktig aspekt att belysa inom föreliggande projekt var hur olika typer av kassodling kan representeras i en hydrodynamisk modell, exempelvis om foder- och fekaliespill kan reduceras.

Modellen upprättades i programvaran Telemac3D. Modellens geografiska utbredning sträcker sig från de norra inloppen i Ströms Vattudal (Gårdsjön och Svaningssjön) och söderut till Strömsund. Ett beräkningsnät (se Figur 1) med varierande upplösning med cellstorlek mellan 20 – 150 meter togs fram, där den högsta upplösningen är i intresseområdets närhet. Modellen är uppdelad i 13 vertikala lager för att även erhålla god upplösning på olika djup.

Den djupdata som finns att tillgå för Ströms Vattudal består huvudsakligen av sjökort daterade till 1950. Dessa djupkartor digitaliserades för att kunna användas i beräkningsmodellen. För att öka detaljgraden av djupdata kring platser som är av intresse för pilotanläggningens placering kompletterades sjökortsdatan med djupdata insamlad i juli 2018 med en ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler). Utbredningen av inhämtad djupdata visas i Figur 2.



Figur 1 Beräkningsnätets geografiska utbredning (t.h.) och maximal upplösning vid Postviken (t.v.). Modellen utför beräkningar i samtliga noder (knytpunkter av trianglar).



Figur 2 Resultat från sjömätning (ADCP) av djupet i Postviken. Övriga delar av sjöns djup har digitaliserats från äldre sjökort.

Under tidiga skeden i projektet har modellen använts för att bland annat hitta en optimal lokal för pilotanläggningen och rejektvattenutlopp, vilket beskrivs närmare i efterföljande kapitel. Eftersom försöken med pilotanläggningen inte resulterade i tillräckligt god avskiljning bedömdes ingen uppföljande modellering vara relevant inom föreliggande uppdrag.

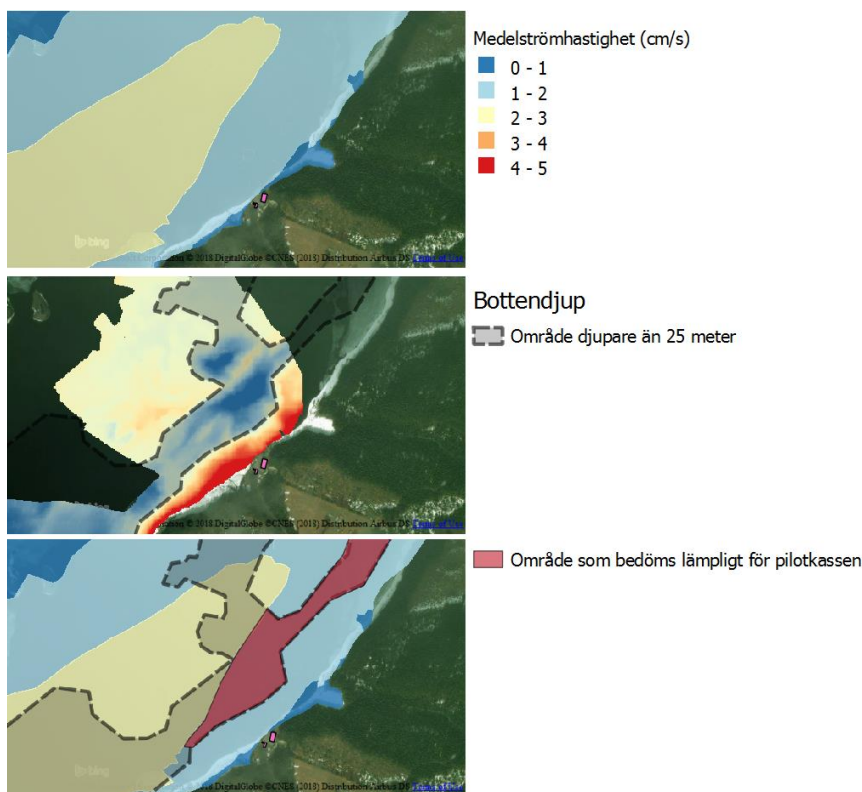
3.1 Lokaliseringsstudie

Modellen över Ströms Vattudal upprättades 2018 för att på ett tidigt stadie kunna studera förutsättningarna för pilotanläggningen och därigenom ta fram förslag på lämpliga platser där pilotanläggningen kunde placeras.

Som underlag till lokaliseringsstudien användes modellresultat från en "normalflödessituation" i sjön, samt ett scenario där vattenföringen var hög (5-års flöde). Till följd av sin utformning var prototypen mer känslig mot höga strömhastigheter än en konventionell fiskodlingskasse. För att inte skjuvspänningskrafterna ska bli för stora söktes därmed områden med låga medelströmhastigheter. Generellt användes följande villkor för att identifiera lämpliga områden:

- Medelströmhastighet lägre än 2 cm/s
- Bottendjup större än 25 meter
- Tillräckligt avstånd från referenskasse för att undvika interferens med pilotanläggningen
- Närhet till landbasen och befintlig infrastruktur.

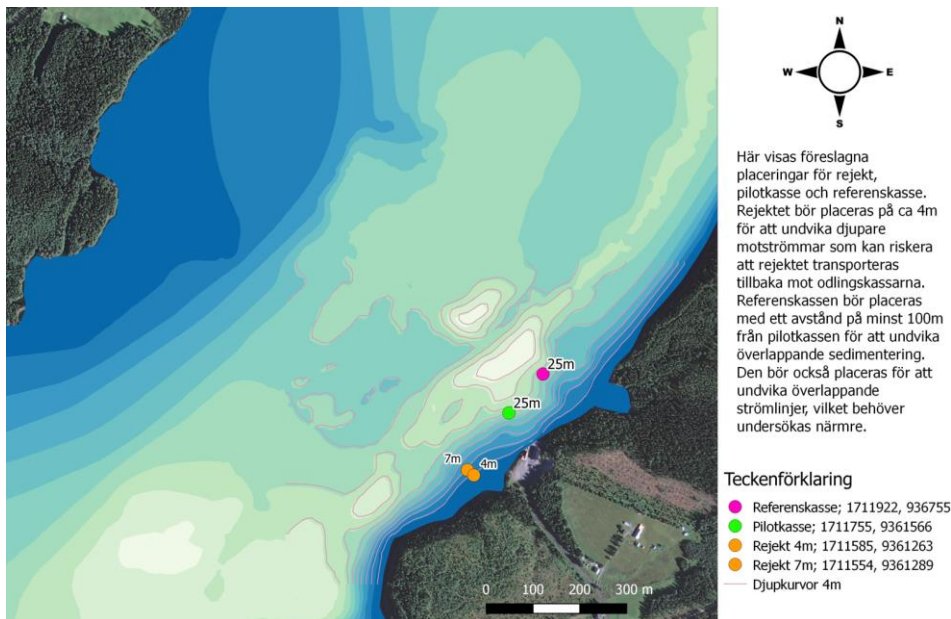
I Figur 3 visas ett exempel av en geografisk analys som togs fram för lokaliseringsstudien. Den slutgiltiga placeringen av kassen blev norr om landbasen. Enligt uppgift har personalen som hanterat kassen varit tveksamma till pilotanläggningens placering på grund av att vattengenomströmningen varit otillräcklig.



Figur 3 Screening av områden där strömmingshastigheten understiger 2 cm/s samtidigt som djupet överstiger 25 meter.

3.2 Rejektivattenutlopp och vattenkvalitetsaspekter

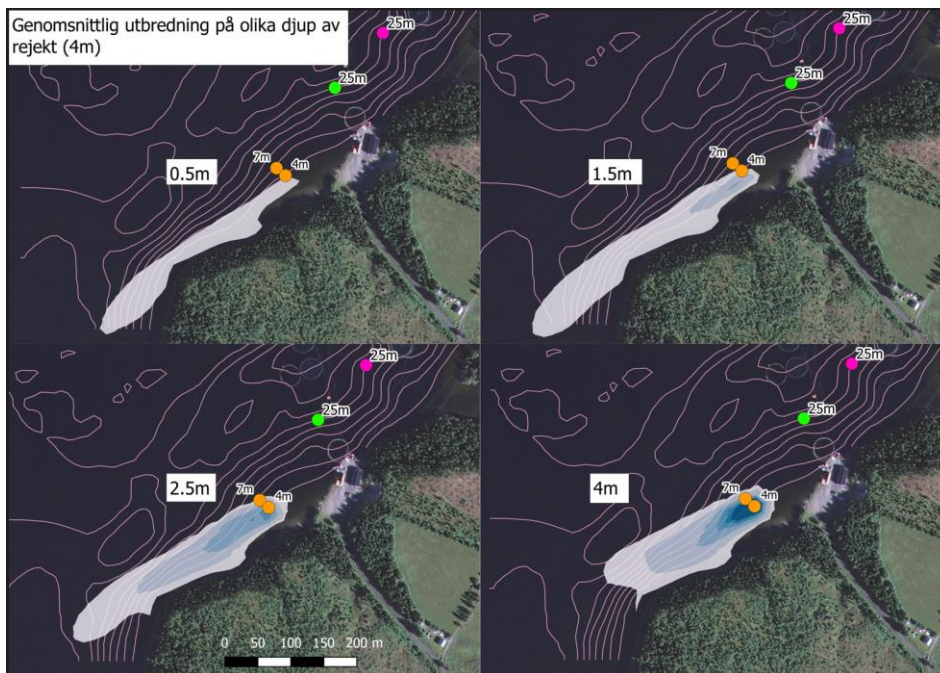
Den framtagna hydrodynamiska modellen har även nyttjats för att kartlägga lämplig placering av rejektivattenutlopp från det semislutna systemet. Ett orosmoment inför placeringen av utloppsledningen var att rejektivattnet skulle kunna spridas till pilot- och referenskassen och därigenom försämra vattenkvaliteten för fisken. I Figur 4 redovisas läget av de olika förslagen till rejektplacering som simulerats i screeningförsök.



Figur 4 Översiktsskarta som visar bottendjup samt placering av referens- och pilotkasse, samt undersökta placering av rejektledning.

I Figur 5 visas spridningsmönster från rejektivattenutlopp med en placering utmed 4-meters djupkonturen. De olika kartbilderna visar spridningen på olika vattendjup; 0,5, 1,5, 2,5 och 4 meter. Simuleringen visar att rejektivattnet huvudsakligen sprids åt sydväst. Försök med rejektivattenutlopp längre ut i sundet, på 7 meters djup, visade att rejektivattnet stundvis transporterades åt nordost med returströmmar.

Baserat på dessa screeningsförsök rekommenderades utloppet att placeras utmed djuplinjen av 4 meter.



Figur 5 Genomsnittligt spridningsmönster av rejektvatten på olika vattendjup från simulation av rejektvattenutlopp på 4-meters djuplinjen.

3.3 Insamling av dataunderlag

3.3.1 Vinddata

En utmaning som blivit tydlig vid modellering i Ströms Vattudal är tillgången på vindobservationer. Den närmaste aktiva vindstationen är Hallhåxåsen A, vilken dock är placerad i en topografi som kraftigt skiljer sig från sjöns dalgång. Inom ramen för projektet har vinddata samlats in genom en väderstation i Postviken, vilken potentiellt kan nyttjas till att förbättra modellens prestanda. Vid granskning av denna data har dock kvaliteten inte visat sig vara tillräcklig för att direkt driva modellen. De observerade vindarna har däremot kunnat användas för att välja mer representativa tidsserier från SMHI:s befintliga stationer. Observationerna visar t.ex. att vinden är kraftigare längs med sjöns dalgång, vilket motiverar att vind från andra stationer nyttjas (t.ex. SMHI:s station Norråker).

3.3.2 Strömningsmätningar

Inom ramen för projektet har strömningsmätningar med ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler) utförts. Strömhastigheterna kring Postviken är i storleksordningen enstaka centimetrar och störningarna i insamlade data är för stor för att informationen skulle kunna nyttjas för validering av strömhastigheter.

4. Workshop

Den 9 december 2022 hölls en digital workshop för att sammanfatta lärdomar från uppdraget och diskutera möjligheter och utmaningar med hydrodynamisk modellering kopplat till kassodling. Vid mötet deltog:

Kimberly Melkersson (Sweco), Emanuel Schmidt (Sweco), Charlie van Houwelingen (Sweco), Hanna Carlberg (SLU), Martyn Futter (SLU) och Oskar Agstam (SLU).

I nedanstående underkapitel presenteras de huvudsakliga frågeställningar och slutsatser som uppkom under workshop-tillfället.

4.1 Validering och kalibrering av hydrodynamiska modeller för fiskodling

En frekvent återkommande utmaning med hydrodynamisk modellering i mindre vattenförekomster är den sparsamma tillgången på relevant data, både för drivning av modeller och validering och kalibrering av resultat. I kapitel 3.3 beskrivs hur kompletterande datainsamling i föreliggande projekt har utförts med syftet att förhöja kvaliteten meteorologiska indata. I nedanstående underkapitel ges en sammanfattning av diskussioner rörande denna typ av data.

4.1.1 Fysikaliska data

Under workshopen diskuterades hur bristen på olika typer av fysikaliska data kan påverka kvaliteten av den hydrodynamiska modelleringen. Exempel på dataunderlag som kan förhöja dessa studiers kvalitet är bland annat följande:

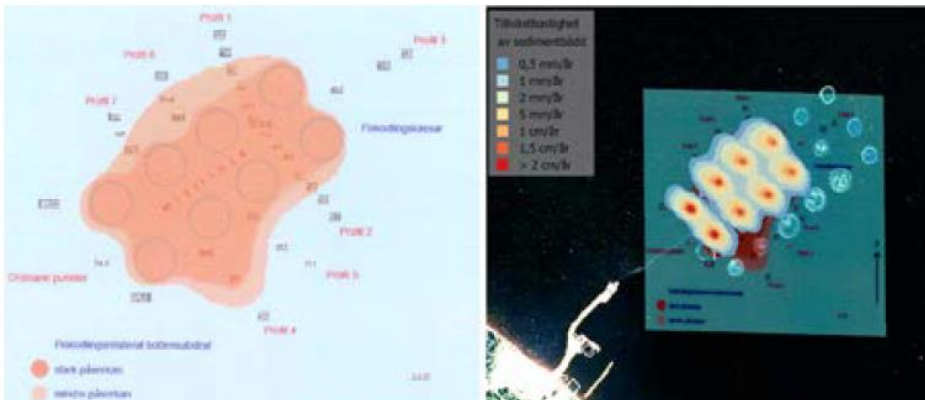
- Batymetriska inmätningar (i föreliggande fall har endast delar av sjöns botten karterats med god upplösning).
- Lokala vindmätningar. Denna data kan vara värdefull för att förstå lokala vindmönster men kräver ofta mycket bearbetning för att kunna användas direkt som drivdata till modeller.
- Strömningsmätningar i varierande geografiska områden och på olika djup. Dessa data kan användas för att validera och kalibrera modellens strömning.
- Temperaturmätningar, vilket kan användas för att förstå sjöns skiktning och om denna är av betydelse för strömningen i sjön.

Det konstaterades att dessa data ofta saknas eller är av bristfällig kvalitet i de vatten som fiskodling generellt sker i. I större sjöar kan viss mätdata finnas men i mindre sjöar är underlaget ofta skralt.

4.1.2 Sedimentundersökningar

Vid bedömning av påverkan av kassodling på vattenförekomst är förändring av sjöns bottensubstrat genom överlagring av fiskodlingsrelaterade sediment en viktig aspekt.

För att validera och kalibrera modellens sedimentsprijningsmodul krävs goda data över fiskodlingsrelaterade sediment, både vad gäller dess geografiska utbredning och mäktighet. Genom tidigare uppdrag (bland annat från Slotts lax i Siljan) har tolkningar av sonardata i kombination med filmning och uttag av sedimentproppar utgjort ett bra underlag för kalibrering (se Figur 6).



Figur 6 Exempel på hur sedimentundersökningar använts för att kalibrera sedimentspillsberäkningar. Figuren till vänster visar sedimentundersökningar och figuren till höger modellresultat över beräknad tillväxthastighet av sedimentbädden.

Modeller som framgångsrikt kalibrerats mot ett bra dataunderlag kan extrapoleras till andra platser, om inte de hydrodynamiska förutsättningarna är mycket annorlunda. I många tillfällen ligger ett starkt fokus på att försöka förbättra det empiriska underlaget för enskilda parametrar (som t.ex. sjunkhastighet av fekalier). Eftersom många av dessa parametrar samspelar är det sannolikt av större vikt att använda modellinställningar som tidigare gett tillfredsställande resultat i liknande miljöer.

En aspekt som för närvarande inte hanteras är det faktum att det pågår biologiska processer i sedimenten, samt även möjligen resuspension av sedimentet. Dessa processer kan leda till att påverkansområdet underskattas och därmed modellverktygets uppskattning av sedimentspridningen. Samtidigt medför detta att mäktigheten och att utbredningen av näringsrika sediment kan minska över tid.

4.2 Konceptuell modell av närsaltstillskott

Ett av de antaganden som i störst utsträckning bedöms introducera osäkerheter i påverkansbedömningar av fiskodling är beräkningarna av ekologisk tillgänglig fosfor, där 80 % av fosforutsläppen antas vara hårt bundna och således inte tillföras vattenmassan utan bli kvar i bottensedimenten.

Vid SLU pågår för tillfället experiment syftandes till att förhöja kunskapsunderlaget kopplat till dessa sediment och betydelsen av olika fosforfraktioner (se fotnot till kapitel 2.1.1). Detta underlag kommer att kunna användas för att förhöja förståelsen för den temporala upplösningen av sedimentprocesser, men även för att uppdatera antagandet om att 80 % av fosfor är hårt bundet och därmed inte är ekologiskt tillgängligt.

Processer som bioturbation, resuspension och andra biologiska processer kan ge ett tillskott av fosfor över en längre tid, även efter dess att fiskodlingsverksamheten avvecklats. I Swecos tidigare modelleringar antas dessa utsläpp ske direkt, vilket således kan leda till en överskattning av den ekologiskt tillgängliga mängden fosfor från fiskodlingsverksamheter.

4.3 Forskning på sediment under kassodling

Under workshoparbetet diskuterades även det dataunderlag som historiskt har legat till grund för modellparametrar som storlek av sedimentpartiklar,

sjunkhastigheter samt vilken porositet och kompaktionsgrad som sedimentet uppnår vid botten.

4.3.1 Sedimentstorlek och sjunkhastighet

För att kunna modellera spridningen av fiskodlingsrelaterat avfall i form av sediment behöver detta beskrivas genom ett antal modellparametrar som exempelvis:

- Kornstorlek (och/eller fördelning av olika kornstorlekar)
- Densitet av sediment
- Sjunkhastighet (om denna ej tillåts beräknas utifrån ovanstående parametrar).

Sweco har historiskt sett nyttjat ovanstående parametrar för validering och kalibrering av sedimentspridningen. Under workshopen framgår att de partikelstorlekarna som använts (4,5 och 6 mm) är stora i förhållande till typiska fiskfekalier för regnbåge och röding. Fiskfekalierna beskrivs snarare bestå av "en tjock vätska" med mycket liten kornstorlek och förmodligen låg sedimentationshastighet. Detta är av vikt särskilt eftersom fekalier totalt sett utgör huvuddelen av massan sedimenterande partikulärt material (jämfört med foderrester).

Referensmaterial från liknande försök saknas, troligen till stor del på grund av verksamhetstypen och medföljande miljökonsekvenser inte är vanligt förekommande internationellt. I exempelvis norska fjordmiljöer är sannolikt sedimentprocesserna och påverkan på bottenarna mycket annorlunda till följd av den större omsättningen av vatten.

Oavsett vilken densitet och sjunkhastighet som används för att beskriva processer kopplade till sedimentpålagring bedöms det viktigaste vara att kunna återskapa observerade förhållanden. På SLU pågår för tillfället försök på både foder och fekalier där underlaget för dessa parametrar kan förbättras. Enligt resonemanget ovan är det dock inte säkert att det underlag som tas fram kan användas för att förbättra tillförlitligheten i modellsimuleringar.

4.3.2 Porositet och kompaktion

Ytterligare en parameter av sediment från fiskodlingar är den porositet och kompaktion som kan förväntas när materialet över tid ackumulerar på botten. Av diskussionerna framgår att porositeten (vatteninnehållet) i fiskodlingsrelaterade sediment är mycket högt, uppemot 95 %. Vid ytan har sedimentet således en "fluffig" karaktär men över tid sker en kompaktion som innebär att sediment på större djup har ett mindre vatteninnehåll.

Denna typ av information är mycket relevant för att utreda hur mäktigheten av störda sediment kan tänkas förändras över tid. Precis som i föregående kapitel kan det konstateras att en god kalibrering och validering dock är av överordnad betydelse, snarare än att beskriva sedimentets egenskaper korrekt.

4.4 Övriga relevanta modellverktyg

Sammanfattningsvis konstateras att hydrodynamisk modellering potentiellt har en viktig roll vid påverkansbedömning från såväl konventionell fiskodling som utsläpp från RAS-anläggningar. Modellerna har en lokal skala och kan på ett trovärdigt sätt beskriva det förväntade påverkansområdet. Denna typ av modeller kompletterar således andra modeller som t.ex. beskriver transportprocesser på en sjösystem-skala. Modeller som Vollenwieder och

sHype som har sina individuella styrkor och svagheter och tillsammans med hydrodynamisk modellering kan goda uppskattningar om förväntad miljöpåverkan skapas.

På marknaden finns andra aktörer och modellverktyg som t.ex. modellerar biologiska parametrar som halt av klorofyll A och därmed vinklar modelleringen mot biologisk produktion.

5. Diskussion

5.1 Nyttan med hydrodynamisk modellering

Trots att det föreligger stora osäkerheter kopplade till både de teoretiska beräkningarna av spillmängder (löst och partikulärt material) och till hydrodynamisk modellering finns tydliga fördelar med att använda tekniken kopplat till olika typer av vattenbruk.

Tillförlitligheten av modelleringen ökar med både kvalitet och kvantitet av underlagsdata i olika former. Vid tillräcklig tillgång på data för validering och kalibrering av hydrodynamiska modeller kan de användas för att bland annat:

- Öka förståelsen för de fysikaliska processerna som verkar i vattenområdet
- Bedöma påverkan på vattenförekomsten i ett bredare perspektiv och inte endast i enskilda provtagningspunkter
- Förbättra kvaliteten på övervakningsprogram (t.ex. genom optimal placering av provtagningspunkter).
- Lokaliseringsstudier av odlingar
- Bedöma påverkan vid flera olika belastningsscenarier (fodergiva) och alternativa lokaler.

Hydrodynamiska modeller har spelat en stor roll i flertalet tillståndsprövningar under de senaste åren och kommer troligen fortsatt att göra det i framtiden.

5.2 Begränsningar

Idag finns det ett antal begränsningar som påverkar möjligheterna att förhöja kvaliteten på påverkansbedömningen. Till exempel saknas ett kunskapsunderlag för fördelningen mellan vattenlöslig och partikulär fosfor. De studier som finns tillgängliga tar ingen hänsyn till tidsaspekter som påverkar exempelvis läckage genom diffusion eller biologiska processer. Det saknas även viktig kunskap om olika typer av miljöer påverkar nedbrytningshastigheter och läckage från sediment, exempelvis om odlingen sker utmed havskust eller i sjöar.

En ytterligare aspekt som bör belysas är att antalet studier över påverkan på bottensubstratet under fiskodlingar är få och ofta begränsade till endast uttag av sedimentkärnor. Genom fler studier och genom kombinerade undersökningar med provtagning, filmning och side-scan sonar kan förståelsen förbättras. Samtidigt bör även uppföljning ske över tid för att belysa tidsaspekten.

5.3 Behov av utvecklingsarbete

Under projektets gång har behovet av detaljerad modellering för att undersöka vattenkvalitet och hydrodynamiska förhållanden inne i kassarna uppmärksamats. Personalen vid pilotanläggningen har dragit slutsatsen att olika fiskarters beteende kan påverka vattnets rörelse i kassen.

I branschen förekommer även viss biologisk modellering kopplat till fiskodling. Genom att exempelvis modellera Klorofyll A eller syreförbrukningen från sediment kan möjligen en ännu mer mångfacetterad bild av odlingarnas miljöpåverkan skapas.

6. Slutsatser och måluppfyllnad

Det uttalade målet (mål nr 4) med föreliggande projekt, att ha *"formulerat en plan för fortsatt arbete runt en hydrodynamisk modell för utvärdering av effektivitet i olika strömmande vatten samt genomfört enklare pilotmodeller"* bedöms huvudsakligen ha uppfyllts.

Arbetet inleddes 2018 med uppbyggnaden av en pilotmodell som succesivt har byggts på över tid för att besvara flera olika frågeställningar som uppkommit under projektets gång. Inledningsvis nyttjades modellen för lokaliseringsstudier av pilotanläggningen och i ett senare skede för vattenkvalitetsfrågor kopplade till rejektvattnet. Resultat från modelleringen har även använts för att säkerställa att ingen interferens mellan pilotanläggningen och referensodlingar stör försöken. Eftersom avskiljningsgraden av pilotanläggningen var låg bedömdes det dock inte relevant att gå vidare med att utveckla modellverktyg för att kunna modellera olika anläggningstyper. Modellering av effektiviteten av semi-slutna system och dess betydelse för uppfyllandet av miljökvalitetsnormer behöver därmed skjutas på framtiden.

Inom projektet har data i form av bland annat vindobservationer, strömmätningar och sjömätning (batymetri) samlats in. Trots att kvaliteten på vindobservationerna inte varit tillräcklig för att använda direkt som indata till modellen har de kunnat användas för att utvärdera andra vindstationer genom enklare korrelationsanalyser. På så vis har denna vinddata på ett betydelsefullt sätt förhöjt kvaliteten på modellens drivdata. Det kan således konstateras att denna data varit värdefull för projektet och det rekommenderas att liknande mätningar sker i områden där hydrodynamisk modellering kan vara av intresse.

Insamlad batymetri har, tillsammans med äldre sjökort, använts för att beskriva sjöns bottenstruktur. Detta är en viktig förutsättning för att korrekt återge hydrodynamiken. Vidare har även insamlade djupdata kunnat nyttjas vid lokalisering och planering av pilotanläggningen. Det kan alltså vidare konstateras att denna datainsamling bör företas inför framtida projekt.

Det har genom diskussioner under projektets gång, och genom workshoparbetet i december 2022 blivit klarlagt att det finns god potential att utveckla och förbättra de antaganden som till stor del ligger till grund för hydrodynamisk modellering. De främsta osäkerheterna, som dessutom spiller över på resultat av påverkansbedömning, utgörs av de vedertagna schabloner som beskriver hur stor andel fosfor som är ekologiskt tillgänglig. Förståelsen för de naturliga processer som över tid frigör fosfor från sediment från konventionell kassodling är av stor vikt, och framtida forskningsresultat kan således förhöja kvaliteten av modellstudier.

Utöver den dokumentation som sker genom föreliggande PM har mindre rapporter över lokalisering och rejektvattenhantering tagits fram. Informationsspridning om modelleringens betydelse för vattenbruk har även skett genom digitalt seminarie i regi av Landsbygdsnätverket med deltagare från kommuner, regioner, myndigheter (Länsstyrelser, Jordbruksverket), intresseorganisationer (Vattenbrukscentrum, Matfiskodlarna), odlare och konsulter.

Referenser

Alanärä, Anders. 2012. "Förslag till Modeller För Tillståndsbedömning Av Fiskodling , Kontrollprogram Och Analys Av Miljöpåverkan."
<http://pub.epsilon.slu.se/9350/>.

Bureau, D., Gunther, S., och Cho, C. (2003). *Chemical composition and preliminary theoretical estimates of waste outputs of rainbow trout reared in commercial cage culture operations in Ontario. North American Journal of Aquaculture*, 65(1), 33–38. Retrieved from [https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1577/1548-8454\(2003\)065%3C0033:CCAPTE%3E2.0.CO;2](https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1577/1548-8454(2003)065%3C0033:CCAPTE%3E2.0.CO;2)

Cho, C. Y., och Bureau, D. P. (2001). *A review of diet formulation strategies and feeding systems to reduce excretory and feed wastes in aquaculture. Aquaculture Research*, 32, 349–360.

Naturvårdsverket. (1993). *Allmänna råd 93:10 Fiskodling. Planering, tillstånd, tillsyn.*

PM - Ekonomisk utvärdering av Miljökassen

Mål 3

1 Inledning

Sweco Sverige AB (Sweco) har på uppdrag av och tillsammans med Sveriges Lantbruksuniversitet (SLU) undersökt möjligheterna till att fånga upp och tillvarata slam från fiskodling. Detta har undersökts hos Vattudalens Fisk, en kassodling, i Postviken, Äspnäs, Ströms Vattudal, Strömsunds kommun, Jämtlands län. Projektet har haft ett antal delmål varav ett har omfattat en ekonomisk utvärdering av tekniken. Målet löd: *Tagit fram en företagsekonomisk kostnadskalkyl för tekniken med partikulärt återtag från öppen kasse utifrån olika återtagsnivåer.* Vattenbrukscentrum Ost (VCO) fick i uppdrag av Sweco att sammanställa den företagsekonomiska kostnadskalkylen.

1.1 Bakgrund

Den dominerande tekniken för uppfödning av matfisk i Norden är kassodling. Denna teknik använder sig av en nätkasse som flyter på vattenytan och är "öppen" till miljön den befinner sig i. Varför näringsämnen, vatten, partiklar, alger eller djur som är mindre än nätets maskstorlek fritt kan röra sig mellan kassen och omgivande vattenmassa. Det gör att fekalier och eventuellt foderspill kan nå recipienten och botten. Innovationsprojektet *"Uppsamling av partikulärt spill och slamhantering från odling av fisk i öppna system"* har arbetat med teknikutveckling för att minimera den lokala miljöpåverkan och tillvarata slamresursen. Under projektet utvecklades en "miljökasse" som samlar upp foderspill och fekalier från en odlingskasse. Flera prototyper togs fram, testades och modifierades för att försöka hitta en lösning som fungerade under svenska förhållanden. Målet var att de uppsamlade partiklarna skulle pumpas till en avvattningsanläggning på land och det näringsrika slammet samlas upp för vidare användning.

1.2 Syfte

Systemet som testades under detta innovationsprojekt kan antas utgöra en stor och betydelsefull investering för ett vattenbruksföretag varför det har varit relevant att försöka göra en ekonomiskutvärdering av tekniken.

Syftet med denna PM har varit att ta fram en företagsekonomisk kostnadskalkyl genom att använda aktuella data från projektet för olika återtagsscenarier i en så kallad "cost-benefit-analys" för närings- och partikelåtertag.

1.3 Frågeställningar

Den huvudsakliga frågeställningen för projektet, ur ett ekonomiskt perspektiv, har varit hur mycket tekniken har kostat. Eftersom teknikutveckling tar tid och kostar mycket har projektet också haft för avsikt att försöka uppskatta vad en färdigutvecklad produkt skulle kunna kosta på marknaden när/om den blir kommersiellt tillgänglig. Tanken vid projektstart var att sätta kostnaden av tekniken i relation till hur mycket näringsämnen den samlade upp, till exempel kostnaden för att samla upp ett kg fosfor.

Eftersom tekniken som testats under projektet endast varit en pilotanläggning där tekniken provats på en odlingskasse har vi också velat göra en bedömning av vad det skulle kosta att skala upp till en fullstor anläggning. I detta exempel har man utgått från en odling om 1500 ton foder med tio uppsamlingsenheter.

Under projekttiden har både kostnader och möjliga intäkter från tekniken diskuterats. En möjlig intäktskälla har identifierats i slammet, vilket potentiellt skulle kunna säljas som gödsel. En annan fundering och ett möjligt framtida scenario som lyfts kring denna teknikutveckling är huruvida en uppsamling av partiklar och därigenom näringsämnen potentiellt skulle kunna innebära att fiskodlare får möjlighet att utöka sina tillstånd. Med rådande lagstiftning är detta dock inte en reell möjlighet eftersom tillstånden är reglerade på foderförbrukning och inte närsaltsutsläpp. Ett annat alternativt är att tekniken skulle kunna möjliggöra odling på platser som inte varit tillgängliga tidigare på grund av att det till exempel inte finns utrymme att släppa ut mer näring i vattenförekomsten.

2 Kostnader

För att kunna ta fram en rättvis och trovärdig "cost-benefit-analys" krävs relativt mycket underlag. För att kunna besvara frågeställningarna har bland annat följande data identifierats som nödvändiga:

Kostnader

- Direkta investeringskostnader för systemet – inköp och avskrivning samt etablering av systemet i form av uppsamlingsenhet, avvattningsanläggning, extra pumpar för slam och vatten, båtar, pråmar, slangar, nya byggnader, markförberedelser eller dylikt.
- Driftkostnader – arbetskostnader för drift och rengöring för både uppsamlingsenheten och avvattningsanläggningen, ökade kostnader för drivmedel och el samt förbrukningsmaterial (filter, polymer, rengöringsmaterial etc).

För att kunna besvara frågeställningarna har även annan information varit önskvärd att samla in:

- Procentuellt partikelåtertag från systemet
- Mängden närsalter som systemet samlat upp
- Data om kostnader för utfodring – Mängder och kostnader för foder, utfodringsteknik, fodrets sammansättning samt foderkonvertering hos fisken.

I denna PM har kostnader delats upp i tre kategorier:

1. Uppsamlingsenheten
2. Avvattningsanläggningen
3. Övriga kostnader

2.1 Uppsamlingsenheten

Det som projektet kallar för "miljökassen" eller uppsamlingsenheten inkluderar i den ekonomiska sammanställningen odlingsenheten (nät, flytkraft, ankring osv), partikelåtertagsenheten (den trattformade utrustning som fångar upp sjunkande partiklar från odlingsenheten), Lift-up systemet för pumpning av slam samt pumpar och slangar för pumpning av slam. Under projekttiden har tre olika prototyper tagits fram, i den ekonomiska sammanställningen har kostnader för de första två prototyperna slagits samman medan den tredje prototypen redovisas separat, se Tabell 1.

Tabell 1. Investeringskostnader för uppsamlingsenheten

Investeringskostnader uppsamlingsenheten	Kostnader
Prototyp 1 & 2	2 484 174 kr
Prototyp 3	235 400 kr
Lift up system	139 100 kr
Kompressor	35 000 kr
Slang för slam 100 m	3 700 kr
Pumpar 2 st	96 000 kr
Summa	2 993 374 kr

2.2 Avvattningsanläggningen

Avvattningsanläggningen har hyrts av företaget Kicab. Hyran har varit 300 000 kronor per kalenderår, utöver detta tillkom en uppstarts- och installationskostnad om 75 000 kr, se Tabell 2.

Tabell 2. Kostnader för avvattningsanläggningen.

Avvattningsanläggningen	Kostnad
Container med avattning*	300 000 kr
Uppstart av avattningssystemet	75 000 kr
Summa	375 000 kr

*Årlig kostnad (hyresavtal)

2.3 Övriga kostnader

Övriga kostnader är sådana kostnader som tekniken haft löpande och är inte en del av den initiala investeringen. I denna kategori hamnar lönekostnader och övriga kostnader för personal samt förbrukningsmaterial till antingen uppsamlingsenheten eller avvattningsanläggningen, se Tabell 3. Kostnaderna gäller hela projektiden.

Tabell 3. Driftskostnader för uppsamlingsenheten och avvattningsanläggningen.

Driftskostnader	Kostnad
Förbrukningsmaterial	28 966 kr
Löner	204 805 kr
Övriga personalkostnader	40 645 kr
Summa	274 416 kr

Inga data var tillgängliga för el- eller drivmedelskostnader specifikt associerade till projektet varför detta har exkluderats i beräkningarna. Detta kan givetvis ha ett utslag på det totala resultatet för framtida system.

2.4 Totala kostnader

Vid summering av samtliga kostnader för alla delar av tekniken; uppsamlingsenheten, avvattningsanläggningen och driftskostnader blir den totala kostnader 3 642 790 SEK, se Tabell 4. Notera att kostnaden för avvattningsanläggningen är en årlig kostnad då den utgår från ett hyresavtal medan de andra kostnaderna gäller hela projektiden.

Tabell 4. Totala kostnader för samtliga prototyper som använts i projektet plus avvattningsanläggning och övriga kostnader för personal och förbrukningsmaterial.

Totala kostnader	Kostnad
Prototyp 1 & 2	2 484 174 kr
Prototyp 3	235 400 kr
Lift up system	139 100 kr
Kompressor	35 000 kr
Slang för slam 100 m	3 700 kr
Pumpar 2 st	96 000 kr
Container med avattning*	300 000 kr
Uppstart av avattningssystemet	75 000 kr
Förbrukningsmaterial**	28 966 kr
Löner**	204 805 kr
Övriga personalkostnader**	40 645 kr
Summa	3 642 790 kr

*Årlig kostnad (hyresavtal) **Hela projektiden

3 Resultat och diskussion

Det har varit tydligt i projektet att teknikutveckling kostar mycket pengar och tar lång tid. Därför skulle det skulle inte vara representativt att ta kostnaderna för systemet som har utvecklats i projektet, arbetstiden och övriga kostnader och anta att detta utgör kostnaden för ett kommersiellt system. För att göra en uppskattning om ett framtida system har kostnaden för prototyp 3 samt övriga investeringskostnader för Lift-up systemet, kompressor, pumpar etc använts men kostnaderna för prototyp 1 och 2 exkluderats. Uppgifter om kostnader för prototyp 3 har inhämtats från Egersund Group och utgör en uppskattning om vad systemet skulle kosta att tillverka i framtiden.

Det krävdes många arbetstimmar och därmed höga personalkostnader för att sätta miljökassen i drift och utveckla systemet. Dessa kostnader kan inte ses som representativa för att beräkna kostnaderna för ett framtida system under normala driftsförhållanden. För att komma runt det problemet, antecknades nedlagda arbetstimmar, under två veckors tid, ned då anläggningen fungerade som bäst. Utöver detta har ansvarig tekniker för systemet intervjuats och fått göra en uppskattning om hur mycket arbetstid hen uppskattar att det krävs för att drifva anläggningen när den fungerar. Tiden uppskattades till ungefär en timme om dagen.

När de kostnader som kan anses gälla för ett kommersiellt system vid kontinuerlig drift läggs samman får vi en initial kostnad om 584 200 kr för uppsamlingsenheten med tillhörande teknik samt installationskostnad för avvattningsanläggningen. De årliga driftskostnaderna, inklusive hyresavtal för avvattningsanläggningen, blir 402 009 kr. Viktigt att ha i åtanke här är att driftskostnaderna inte inkluderar drivmedel eller el, kostnader som potentiellt skulle kunna vara ansevärdiga. Kostnaderna för förbrukningsmaterial är troligen underskattade. Kostnader för förbrukningsmaterial har i tabellen nedan uppskattats till 10 000 kr vilket bygger på att dom totala kostnaderna för förbrukningsmaterial har bokförts till ca 29 000 kr under projekttiden, se Tabell 4. Om anläggningen är i drift kontinuerligt under en hel odlingsssäsong är det troligt att kostnaderna blir högre för förbrukningsmaterial än vad dom varit under projekttiden när anläggningen endast varit i drift under vissa perioder.

Den totala kostnaden, för att använda tekniken under det första året blir därmed 986 209 kr, se Tabell 5.

Tabell 5. Uppskattning av kostnader för ett kommersiellt system vid kontinuerlig drift.

Kostnader kommersiellt system	Kostnader
Investeringar uppsamlingsenhet inkl. tillhörande teknik	509 200 kr
Installationskostnad avvattningsanläggning	75 000 kr
Summa investeringar/installation	584 200 kr
Lönekostnader	73 042 kr
Förbrukningsmaterial	10 000 kr
Hyra avvattningsanläggning	300 000 kr
Summa driftskostnader	402 009 kr
Summa totala kostnader	967 242 kr

Tekniken som har använts under projektet har enbart testats på en kasse. Kommersiella odlingar är av större storlek. Tillverkaren av utrustning uppskattar att tio uppsamlingsenheter skulle vara rimligt för en fiskodling om 1500 ton foder/år, vilket är ganska nära i storlek med odling i Postviken. En uppskattning om vad ett sådant system skulle kosta har därför tagits fram.

Alla kostnader för systemet kan inte tiodubblas för att få fram denna siffra. Avvattningsanläggningen skulle klara av att ta hand om slammet från ytterligare nio uppsamlingsenheter (modifikationer skulle dock krävas, vilka inte är inkluderade i kostnadsberäkningarna). Inte heller arbetstiden kan antas vara linjärt ökande med fler enheter. Tillsammans med driftspersonalen och ansvarig tekniker har denna tid uppskattats till 3 timmar om dagen.

De initiala investerings- och installationskostnaderna för tio enheter beräknas till ca 5,1 miljoner kr och driftskostnaderna till ca 620 000 kr årligen. Totalkostnaden, för tio enheter under kontinuerlig drift, det första året har beräknats till strax under 5,7 miljoner, se Tabell 6. Även här är det viktigt att tänka på att driftkostnaderna troligen är underskattade då drivmedel- och elkostnader helt saknas och

förbrukningsmaterialskostnader troligen är högre än den uppskattade. Det bör poängteras att detta är kostnaderna för själva partikelavskiljningen, utöver detta tillkommer kostnader all utrustning som krävs för en kommersiell fiskodling.

Tabell 6. Uppskattning av kostnader för tio enheter av ett kommersiellt system under kontinuerlig drift.

Kostnader kommersiellt system	Kostnader
Investeringar uppsamlingsenhet inkl. tillhörande teknik	5 092 000 kr
Installationskostnad avvattningsanläggning	75 000 kr
Summa investeringar/installation	5 167 000 kr
Lönekostnader	219 127 kr
Förbrukningsmaterial	100 000 kr
Hyra avvattningsanläggning	300 000 kr
Summa driftskostnader	619 217 kr
Summa totala kostnader	5 786 127 kr

Tekniken skulle givetvis inte enbart användas under endast ett år om investeringen gjordes av ett företag. Det är vanligt att räkna med en avskrivningstid om 10 år på tekniska investeringar. Större investeringar, likt denna, kräver ofta att företag lånar pengar varför nedan exempel räknar med en ränta om 6% på investeringarna. I Tabell 7 kan en investeringskalkyl över de första fem åren ses.

Tabell 7. Investeringskalkyl baserad på de första fem åren av kontinuerlig drift. Grå text är hypotetiska värden som ej är baserade på faktiska kostnader från projektet.

Investeringskalkyl	År 1	År 2	År 3	År 4	År 5
Investeringskostnad för uppsamlingsenhet inkl. tillhörande teknik	5 975 791 kr				
Avskrivningar	671 710 kr	584 388 kr	508 417 kr	442 323 kr	384 821 kr
Drift (personalkostnader, förbrukningsmaterial och hyra avvattning)	619 217 kr	619 217 kr	619 217 kr	619 217 kr	619 217 kr
Resultat	-1 290 927 kr	-1 203 605 kr	-1 127 634 kr	-1 061 540 kr	-1 004 038 kr
Mervärde					
Hypotetiskt bruttovärde av tillståndsökning 80 ton	1 360 000 kr	1 360 000 kr	1 360 000 kr	1 360 000 kr	1 360 000 kr
Resultat efter hypotetisk tillståndsökning om 80 ton	69 073 kr	156 395 kr	232 366 kr	298 460 kr	355 962 kr

I Tabell 7 kan ses att kostnader för systemet under första året är ca 1,3 miljoner kr och succesivt minskar i takt med att avskrivningar görs och kostnaderna för lånen för investeringen minskar. I ovanstående kalkyl saknas inkomstkällor och projektet hade även förhoppningar om att kunna beräkna kostnaden för upptag av fosfor. Eftersom systemet haft svårt att uppnå kontinuerlig drift under någon längre tidsperiod har det inte varit möjligt att räkna ut ett värde för partikelåtertag som skulle vara representativt att använda för en ekonomisk

beräkning. En ekonomisk analys baserat insamlade data skulle vara vilseledande för framtida utvecklingen av systemet. Att uppge en kostnad, till exempel, per kg återtagen fosfor skulle, med insamlat data, kunna tolkas som att systemet inte kan vara lönsamt och därmed en misslyckad teknik som ej anses värdig för vidare utveckling eller investering. Detta är inte projektdeltagarnas åsikt, tvärtom finns det en tro på att systemet mycket väl kan vara något som kan fungera i en senare utformning. Vattudalens fisk och Egersund kommer fortsätta utveckla tekniken även efter projektets slut. Detta ger en starkare indikation av förhoppningarna på systemet än vad en missvisande ekonomisk analys skulle göra. Det har heller inte varit möjligt att räkna ut hur stora intäkterna skulle kunna bli av försäljning av slam eftersom uppsamlingsprocenten från projektet inte kan ses motsvara en kommersiellt fungerande anläggning.

För att ändå få en uppskattning om vad som skulle krävas för att göra systemet lönsamt har vi räknat ut att om företaget fick lov att utöka sitt tillstånd med så lite som 5%, motsvarande 80 ton foder, skulle bruttoförsäljningen av fisk täcka kostnaderna för systemet, se dom sista två raderna i Tabell 7. Som nämndes i inledningen är detta dock inte en reell möjlighet med dagens lagstiftning som är baserad på foderförbrukning och inte utsläpp. Man kan även tänka sig att marknadsföringsvärdet skulle bli ännu mer värdefullt än ökningen i tillstånden. Mediauppmärksamhet och en acceptans bland flera i allmänheten skulle kunna resultera i en ökad efterfrågan för produkter som kommer från en odling med ett partikelåtertagssystem.

4 Slutsatser

Denna PM har i stor uträkning fokuserat på kostnaderna kopplat till tekniken som använts och utvecklats i projektet samt i viss utsträckning vad som skulle krävas för att uppnå lönsamhet. Det är dock viktigt att ta i beaktning att detta inte kan ses som en direkt spegling av en framtida investering. En del data som hade behövts för att göra en komplett cost-benefit-analys har inte varit möjliga att samla in under projektiden, detta gäller till exempel användning av el och drivmedel, arbetstid för drift, uppsamlingsprocent med mera. Vissa kostnader har uppskattats medan andra har exkluderats ur analysen då uppskattningar av dessa skulle kunna vara missvisande.

Systemet i den utformning som testades under projektet utgör en stor och betydelsefull investering för ett vattenbruksföretag. Det är därför viktigt att fortsätta teknikutvecklingen, att undersöka inte enbart kostnaderna utan också fördelarna med systemet. I den ekonomiska genomgången och med de antaganden som gjort om framtiden för tekniken kan det ses att tekniken blir betydligt billigare, framför allt i drift, om den skalas upp. Detta är viktigt att ha i åtanke om tekniken ska användas kommersiellt i framtiden. Små företag har inte samma investeringskapacitet som större bolag. Samtidigt har mindre odlingar troligtvis inte samma miljöpåverkan varför behovet av partikelåtertag kan antas vara mindre. Därför är det viktigt att noga avväga kostnader kontra fördelar med ett sådant system både för miljön och för företaget så att kostnaderna för systemet inte omöjliggör företagets överlevnad.

Då partikelåtertaget i dagsläget inte är så stort som projektgruppen hade önskat har det inte varit möjligt att göra någon fullständig cost-benefit-analys. För att kunna avgöra om systemet kan bli ekonomiskt lönsamt i framtiden behövs vidare teknikutveckling. Det finns däremot en tro på att systemet kommer att kunna fortsätta utvecklas och fungera i framtiden.

PM Erhållande av tillstånd, mål 5

1 Inledning

Sweco Sverige AB (Sweco) har på uppdrag av Sveriges Lantbruksuniversitet (SLU) undersökt möjligheterna till att fånga upp och tillvarata slam från fiskodling. Detta har undersökts vid Vattudalens Fisks odling i Postviken, Äspnäs, Ströms Vattudal, Strömsunds kommun, Jämtlands län. För att kunna genomföra detta projekt har ett antal tillstånd och anmälningar om ändring varit nödvändiga för vilka denna PM redogör.

1.1 Bakgrund

Vattudalens Fisk AB bedriver sedan tidigare en tillståndspliktig verksamhet som bland annat regleras enligt nedanstående miljötillstånd.

- Tillstånd att odla fisk och övervintra fisk samt bortledning av vatten, Mark- och miljödomstolen, Mål nr. 1929-20, daterat 2021-07-16.
- Ändring av villkor i tillstånd, Miljöprövningsdelegationen vid Länsstyrelsen i Västernorrland, dnr. 551-8611-14 (2313-126) daterat 2016-01-20.
- Ändring av MPD beslut, Mark- och miljödomstolen, Mål nr. 1406-09, daterat 2010-07-02.
- Tillstånd att odla fisk i Postviken, Miljöprövningsdelegationen (MPD) vid Länsstyrelsen i Jämtlands län, dnr. 551-7172-08, daterat 2009-04-08.

När projektet inleddes reglerades bolagets verksamhet i de tre nedre tillstånden som under projektets gång ersatts av det översta nya tillståndet. I det förnyade miljötillståndet finns prövotidsvillkor om att fortsätta utreda tekniken med semislutna kassar.

Vattudalens Fisk AB har tillstånd att bedriva odling av regnbåge och röding med en årlig maximal förbrukning av fiskfoder om 1 800 ton i. Postviken, Dragan i anslutning till fastigheten Äspnäs 1:40 i Strömsunds kommun. Tillståndet gäller i 15 år från det att denna deldom vunnit laga kraft, alternativt från det att tillståndet tagits i anspråk.

1.2 Syfte

Syftet med denna PM är att redogöra för de anmälningar och ändringar av tillstånd som varit nödvändiga inom ramen av projektet för att kunna utvärdera och testa tekniken för partikeluppsamling vid fiskodlingen i Postviken.

2 Anmälan om ändring av tillståndspliktig verksamhet, enligt miljöprövningsförordningen (2013:251)

En ändring av tillståndspliktig verksamhet ska anmälas till tillsynsmyndigheten innan ändringen får påbörjas enligt miljöprövningsförordningen (2013:251).

Bestämmelser om ändringar regleras i 1 kap. 11 § miljöprövningsförordningen (2013:251).

Inom projektet har Vattudalens Fisk AB lämnat in två anmälningar om ändring miljöprövningsförordningen (2013:251).

2.1 Anmälan om ändring av miljöfarlig verksamhet avseende uppsamlingsenheten

Innan uppstart av projektet skickades en första anmälan om ändring in till Strömsunds kommun som redogjorde för den planerade ändringen av verksamheten. Denna inkluderade information om bland annat nya förtöjningar och förankringar som behövde göras på platsen, en lokalisering av försökskassen närmare landbasen än dåvarande placeringar av odlingskassar, placering av en avvattningsanläggning på landbasen och en partikeluppsamlare under en odlingskasse. Anmälan om ändring inkluderade principskisser av den planerade tekniken samt en teoretisk massbalans av förväntat resultat. Ändringen avsåg inte någon utökning i foderförbrukning eller utsläpp av näringsämnen utan endast en omfördelning av redan tillståndsgivna nivåer från existerande odlingskassar till försökskassen. För anmälan om ändring i sin helhet, se Bilaga 1 och 2.

Anmälan om ändring skickades till Strömsunds kommun 2018-06-29, kompletterades 2019-07-02 och Strömsunds kommun tog beslut 2018-09-12. Strömsunds kommun beslutade att anmälan om ändring inte föranledde någon åtgärd från miljö- och byggnadsnämndens sida (Dnr: 2018.0906). Strömsunds kommuns beslut kan ses i sin helhet i Bilaga 3.

I anmälan om ändring uppgavs att försöksverksamheten skulle pågå under två odlingssäsonger. Projektet har efter inlämnande av anmälan om ändring blivit förlängt vid flertalet tillfällen. Beslutet som fattades av Strömsunds kommun (Dnr: 2018.0906) var dock inte tidsbegränsat men Strömsunds kommun har blivit informerade om förlängningen av projektet innan varje ny odlingssäsong har startat.

2.2 Anmälan om ändring avseende omhändertagande av uppsamlat slam från avvattningsanläggning

När tekniken för uppsamling av slam från fiskproduktionen var på plats skickades ytterligare en anmälan om ändring in till Strömsunds kommun. I anmälan avseende omhändertagande av uppsamlat slam redogjorde Vattudalens Fisk för hur avvattningsanläggningen fungerade, dess lokalisering och de olika flödena som genererades. Det redogjordes för uppskattad mängd slam, hur detta skulle lagras och transporteras ifrån odlingsområdet. Den här anmälan om ändring skickades in till Strömsunds kommun 2019-04-18. Hela anmälan om ändring kan ses i Bilaga 4.

Strömsunds kommun fattade beslut i ärendet 2019-06-18. Strömsunds kommun beslutade att anmälan om ändring inte föranledde någon åtgärd från miljö- och byggnadsnämndens sida (Dnr: 2019.0382). Beslutet i sin helhet kan ses i Bilaga 5.

I anmälan om ändring (Dnr: 2019.0382, bilaga 3) uppgavs att försöksverksamheten skulle pågå under två odlingssäsonger. Projektet har efter inlämnande av anmälan blivit förlängt vid flertalet tillfällen. Beslutet som fattades av Strömsunds kommun var dock inte tidsbegränsat men Strömsunds kommun har blivit informerade om förlängningen av projektet innan varje ny odlingssäsong har startat.

3 Tillstånd för slambehandlingsanläggning, enligt miljöprövningsförordningen (2013:251)

Teknik- och serviceförvaltningen i Strömsunds kommun lämnade in en ändringsanmälan till Miljö- och byggnämnden för att få ta emot och behandla slam från fiskodling i sina slamlaguner. Beslut i ärendet fattades 2019-06-17, anmälan föranledde ingen åtgärd (Dnr. 2019.0538, Bilaga 6).

Strömsunds kommun ansökte om förnyat tillstånd för miljöfarlig verksamhet hos Länsstyrelsen i Jämtlands län för slambehandling på fastigheterna Tåsjö 4:10 och Tåsjö 2:56 i Strömsunds kommun, Jämtlands län. Detta tillstånd inkluderade årligen 100 ton uppsamlade fiskfekalier och foderrester från försöksanläggningen i Postviken. Beslutet fattades 2020-11-03 och är giltigt till och med 2030-12-31.

Fiskslammet från fiskodling får därmed tas om hand vid Hotings slambehandlingsanläggning om det överensstämmer med anläggningens krav samt att tillämpliga regler om animaliska biprodukter följs.

Slammet från avvattningsanläggningen som kan lämnas till slambehandlingsanläggningen i Hoting innehåller inte animaliska biprodukter och har testats enligt Strömsunds kommuns regelverk för avloppsslam enligt framtaget kontrollprogram.

Beslutet från Länsstyrelsen i Västernorrlands län (Dnr. 551-715-2020) kan ses i sin helhet i Bilaga 7.

4 Andra tillstånd/anmälningar

Behov av andra anmälningar, ändringar eller tillstånd har inte identifierats under projektets gång. Det vattenuttag, som i sig är en vattenverksamhet, som sker i samband med avvattningen av slammet har bedömts vara så pass marginellt att ingen anmälan krävs. Vattnet återförs till recipient i projektet med undantag för de mindre mängder vatten som finns kvar i det avvattnade slammet.

Kapitel 11 §12 Miljöbalken Tillstånd enligt denna balk eller anmälan enligt 9 a § behövs inte, om det är uppenbart att varken allmänna eller enskilda intressen skadas genom vattenverksamhetens inverkan på vattenförhållandena.

Under projektets gång har projektets framdrift och resultat vid ett flertal tillfällen diskuterats med aktuell tillsynsmyndighet, d v s Strömsunds kommuns miljö- och hälsoskyddsinspektör Annika Berglund. Annika är även aktiv i projektets referensgrupp.



2018-06-29

Anmälan om ändring av tillståndspliktig verksamhet, enligt miljöprövningsförordningen (2013:251)

1 (13)

Sweco
Storgatan 51

SE-852 30 Sundsvall, Sverige
Telefon +46 (0)8 695 60 00
Fax
www.sweco.se

Sweco Environment AB
RegNo: 556346-0327
Styrelsens säte: Stockholm

Wenche Hansen
Uppdragsledare/Miljökonsult
Sundsvall/Härnösand
Telefon direkt +46 (0)6 016 99 55
Mobil +46 (0)722 35 37 16
wenche.hansen@sweco.se

Administrativa uppgifter

Vattudalens Fisk AB
Anläggning: Postviken
Kontaktperson: Iivari Valli
Bredgårdsgatan 8c, 833 31 Strömsund
Mob.nr.073-8096081
E-post: iivari@vattufisk.se
Org.nr: 556742-7470

Ändringsanmälan har upprättas av Sweco Environment AB, tillsammans med Vattudalens Fisk AB samt SLU.

Kontaktperson Sweco Enviroment AB:

Wenche Hansen, Uppdragsledare
Mobil: 072-235 37 16
e-post: wenche.hansen@sweco.se

Anmälan om ändring av tillståndspliktig verksamhet, enligt miljöprövningsförordningen (2013:251)

En ändring av tillståndspliktig verksamhet ska anmälas till tillsynsmyndigheten innan ändringen får påbörjas enligt miljöprövningsförordningen (2013:251). Bestämmelser om ändringar regleras i 1 kap. 11 § miljöprövningsförordningen (SFS 2013:251).

Vattudalens Fisk AB anmäler om ändring av tillståndspliktig verksamheten i Postviken, Ströms Vattudal, Strömsunds kommun. Ändringens omfattning och utformning samt övergripande miljöeffekter redogörs för nedan.

Vattudalens Fisk ABs bedömning är att ändringen kan hanteras som en anmälan inom gällande miljötillstånd för verksamheten.

Gällande tillstånd

Vattudalens Fisk AB (Bolaget) har tillstånd till att odla fisk i Postviken och Linjeviken, Dragan i Ströms Vattudal, Strömsunds kommun. Anmälan om ändring av tillståndspliktig verksamhet omfattar Bolagets verksamhet i Postviken. Nuvarande miljötillstånd för Postviken regleras i följande beslut:

- Tillstånd att odla fisk i Postviken, Miljöprövningsdelegationen (MPD) vid Länsstyrelsen i Jämtlands län, dnr. 551-7172-08, daterat 2009-04-08.
- Ändring av MPD beslut, Mark- och miljödomstolen, Mål nr. 1406-09, daterat 2010-07-02.
- Ändring av villkor i tillstånd, Miljöprövningsdelegationen vid Länsstyrelsen i Västernorrland, dnr. 551-8611-14 (2313-126) daterat 2016-01-20.

Bolaget har tillstånd att bedriva odling av regnbåge och röding med en maximal årsproduktion av 1600 ton fisk i Postviken, Dragan i anslutning till fastigheten Äspnäs 1:40 i Strömsunds kommun. Tillståndet omfattar även övervintring av maximalt 1600 ton fisk i Postviken. Maximalt 1800 ton foder per år får användas (villkor 2).

Bakgrund

Ett samarbetsavtal har upprättats mellan Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för Husdjurens Utfostring och Vård (SLU/HUV) (org.nr.202100-2817) med Egersund Group AS (org. nr. 980000621) och Vattudal Fisk AB (org. nr. 556742-7470). SLU har i sin tur ett avtal med Sweco Environment AB.

Bakgrunden till detta är att SLU har erhållit medel från Europeiska havs- och fiskerifonden (EHFF) för:

- att driva en pilotanläggning för partikeluppsamling i en aktiv fiskodling lokaliserad i en svensk kraftverksdamm,
- att utvärdera effektiviteten av partikeluppsamling och hantering av slam från densamma
- att i experimentell miljö studera kvantitativt och kvalitativt faecesutsläpp från olika foder samt

- att baserat på ovan sammanställa objektiva kvalitativa och kvantitativa data lämpliga för vetenskaplig publikation och som kan tjäna som underlag i myndigheters bedömning av miljötillstånd och företags miljöekonomiska effektivitetskalkyler.

Arbetet är i linje med den Svenska nationella strategin och handlingsplanen för utveckling av cirkulär och miljövänlig matproduktion. Arbetet ligger också i linje med den Svenska livsmedelsstrategin. Målet med projektet ligger också i linje med Egersund Group AS och Vattudal Fisk ABs intressen inom miljövänlig fiskodling.

Planerad ändring av verksamheten

Omfattning och utformning

Denna ändringsanmälan omfattar att Vattudalens Fisk AB har åtagit sig (gentemot SLU) att upplåta plats för, samt i möjligaste mån vara behjälplig med daglig skötsel/provtagning, av

- a) utrustningen för uppsamling av partiklar från en aktiv odlingskasse (1 enhet) under en total tid av två odlingsssäsonger samt
- b) en anläggning för avvattning av uppsamlade partiklar.

Test av prototypen för uppsamling av partiklar kommer att ske i flera steg:

- 1) Installation och förtöjning under odlingskasse utan fisk. Kontroll av formstabilitet under påverkan av vattenström, identifiera ev. interaktioner med odlingskassen, infästningar, pumpar och slangar för partikelförflyttning mm. Denna test utförs vid Egersund Groups AS anläggning i Norge. Denna utrustning är av mindre dimension än den som sedan tas vidare till steg 3. Denna test planeras att utföras i juni-juli 2018.
- 2) Eventuella justeringar av uppsamlingsenhetens funktion mm genomförs efter testet ovan. Efter att ev. justeringar genomförts tillverkas en uppsamlingsenhet som kan installeras för en odlingskasse med omkrets 80 - 100 m.
- 3) Installation och förtöjning av utrustning för uppsamling av partiklar under odlingskasse utan fisk vid Bolagets verksamhet i Postviken. Installation av fästanordningar, pumpar, ledningar mm från uppsamlingsenhet till land. Kontroll enligt ovan. Tidplan för detta steg beror av utfallet i steg 1-2 men preliminärt juli-september 2018.
- 4) När steg 3 ovan är genomfört kommer test att ske med fisk. Fortsatt kontroll enligt ovan. Fekalier och foderester som samlats upp i uppsamlingsenhetens botten pumpas upp på land. Tidplan för detta steg beror av utfallet i steg 1-3, men preliminärt augusti- september 2018 sker första testet med fisk.
- 5) Under vintern 2018-2019 kommer utvärdering att ske och bedömning göras av behovet av eventuella justeringar av uppsamlingsenheten inför produktionssäsongen 2019. Kunskap om slammängder och dess kvalitet samt innehåll har även införskaffats utifrån det inledande testet. Denna kunskap ska ligga till grund för en bedömning gällande behovet av avvattningsanläggning samt dess utformning, dimensionering mm inför produktionssäsongen 2019.

- 6) Ev. avvattningsanläggning installeras inför odlings säsongen 2019. Fortsatt test och utveckling sker av uppsamlingssystemet.

Målet är att odla ca 40 ton fisk per år i den odlingskasse som utrustas med uppsamlingsenhet. Vilket innebär en foderförbrukning om ca 45 ton foder per år. Uppsamlingsenheten planeras att testas under två odlings säsonger. Odlings säsongen 2018 blir dock endast en mindre testomgång med mindre mängd fisk.

Pilotanläggningen planeras att lokaliseras närmare landbasen i syfte att bland annat underlätta ledningsdragnin mm för bortledning av uppsamlat material. Nya lokaliseringen innebär även att nya förankringssystem behöver anläggas. Strömmätningar och sedimentundersökningar mm kommer att genomföras under juni 2018 i syfte att hitta en lämplig lokalisering inom området för befintligt tillstånd.

Uppsamlingssystemet är under konstruktion och utveckling. I nuläget finns endast översiktliga konceptuella skisser, se fig. 1 - 2 nedan.

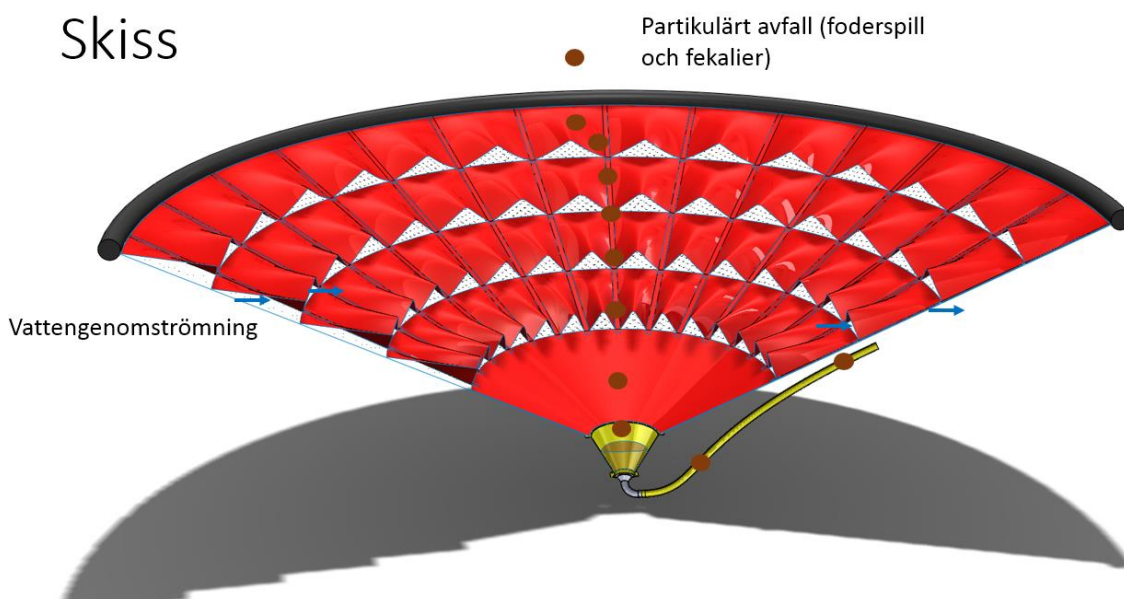


Fig. 1 Skiss prototyp uppsamlingssystem som installeras under odlingskassen.

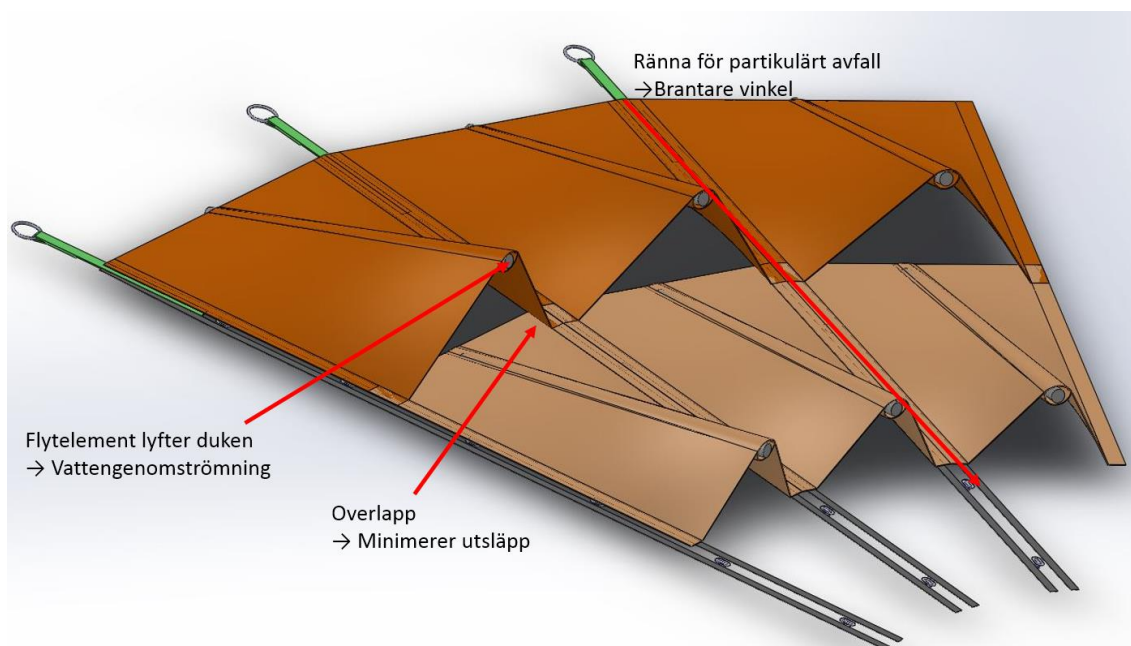


Fig. 2. Skiss, del av prototypen, som visar dukens konstruktion.

Slam/gödselhantering och behandling

Planering pågår gällande hur det slam/gödsel (fekalier och foderrester) som pumpas upp på land ska hanteras och behandlas, se steg 4 ovan. Även denna del av projektet kommer att behöva ske i flera steg.

Det finns olika behandlingstekniker för slam. Syftet med slambehandlingen är att minska volymen och mängden slam samt att stabilisera slammet i syfte att reducera risken för luktproblem.

För odlings säsongen 2018 är målbilden att hitta en lämplig infiltrationsyta inom fastigheten Äspnäs 1:17 för hantering av slammet (fekalier och foderrester) som samlats upp i uppsamlingsenhetens botten och pumpas upp på land. Utredning pågår att hitta lämplig infiltrationsyta som kan användas under testpumpningen. Bedömningen är att endast en mindre volym slam kommer att hinna genereras under denna första testperiod. I samband med denna första testperiod införskaffas mer kunskap om uppsamlingsenhetens funktion, pumpkapacitet och tömningsfrekvens, flöden, slammängder, fodrets betydelse, läckage hastigheter, slamprofiler mm. Se nedan estimerad bedömning av slammängder.

Alternativ till hantering av slammet lokalt på fastigheten är att det sker en uppsamling i container för transport till godkänd mottagare.

Inför odlingssäsongen 2019 är målbilden att slammet som pumpas upp på land ska behandlas. Preliminärt installeras en behandlingsanläggning i befintlig byggnad. Den kunskap som inhämtas vid den första testperioden kommer ligga tillgrund för bedömningen av lämplig behandlingsteknik.

En kompletterande ändringsanmälan kommer att lämnas in för slam/gödselhantering och behandling så snart mer kunskap inhämtats.

Miljöeffekter

Med miljöeffekter avses i 6 kap. 2 § miljöbalken direkta eller indirekta effekter som är positiva eller negativa, som är tillfälliga eller bestående, som är kumulativa eller inte kumulativa och som uppstår på kort, medellång eller lång sikt på:

1. befolkning och människors hälsa,
2. djur- eller växtarter som är skyddade enligt 8 kap. och biologisk mångfald i övrigt,
3. mark, jord, vatten, luft, klimat, landskap, bebyggelse och kulturmiljö,
4. hushållningen med mark, vatten och den fysiska miljön i övrigt,
5. annan hushållning med material, råvaror och energi, eller
6. andra delar av miljön. Lag (2017:955).

Den anmälda ändringen av verksamheten är av begränsad, tillfällig omfattning, och har försökskaraktär med ett övergripande syfte att utveckla kassodlingen så att miljöeffekterna kan minskas. Vilket innebär att de miljökonsekvenser och miljöbedömning som redogjorts för inför prövningen av befintlig verksamhet påverkas i ringa omfattning. Nedan förs ett resonemang om ändringens miljöeffekter på en övergripande nivå. Detta med anledning av att ett av syftena med projektet är att utveckla ny teknik för uppsamling av fekalier och foderrester samt utvärdera tekniken och dess ekonomiska som miljömässiga effekter.

Vattenmiljön

Syftet med uppsamlingsenheten är att denna ska samla upp det partikulära avfallet från odlingskassen (en enhet testas) i form av fekalier och foderrester. Hur stor andel partikulärt avfall som uppsamlingsenheten kommer att samla upp saknas den kunskap om i nuläget, syftet och målet med projektet är att införskaffa denna kunskap.

För att beräkna förluster från odling i kasse kan massbalansberäkningar användas. Detta kan göras för det partikulära avfallet men även för lösta näringsämnen. Vid beräkningarna behöver ett antal antaganden generellt göras. I beräkningarna av hur mycket partikulärt avfall som potentiellt kan genereras ingår ett antal antaganden vilka kan avgränsas enligt figur 3 nedan. Partikelegenskaperna kan förväntas variera bland annat för faktorerna fiskart, fiskstorlek, foderkoefficient, fodrets egenskaper mm.

Massbalansanalysen i figur 3 visar att ca 25% av fosfor är löst medan ca 75% är bundet i det partikulära avfallet som sedimenterar. För kväve är förhållandet att ca 32 % är bundet i det partikulära avfallet och ca 68 % löst.

Uppsamling av partikulärt avfall innebär att belastningen på vattenmiljön genom spridning av fekalier och foderrester kan reduceras, jämfört med om ingen uppsamling sker.

Uppsamlingsenheten förankras under befintlig odlingskasse varav inget större vattenområde tas i anspråk än vid odling utan uppsamlingsystem. Pilotanläggningen planeras att lokaliseras på ny plats inom tillståndsgivet odlingsområde. Detta för att kunna följa och jämföra belastningen från pilotanläggningen med det öppna odlingsystemet.

Den samlade bedömningen är att anmäld ändring bedöms ha en positiv inverkan lokalt på vattenmiljön. Även om den inom ramarna för detta projekt är av begränsad omfattning utifrån den ringa mängden fisk som ska produceras i pilotanläggningen i förhållande till den totala fiskproduktionen i verksamheten.

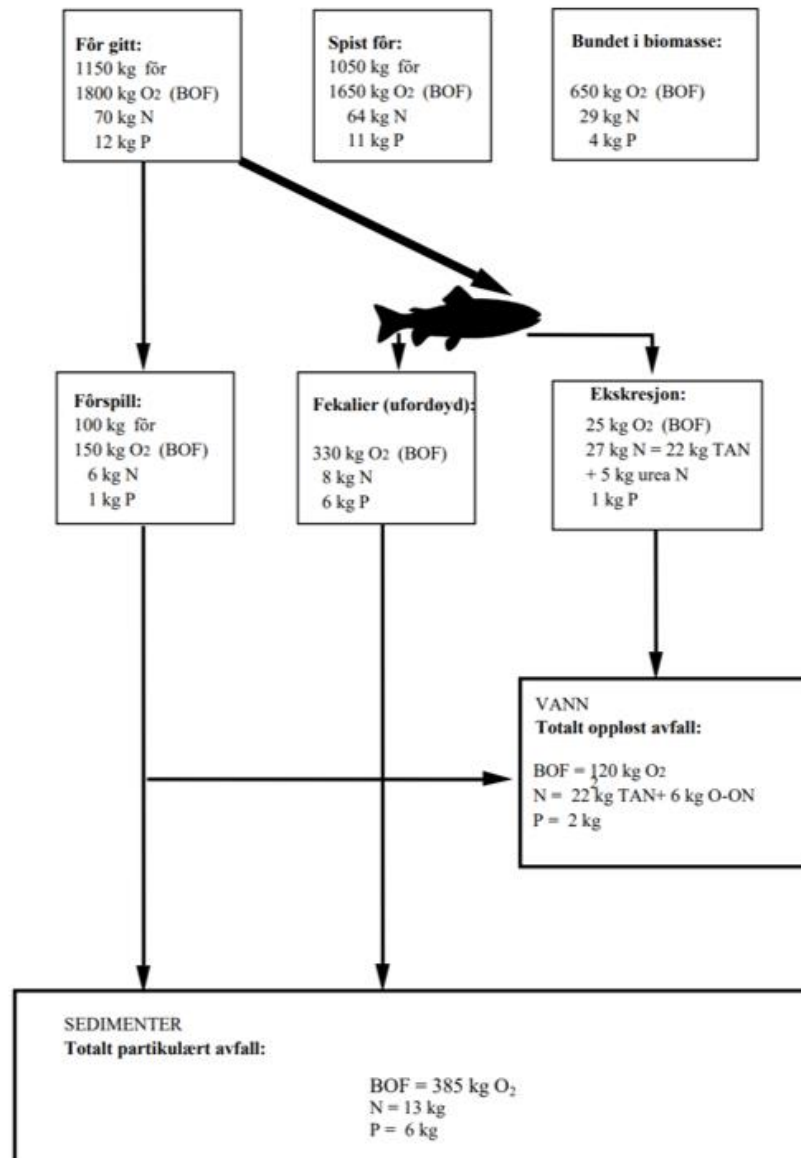


Fig. 3 Massbalans for organiskt material och närsalter i en kassodling for lax och regnbågsforell som utfodras med högenergifoder (Bergheim och Braathen 2007).

Slam/gödselhantering och behandling

Uppsamlingen av fekalier och foderrester innebär att det uppstår ett slam som behöver hanteras och behandlas. Det finns ett generellt samhällsbehov av att öka omställningen från linjära materialflöden till mer cirkulära flöden. Syftet och målet med projektet är att införskaffa kunskap om vilka möjligheter till återtag av det slam/gödsel som genereras som finns samt vilken behandling som förutsätts för olika alternativa återtag. Beroende av slammets kvalitet och innehåll mm finns flera olika tänkbara användningsområden för slammets.

Tänkbara användningsområden är bland annat:

- ✓ biogasframställning,
- ✓ gödsling inom lant- och skogsbruk,
- ✓ produktion av mask eller andra djur/bakterier för användning som foder.
- ✓ kompostering- och jordtillverkning (anläggning, planteringsjord etc)
- ✓ lokal/regional förbränningsanläggning

Hantering av slam/gödsel innebär en risk för luktstörningar och därmed finns en risk för att närboende skulle kunna störas. Risken för luktstörning bedöms i detta fall som liten utifrån befintlig kunskap och med hänsyn tagen till att avståndet till närmaste bostadshus är ca 500 m.

Beroende av hantering och behandling av slam/gödsel kan antalet transporter öka något jämfört med befintlig verksamhet. Även energianvändningen kan öka något. Kunskap om hur många transporter som kan bli aktuella eller hur mycket högre energianvändningen blir är inte möjligt att bedöma i nuläget, kunskap om detta kommer att inhämtas inom projektet.

Behovet av att använda kemikalier för hantering och behandling av slam/gödsel kan uppstå. Vilka kemikalier samt mängder beror av hantering och behandlingsteknik. Information om detta föreslås hanteras i kommande kompletterande ändringsanmälan. Förvaring kommer att ske i enlighet med befintligt tillstånd.

Miljö kvalitetsmål

I detta kapitel redovisas de nationella miljö kvalitetsmålen som bedöms vara relevant för anmäld ändring av verksamheten, följt av en beskrivning av påverkan.

Sveriges miljömål innehåller ett generationsmål, 16 miljö kvalitetsmål och 24 etappmål. Generationsmålet anger inriktningen för den samhällsomställning som behöver ske för att miljö kvalitetsmålen ska nås inom en generation. Miljö kvalitetsmålen beskriver de tillstånd i miljön som miljöarbetet ska leda fram till. Etappmålen anger steg på vägen för att nå såväl generationsmålet som ett eller flera miljö kvalitetsmål.

Av dessa miljömål är det framförallt följande mål som är relevanta att redogöra för på en övergripande nivå och som berörs av att uppsamling sker av fekalier och foderrester och slamhantering:

Ingen övergödning: Fekalierna och foderresterna innehåller bland annat näringsämnen som kan ses som en källa till belastning på vattenmiljön men som genom uppsamlingen tas bort ur systemet. Slammet som samlas upp kan även ses som en resurs beroende av valet av återanvändning.

Levande sjöar och vattendrag

och Ett rikt växt- och djurliv: I ett oligotroft vattensystem är mångfalden av växter och djur begränsad. En tillförsel men även borttag av näring från ett system kan ha en så väl positiv som negativ inverkan på växter och djur.

Begränsad klimatpåverkan: Energianvändningen vid slamhanteringen har en inverkan på målet. Valet av förnybara energikällor kan bl.a. reducera inverkan.

God bebyggd miljö Detta mål är vittomfattande och framförallt berörs hushållning med resurser som att ta tillvara på bl.a. näringen i slammet.

Beroende av hur slammet återanvänds som resurs kan även andra miljö kvalitetsmål påverkas.

Miljö kvalitetsnormer

Miljö kvalitetsnormer (MKN) finns för närvarande för utomhusluft (SFS 2010:477), omgivningsbuller (SFS 2004:675), fisk- och musselvatten (SFS 2001:554), samt för kvaliteten på vattenmiljön (SFS 2004:660).

Miljö kvalitetsnormer för utomhusluft eller omgivningsbuller samt fisk- och musselvatten bedöms ej beröras av den anmälda ändringen.

MKN för kvalitén på vattenmiljön

Beslutad miljö kvalitetsnorm för Ströms Vattudal (SE708032-149042) är god ekologisk potential 2027 och god kemisk ytvattenstatus med mindre stränga krav för bromerad difenyleter samt kvicksilver och dess föreningar. För dessa ämnen gäller att halterna inte får öka jämfört med nivåerna i december 2015.

Den ekologiska potentialen i Ströms Vattudal har bedömts vara otillfredsställande (2017), baserat på att vattenförekomsten är kraftigt modifierad på grund av vattenkraftsverksamhet. Detta innebär en väsentlig påverkan på konnektivitet, flödesregleringar och morfologiska förändringar.

Den kemiska ytvattenstatusen inklusive dessa ämnen (mindre strängare krav) är klassad till uppnår ej god. Bekämpningsmedel, industriella föroreningar och övriga föroreningar är ej klassade.

I VattenInformationssystem Sveriges (VISS) uppges att vattenförekomsten har miljöproblem med miljögifter, flödesförändringar, morfologiska förändringar och kontinuitet. Vattenförekomsten bedöms ha miljöproblem med miljögifter på grund av halter av kvicksilver över gällande

gränsvärden. Expertbedömning genom extrapolering/modellering tyder på att gränsvärdet för kvicksilver överskrids då ingen närliggande vattenförekomst med mätdata understiger gränsvärdet. I EG:s ramdirektiv för vatten (2008/105/EG samt 2013/39/EU) anges gränsvärdet, det vill säga den tillåtna halten, för kvicksilver i biota till 20 mikrogram per kilogram ($\mu\text{g}/\text{kg}$). I Sverige idag överstiger kvicksilver gränsvärdet i alla ytvattenförekomster; sjöar, vattendrag och kustvatten. Vattenförekomsten bedöms ha miljöproblem med flödesförändringar eftersom kvalitetsfaktor Hydrologisk status klassades som 'Dålig' och vattenförekomsten klassades som Kraftigt Modifierad Vattenförekomst. Miljöproblem för morfologiska förändringar angavs eftersom 1) Vattenförekomsten klassades som Kraftig Modifierad Vattenförekomst, 2) Kvalitetsfaktor konnektivitet klassades som Dålig, även om i klassningen inte gjordes en koppling till uppströms eller nedströms konnektivitetspåverkan eller förekomst av artificiella vandringshinder.

Vattenförekomsten uppges inte ha problem med övergödning, försurning eller andra betydande miljöproblem.

Bedömningen är att anmälda ändring har en försumbar inverkan på MKN för Ströms Vattudal med hänsyn till framförallt projektets ringa omfattning. På sikt kan, om projektet faller väl ut d.v.s. att tekniken med att samla upp fekalier och foderrester visar sig fungera samt att dess miljönytta överväger kostnaderna et.c., detta inverka positivt på vattenmiljön och därmed på miljökvalitetsnormerna.

Kontroll, provtagning mm

Inom ramarna för SLU-projektet kommer ett antal utredningar att genomföras i laboratorium på SLU men även i fält vid Bolagets anläggning. Några exempel på utredningar som ska göras inom projektet är:

- ✓ Foderförsök genomförs i kontrollerad miljö på SLU.
- ✓ Försök med sediment (läckagehastigheter mm) i kontrollerad miljö på SLU
- ✓ Kvantifiera partikelavdriften.
- ✓ Ta fram en företagsekonomisk kostnads kalkyl för införande av den testade tekniken.
- ✓ Genomföra hydrodynamiska modelleringar för utvärdering av effektiviteten mm.
- ✓ Analys och rekommendation av hur tekniken med partikelåtertag kan påverka närsaltsutsläpp till recipient mm.
- ✓ Analys och rekommendation för hantering och användning mm av slamrester utvunna genom partikelåtertag.
- ✓ Analys och rekommendation av hur tekniken förhåller sig till lagstiftning mm

Kontroller i recipienten planeras att ske före, under och efter försöken. Planering pågår i nuläget av vilka provtagningar och analyser som ska genomföras i de olika skedena i projektet. På en övergripande nivå planeras följande mätningar att göras:

- ✓ Mätningar av strömhastigheter.
- ✓ Undersökningar av befintliga sediment: sonar och batymetriska undersökningar samt sedimentprover.

- ✓ Fysikalisk kemiska kvalitetsfaktorer (ex.vis. näringsämnen, ljusförhållanden, syrgasförhållanden).

Det slam som uppsamlas kommer att provtas och analyseras med avseende på BOD, torrsbstans, näringsinnehåll samt metaller och eventuellt smittämnen.

Utöver ovan nämnda kommer journalföring löpande att ske för pilotanläggningen likt övriga delar av verksamhet. Den kunskap som inhämtas genom journalföring kommer att sammanställas inom ramarna för SLU-projektet.

Dessa kontroller och provtagningar är i tillägg till Bolagets ordinarie kontrollprogram inklusive recipientkontroll och ansvaret för dessa är SLU och Sweco men Bolaget kommer att vara behjälpliga i tillämpliga delar.

VD. Iivari Valli

Vattudalens Fisk AB

2018-07-02

Anmälan om ändring av tillståndspliktig verksamhet, enligt miljöprövningsförordningen (2013:251)

Administrativa uppgifter

Vattudalens Fisk AB
Anläggning: Postviken
Kontaktperson: Iivari Valli
Bredgårdsgatan 8c, 833 31 Strömsund
Mob.nr.073-8096081
E-post: iivari@vattufisk.se
Org.nr: 556742-7470

Denna ändringsanmälan har upprättas av Sweco Environment AB, tillsammans med Vattudalens Fisk AB samt SLU.

Kontaktperson Sweco Enviroment AB:

Wenche Hansen, Uppdragsledare
Mobil: 072-235 37 16
e-post: wenche.hansen@sweco.se

Anmälan om ändring av tillståndspliktig verksamhet, enligt miljöprövningsförordningen (2013:251)

En ändring av tillståndspliktig verksamhet ska anmälas till tillsynsmyndigheten innan ändringen får påbörjas enligt miljöprövningsförordningen (2013:251). Bestämmelser om ändringar regleras i 1 kap. 11 § miljöprövningsförordningen (SFS 2013:251).

Vattudalens Fisk AB anmäler om ändring av tillståndspliktig verksamheten i Postviken, Ströms Vattudal, Strömsunds kommun. Ändringens omfattning och utformning samt övergripande miljöeffekter redogörs för nedan.

Vattudalens Fisk ABs bedömning är att ändringen kan hanteras som en anmälan inom gällande miljötillstånd för verksamheten.

Gällande tillstånd

Vattudalens Fisk AB (Bolaget) har tillstånd till att odla fisk i Postviken och Linjeviken, Dragan i Ströms Vattudal, Strömsunds kommun. Anmälan om ändring av tillståndspliktig verksamhet omfattar Bolagets verksamhet i Postviken. Nuvarande miljötillstånd för Postviken regleras i följande beslut:

- Tillstånd att odla fisk i Postviken, Miljöprövningsdelegationen (MPD) vid Länsstyrelsen i Jämtlands län, dnr. 551-7172-08, daterat 2009-04-08.
- Ändring av MPD beslut, Mark- och miljödomstolen, Mål nr. 1406-09, daterat 2010-07-02.
- Ändring av villkor i tillstånd, Miljöprövningsdelegationen vid Länsstyrelsen i Västernorrland, dnr. 551-8611-14 (2313-126) daterat 2016-01-20.

Bolaget har tillstånd att bedriva odling av regnbåge och röding med en maximal årsproduktion av 1600 ton fisk i Postviken, Dragan i anslutning till fastigheten Åspnäs 1:40 i Strömsunds kommun. Tillståndet omfattar även övervintring av maximalt 1600 ton fisk i Postviken. Maximalt 1800 ton foder per år får användas (villkor 2).

Bakgrund

Ett samarbetsavtal har upprättats mellan Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för Husdjurens Utfodring och Vård (SLU/HUV) (org.nr.202100-2817) med Egersund Group AS (org. nr. 980000621) och Vattudal Fisk AB (org. nr. 556742-7470). SLU har i sin tur ett avtal med Sweco Environment AB.

Bakgrunden till detta är att SLU har erhållit medel från Europeiska havs- och fiskerifonden (EHFF) för:

- att driva en pilotanläggning för partikeluppsamling i en aktiv fiskodling lokaliserad i en svensk kraftverksdamm,
- att utvärdera effektiviteten av partikeluppsamling och hantering av slam från densamma
- att i experimentell miljö studera kvantitativt och kvalitativt faecesutsläpp från olika foder samt

- att baserat på ovan sammanställa objektiva kvalitativa och kvantitativa data lämpliga för vetenskaplig publikation och som kan tjäna som underlag i myndigheters bedömning av miljötillstånd och företags miljöekonomiska effektivitetskalkyler.

Arbetet är i linje med den Svenska nationella strategin och handlingsplanen för utveckling av cirkulär och miljövänlig matproduktion. Arbetet ligger också i linje med den Svenska livsmedelsstrategin. Målet med projektet ligger också i linje med Egersund Group AS och Vattudal Fisk ABs intressen inom miljövänlig fiskodling.

Planerad ändring av verksamheten

Omfattning och utformning

Denna ändringsanmälan omfattar att Vattudalens Fisk AB har åtagit sig (gentemot SLU) att upplåta plats för, samt i möjligaste mån vara behjälplig med daglig skötsel/provtagning, av

- a) utrustningen för uppsamling av partiklar från en aktiv odlingskasse (1 enhet) under en total tid av två odlingssäsonger samt
- b) en anläggning för avvattning av uppsamlade partiklar.

Test av prototypen för uppsamling av partiklar kommer att ske i flera steg:

- 1) Installation och förtöjning under odlingskasse utan fisk. Kontroll av formstabilitet under påverkan av vattenström, identifiera ev. interaktioner med odlingskassen, infästningar, pumpar och slangar för partikelförflyttning mm. Denna test utförs vid Egersund Groups AS anläggning i Norge. Denna utrustning är av mindre dimension än den som sedan tas vidare till steg 3. Denna test planeras att utföras i juni-juli 2018.
- 2) Eventuella justeringar av uppsamlingsenhetens funktion mm genomförs efter testet ovan. Efter att ev. justeringar genomförts tillverkas en uppsamlingsenhet som kan installeras för en odlingskasse med omkrets 80 - 100 m.
- 3) Installation och förtöjning av utrustning för uppsamling av partiklar under odlingskasse utan fisk vid Bolagets verksamhet i Postviken. Installation av fästanordningar, pumpar, ledningar mm från uppsamlingsenhet till land. Kontroll enligt ovan. Tidplan för detta steg beror av utfallet i steg 1-2 men preliminärt juli-september 2018.
- 4) När steg 3 ovan är genomfört kommer test att ske med fisk. Fortsatt kontroll enligt ovan. Fekalier och foderester som samlats upp i uppsamlingsenhetens botten pumpas upp på land. Tidplan för detta steg beror av utfallet i steg 1-3, men preliminärt augusti- september 2018 sker första testet med fisk.
- 5) Under vintern 2018-2019 kommer utvärdering att ske och bedömning göras av behovet av eventuella justeringar av uppsamlingsenheten inför produktionssäsongen 2019. Kunskap om slammängder och dess kvalitet samt innehåll har även införskaffats utifrån det inledande testet. Denna kunskap ska ligga till grund för en bedömning gällande behovet av avvattningsanläggning samt dess utformning, dimensionering mm inför produktionssäsongen 2019.

- 6) Ev. avvattningsanläggning installeras inför odlingsäsongen 2019. Fortsatt test och utveckling sker av uppsamlingssystemet.

Målet är att odla ca 40 ton fisk per år i den odlingskasse som utrustas med uppsamlingsenhet. Vilket innebär en foderförbrukning om ca 45 ton foder per år. Uppsamlingsenheten planeras att testas under två odlingsäsonger. Odlingsäsongen 2018 blir dock endast en mindre testomgång med mindre mängd fisk.

Pilotanläggningen planeras att lokaliseras närmare landbasen i syfte att bland annat underlätta ledningsdragning mm för bortledning av uppsamlat material. Nya lokaliseringen innebär även att nya förankringssystem behöver anläggas. Strömmätningar och sedimentundersökningar mm kommer att genomföras under juni 2018 i syfte att hitta en lämplig lokalisering inom området för befintligt tillstånd.

Uppsamlingssystemet är under konstruktion och utveckling. I nuläget finns endast översiktliga konceptuella skisser, se fig. 1 - 2 nedan.

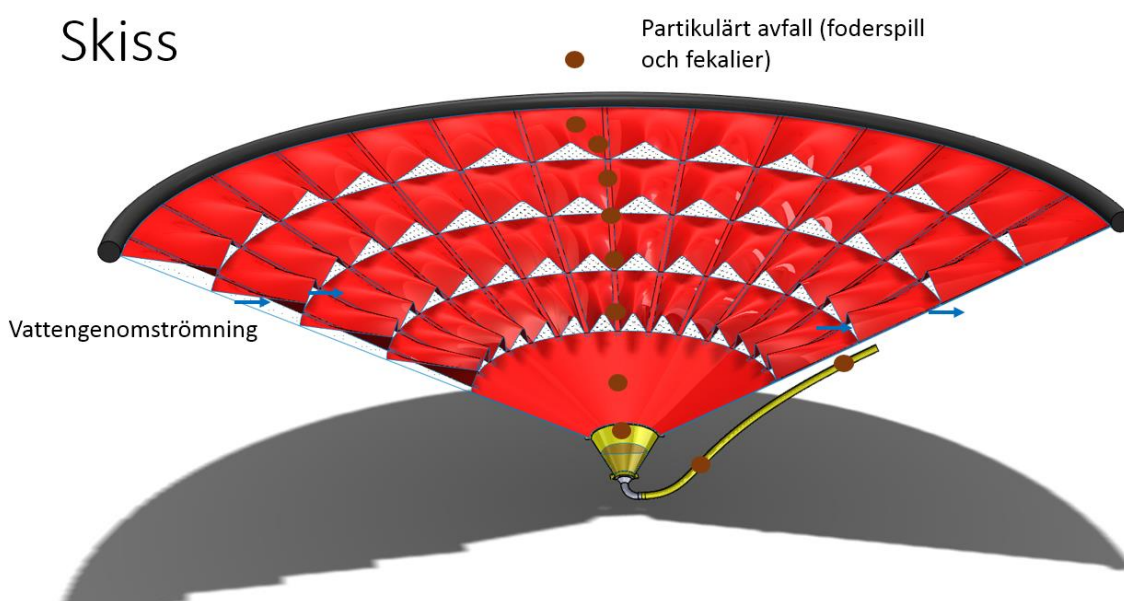


Fig. 1 Skiss prototyp uppsamlingssystem som installeras under odlingskassen.

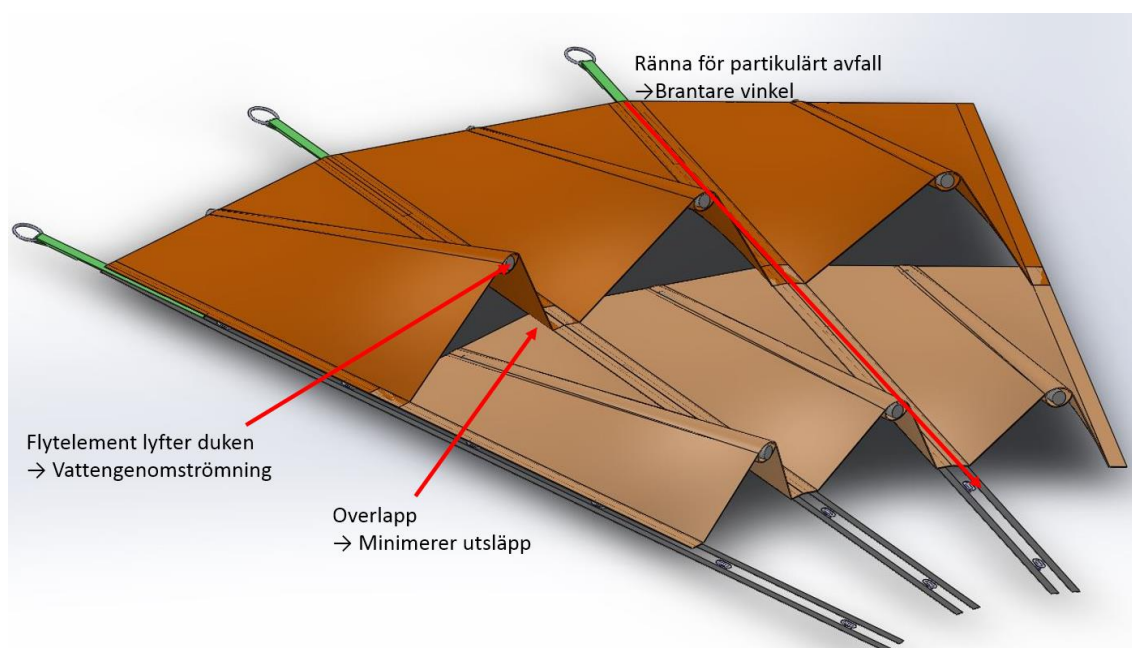


Fig. 2. Skiss, del av prototypen, som visar dukens konstruktion.

Slam/gödselhantering och behandling

Planering pågår gällande hur det slam/gödsel (fekalier och foderrester) som pumpas upp på land ska hanteras och behandlas, se steg 4 ovan. Även denna del av projektet kommer att behöva ske i flera steg.

Det finns olika behandlingstekniker för slam. Syftet med slambehandlingen är att minska volymen och mängden slam samt att stabilisera slammet i syfte att reducera risken för luktproblem.

För odlingsssäsongen 2018 är målbilden att hitta en lämplig infiltrationsyta inom fastigheten Äspnäs 1:17 för hantering av slammet (fekalier och foderrester) som samlats upp i uppsamlingsenhetens botten och pumpas upp på land. Utredning pågår att hitta lämplig infiltrationsyta som kan användas under testpumpningen. Bedömningen är att endast en mindre volym slam kommer att hinna genereras under denna första testperiod. I samband med denna första testperiod införskaffas mer kunskap om uppsamlingsenhetens funktion, pumpkapacitet och tömningsfrekvens, flöden, slammängder, fodrets betydelse, läckage hastigheter, slamprofiler mm. Se nedan estimerad bedömning av slammängder.

Alternativ till hantering av slammet lokalt på fastigheten är att det sker en uppsamling i container för transport till godkänd mottagare.

Inför odlingssäsongen 2019 är målbilden att slammet som pumpas upp på land ska behandlas. Preliminärt installeras en behandlingsanläggning i befintlig byggnad. Den kunskap som inhämtas vid den första testperioden kommer ligga tillgrund för bedömningen av lämplig behandlingsteknik.

En kompletterande ändringsanmälan kommer att lämnas in för slam/gödselhantering och behandling så snart mer kunskap inhämtats.

Miljöeffekter

Med miljöeffekter avses i 6 kap. 2 § miljöbalken direkta eller indirekta effekter som är positiva eller negativa, som är tillfälliga eller bestående, som är kumulativa eller inte kumulativa och som uppstår på kort, medellång eller lång sikt på:

1. befolkning och människors hälsa,
2. djur- eller växtarter som är skyddade enligt 8 kap. och biologisk mångfald i övrigt,
3. mark, jord, vatten, luft, klimat, landskap, bebyggelse och kulturmiljö,
4. hushållningen med mark, vatten och den fysiska miljön i övrigt,
5. annan hushållning med material, råvaror och energi, eller
6. andra delar av miljön. Lag (2017:955).

Den anmälda ändringen av verksamheten är av begränsad, tillfällig omfattning, och har försökskaraktär med ett övergripande syfte att utveckla kassodlingen så att miljöeffekterna kan minskas. Vilket innebär att de miljökonsekvenser och miljöbedömning som redogjorts för inför prövningen av befintlig verksamhet påverkas i ringa omfattning. Nedan förs ett resonemang om ändringens miljöeffekter på en övergripande nivå. Detta med anledning av att ett av syftena med projektet är att utveckla ny teknik för uppsamling av fekalier och foderrester samt utvärdera tekniken och dess ekonomiska som miljömässiga effekter.

Vattenmiljön

Syftet med uppsamlingsenheten är att denna ska samla upp det partikulära avfallet från odlingskassen (en enhet testas) i form av fekalier och foderrester. Hur stor andel partikulärt avfall som uppsamlingsenheten kommer att samla upp saknas den kunskap om i nuläget, syftet och målet med projektet är att införskaffa denna kunskap.

För att beräkna förluster från odling i kasse kan massbalansberäkningar användas. Detta kan göras för det partikulära avfallet men även för lösta näringsämnen. Vid beräkningarna behöver ett antal antaganden generellt göras. I beräkningarna av hur mycket partikulärt avfall som potentiellt kan genereras ingår ett antal antaganden vilka kan avgränsas enligt figur 3 nedan. Partikelegenskaperna kan förväntas variera bland annat för faktorerna fiskart, fiskstorlek, foderkoefficient, fodrets egenskaper mm.

Massbalansanalysen i figur 3 visar att ca 25% av fosfor är löst medan ca 75% är bundet i det partikulära avfallet som sedimenterar. För kväve är förhållandet att ca 32 % är bundet i det partikulära avfallet och ca 68 % löst.

Uppsamling av partikulärt avfall innebär att belastningen på vattenmiljön genom spridning av fekalier och foderrester kan reduceras, jämfört med om ingen uppsamling sker.

Uppsamlingsenheten förankras under befintlig odlingskasse varav inget större vattenområde tas i anspråk än vid odling utan uppsamlingsystem. Pilotanläggningen planeras att lokaliseras på ny plats inom tillståndsgivet odlingsområde. Detta för att kunna följa och jämföra belastningen från pilotanläggningen med det öppna odlingsystemet.

Den samlade bedömningen är att anmäld ändring bedöms ha en positiv inverkan lokalt på vattenmiljön. Även om den inom ramarna för detta projekt är av begränsad omfattning utifrån den ringa mängden fisk som ska produceras i pilotanläggningen i förhållande till den totala fiskproduktionen i verksamheten.

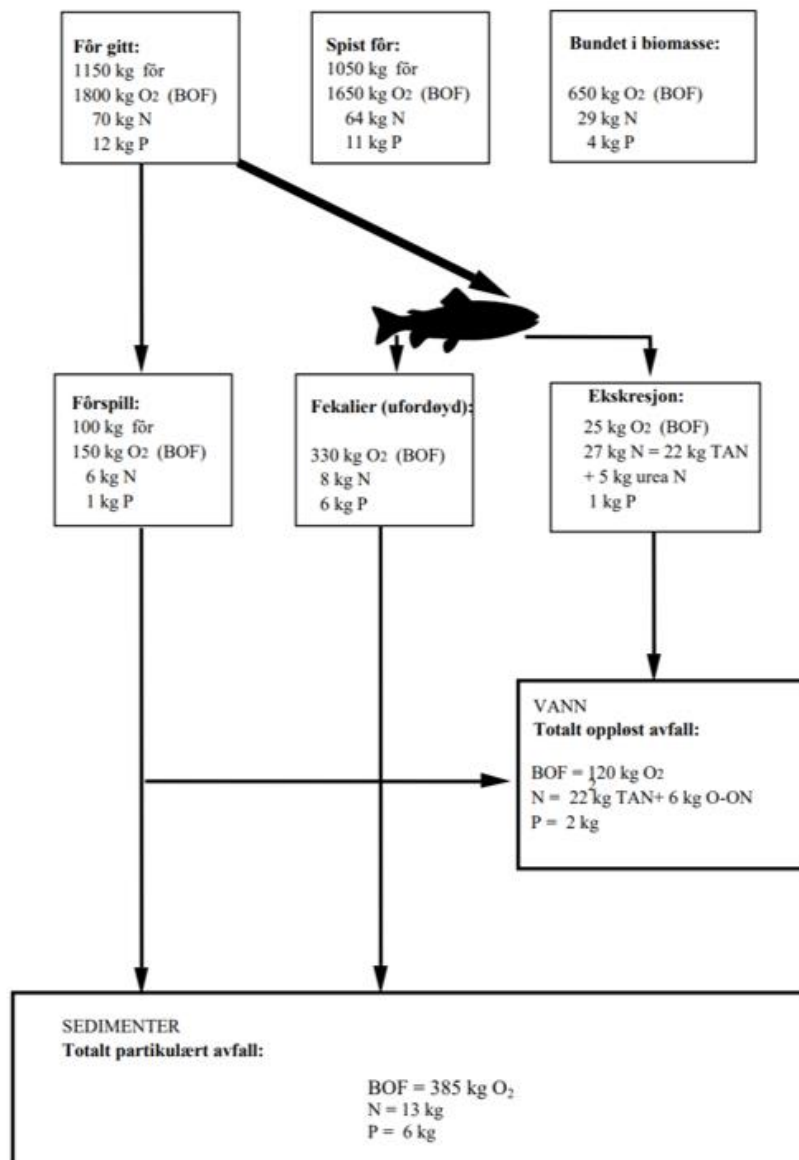


Fig. 3 Massbalans for organiskt material og nærsalter i en kassodling for lax og regnbågsforell som utfodras med hogenenergifoder (Bergheim og Braathen 2007).

Slam/gödselhantering och behandling

Uppsamlingen av fekalier och foderrester innebär att det uppstår ett slam som behöver hanteras och behandlas. Det finns ett generellt samhällsbehov av att öka omställningen från linjära materialflöden till mer cirkulära flöden. Syftet och målet med projektet är att införskaffa kunskap om vilka möjligheter till återtag av det slam/gödsel som genereras som finns samt vilken behandling som förutsätts för olika alternativa återtag. Beroende av slammets kvalitet och innehåll mm finns flera olika tänkbara användningsområden för slammets.

Tänkbara användningsområden är bland annat:

- ✓ biogasframställning,
- ✓ gödsling inom lant- och skogsbruk,
- ✓ produktion av mask eller andra djur/bakterier för användning som foder.
- ✓ kompostering- och jordtillverkning (anläggning, planteringsjord etc)
- ✓ lokal/regional förbränningsanläggning

Hantering av slam/gödsel innebär en risk för luktstörningar och därmed finns en risk för att närboende skulle kunna störas. Risken för luktstörning bedöms i detta fall som liten utifrån befintlig kunskap och med hänsyn tagen till att avståndet till närmaste bostadshus är ca 500 m.

Beroende av hantering och behandling av slam/gödsel kan antalet transporter öka något jämfört med befintlig verksamhet. Även energianvändningen kan öka något. Kunskap om hur många transporter som kan bli aktuella eller hur mycket högre energianvändningen blir är inte möjligt att bedöma i nuläget, kunskap om detta kommer att inhämtas inom projektet.

Behovet av att använda kemikalier för hantering och behandling av slam/gödsel kan uppstå. Vilka kemikalier samt mängder beror av hantering och behandlingsteknik. Information om detta föreslås hanteras i kommande kompletterande ändringsanmälan. Förvaring kommer att ske i enlighet med befintligt tillstånd.

Miljö kvalitetsmål

I detta kapitel redovisas de nationella miljö kvalitetsmålen som bedöms vara relevant för anmäld ändring av verksamheten, följt av en beskrivning av påverkan.

Sveriges miljömål innehåller ett generationsmål, 16 miljö kvalitetsmål och 24 etappmål. Generationsmålet anger inriktningen för den samhällsomställning som behöver ske för att miljö kvalitetsmålen ska nås inom en generation. Miljö kvalitetsmålen beskriver de tillstånd i miljön som miljöarbetet ska leda fram till. Etappmålen anger steg på vägen för att nå såväl generationsmålet som ett eller flera miljö kvalitetsmål.

Av dessa miljömål är det framförallt följande mål som är relevanta att redogöra för på en övergripande nivå och som berörs av att uppsamling sker av fekalier och foderrester och slamhantering:

Ingen övergödning: Fekalierna och foderresterna innehåller bland annat näringsämnen som kan ses som en källa till belastning på vattenmiljön men som genom uppsamlingen tas bort ur systemet. Slammet som samlas upp kan även ses som en resurs beroende av valet av återanvändning.

Levande sjöar och vattendrag

och Ett rikt växt- och djurliv: I ett oligotroft vattensystem är mångfalden av växter och djur begränsad. En tillförsel men även borttag av näring från ett system kan ha en så väl positiv som negativ inverkan på växter och djur.

Begränsad klimatpåverkan: Energianvändningen vid slamhanteringen har en inverkan på målet. Valet av förnybara energikällor kan bl.a. reducera inverkan.

God bebyggd miljö Detta mål är vittomfattande och framförallt berörs hushållning med resurser som att ta tillvara på bl.a. näringen i slammet.

Beroende av hur slammet återanvänds som resurs kan även andra miljö kvalitetsmål påverkas.

Miljö kvalitetsnormer

Miljö kvalitetsnormer (MKN) finns för närvarande för utomhusluft (SFS 2010:477), omgivningsbuller (SFS 2004:675), fisk- och musselvatten (SFS 2001:554), samt för kvaliteten på vattenmiljön (SFS 2004:660).

Miljö kvalitetsnormer för utomhusluft eller omgivningsbuller samt fisk- och musselvatten bedöms ej beröras av den anmälda ändringen.

MKN för kvalitén på vattenmiljön

Beslutad miljö kvalitetsnorm för Ströms Vattudal (SE708032-149042) är god ekologisk potential 2027 och god kemisk ytvattenstatus med mindre stränga krav för bromerad difenyleter samt kvicksilver och dess föreningar. För dessa ämnen gäller att halterna inte får öka jämfört med nivåerna i december 2015.

Den ekologiska potentialen i Ströms Vattudal har bedömts vara otillfredsställande (2017), baserat på att vattenförekomsten är kraftigt modifierad på grund av vattenkrafts verksamhet. Detta innebär en väsentlig påverkan på konnektivitet, flödesregleringar och morfologiska förändringar.

Den kemiska ytvattenstatusen inklusive dessa ämnen (mindre strängare krav) är klassad till uppnår ej god. Bekämpningsmedel, industriella föroreningar och övriga föroreningar är ej klassade.

I VattenInformationssystem Sveriges (VISS) uppges att vattenförekomsten har miljöproblem med miljögifter, flödesförändringar, morfologiska förändringar och kontinuitet. Vattenförekomsten bedöms ha miljöproblem med miljögifter på grund av halter av kvicksilver över gällande

gränsvärden. Expertbedömning genom extrapolering/modellering tyder på att gränsvärdet för kvicksilver överskrids då ingen närliggande vattenförekomst med mätdata understiger gränsvärdet. I EG:s ramdirektiv för vatten (2008/105/EG samt 2013/39/EU) anges gränsvärdet, det vill säga den tillåtna halten, för kvicksilver i biota till 20 mikrogram per kilogram ($\mu\text{g}/\text{kg}$). I Sverige idag överstiger kvicksilver gränsvärdet i alla ytvattenförekomster; sjöar, vattendrag och kustvatten. Vattenförekomsten bedöms ha miljöproblem med flödesförändringar eftersom kvalitetsfaktor Hydrologisk status klassades som 'Dålig' och vattenförekomsten klassades som Kraftigt Modifierad Vattenförekomst. Miljöproblem för morfologiska förändringar angavs eftersom 1) Vattenförekomsten klassades som Kraftig Modifierad Vattenförekomst, 2) Kvalitetsfaktor konnektivitet klassades som Dålig, även om i klassningen inte gjordes en koppling till uppströms eller nedströms konnektivitetspåverkan eller förekomst av artificiella vandringshinder.

Vattenförekomsten uppges inte ha problem med övergödning, försurning eller andra betydande miljöproblem.

Bedömningen är att anmälda ändring har en försumbar inverkan på MKN för Ströms Vattudal med hänsyn till framförallt projektets ringa omfattning. På sikt kan, om projektet faller väl ut d.v.s. att tekniken med att samla upp fekalier och foderrester visar sig fungera samt att dess miljönytta överväger kostnaderna et.c., detta inverka positivt på vattenmiljön och därmed på miljökvalitetsnormerna.

Kontroll, provtagning mm

Inom ramarna för SLU-projektet kommer ett antal utredningar att genomföras i laboratorium på SLU men även i fält vid Bolagets anläggning. Några exempel på utredningar som ska göras inom projektet är:

- ✓ Foderförsök genomförs i kontrollerad miljö på SLU.
- ✓ Försök med sediment (läckagehastigheter mm) i kontrollerad miljö på SLU
- ✓ Kvantifiera partikelavdriften.
- ✓ Ta fram en företagsekonomisk kostnadskalkyl för införande av den testade tekniken.
- ✓ Genomföra hydrodynamiska modelleringar för utvärdering av effektiviteten mm.
- ✓ Analys och rekommendation av hur tekniken med partikelåtertag kan påverka närsaltsutsläpp till recipient mm.
- ✓ Analys och rekommendation för hantering och användning mm av slamrester utvunna genom partikelåtertaget.
- ✓ Analys och rekommendation av hur tekniken förhåller sig till lagstiftning mm

Kontroller i recipienten planeras att ske före, under och efter försöken. Planering pågår i nuläget av vilka provtagningar och analyser som ska genomföras i de olika skedena i projektet. På en övergripande nivå planeras följande mätningar att göras:

- ✓ Mätningar av strömhastigheter.
- ✓ Undersökningar av befintliga sediment: sonar och batymetriska undersökningar samt sedimentprover.

- ✓ Fysikalisk kemiska kvalitetsfaktorer (ex.vis. näringsämnen, ljusförhållanden, syrgasförhållanden).

Det slam som uppsamlas kommer att provtas och analyseras med avseende på BOD, torrsbstans, näringsinnehåll samt metaller och eventuellt smittämnen.

Utöver ovan nämnda kommer journalföring löpande att ske för pilotanläggningen likt övriga delar av verksamhet. Den kunskap som inhämtas genom journalföring kommer att sammanställas inom ramarna för SLU-projektet.

Dessa kontroller och provtagningar är i tillägg till Bolagets ordinarie kontrollprogram inklusive recipientkontroll och ansvaret för dessa är SLU och Sweco men Bolaget kommer att vara behjälpliga i tillämpliga delar.

VD. Iivari Valli

Vattudalens Fisk AB



Miljö- och byggnämnden

Fastighetsbeteckning ÄSPNÄS 1:40	
Namn VATTUDALENS FISK AB	
Adress BREDGÅRD SGATAN 8C	Postnr och postadress 833 31 STRÖMSUND

Anmälan om ändring av miljöfarlig verksamhet, fiskodling vid Postviken

Beslut

Anmälan föranleder inte någon åtgärd från miljö- och byggnämndens sida.

Lagstöd

Miljöbalken(1998:808) 2 kap 2 §, 3 § och 5 §.

Förordning om miljöfarlig verksamhet och hälsoskydd (1998:899) 27 §.

Skäl till beslut

Enligt miljöbalken 2 kap 2 § ska alla som bedriver eller avser att bedriva en verksamhet eller vidta en åtgärd skaffa sig den kunskap som behövs med hänsyn till verksamhetens eller åtgärdens art och omfattning för att skydda människors hälsa och miljön mot skada eller olägenhet.

Enligt miljöbalken 2 kap 3 § ska alla som bedriver eller avser att bedriva en verksamhet eller vidta en åtgärd utföra de skyddsåtgärder, iaktta de begränsningar och vidta de försiktighetsmått i övrigt som behövs för att förebygga, hindra eller motverka att verksamheten eller åtgärden medför skada eller olägenhet för människors hälsa eller miljön. I samma syfte ska vid yrkesmässig verksamhet användas bästa möjliga teknik.

Enligt miljöbalken 2 kap 5 § ska alla som bedriver en verksamhet eller vidtar en åtgärd hushålla med råvaror och energi samt utnyttja möjligheterna att

1. minska mängden avfall,
2. minska mängden skadliga ämnen i material och produkter,
3. minska de negativa effekterna av avfall, och
4. återvinna avfall.

När ett anmälningsärende är tillräckligt utrett ska, enligt förordningen om miljöfarlig verksamhet och hälsoskydd 27 §, den myndighet som handläggare ärendet meddela föreläggande eller förbud enligt miljöbalken om detta behövs. Om sådana åtgärder inte beslutas ska myndigheten underrätta den som har gjort anmälan om att ärendet inte föranleder någon åtgärd från myndighetens sida.

Miljö- och byggnämnden

2018-09-12

§ D 560

Anmälan gäller försöksverksamhet för en metod att samla upp fiskfekalier och foderspill från kassodling av fisk. Sökanden bedöms uppfylla de allmänna hänsynsreglerna i miljöbalkens andra kapitel. De åtgärder som beskrivs i anmälan bedöms inte strida mot det tillstånd som finns för verksamheten. Omhändertagande av det uppsamlade materialet kan medföra risk för olägenheter för människors hälsa och miljön. Sökanden har dock uppgett att en separat anmälan om detta omhändertagande kommer att ämnas in. Behovet av försiktighetsmått för omhändertagandet av uppsamlat material kommer därför att bedömas separat.

Beskrivning av ärendet

Vattudalens Fisk AB har lämnat in en anmälan om ändring av en verksamhet som är tillståndspliktig enligt miljöbalken. Ändringen består i en försöksverksamhet med att samla upp fiskfekalier och foderrester från odling av fisk i öppna kassar. Det uppsamlade materialet ska tas om hand på land. Bolaget har uppgett att en separat anmälan om hur detta omhändertagande ska ske kommer att lämnas in senare.

Beslutet skickas för kännedom till

Länsstyrelsen i Jämtlands län, jamtland@lansstyrelsen.se.

För Miljö- och byggnämnden

Annika Berglund
Miljö- och hälsoskyddsinspektör

2019-04-18

Anmälan om ändring av tillståndspliktig verksamhet, enligt miljöprövningsförordningen (2013:251)

Administrativa uppgifter

Vattudalens Fisk AB
Anläggning: Postviken
Kontaktperson: Iivari Valli
Bredgårdsgatan 8c, 833 31 Strömsund
Mob.nr.073-8096081
E-post: iivari@vattufisk.se
Org.nr: 556742-7470

Denna ändringsanmälan har upprättas av Sweco Environment AB, tillsammans med Vattudalens Fisk AB.

Kontaktperson Sweco Environment AB:

Wenche Hansen, Uppdragsledare
Mobil: 072-235 37 16
e-post: wenche.hansen@sweco.se

Anmälan om ändring av tillståndspliktig verksamhet, enligt miljöprövningsförordningen (2013:251)

En ändring av tillståndspliktig verksamhet ska anmälas till tillsynsmyndigheten innan ändringen får påbörjas enligt miljöprövningsförordningen (2013:251). Bestämmelser om ändringar regleras i 1 kap. 11 § miljöprövningsförordningen (SFS 2013:251).

Vattudalens Fisk AB anmäler om ändring av tillståndspliktig verksamhet i Postviken, Ströms Vattudal, Strömsunds kommun. Ändringens omfattning och utformning samt övergripande miljöeffekter redogörs för nedan.

Vattudalens Fisk ABs bedömning är att ändringen kan hanteras som en anmälan inom gällande miljötillstånd för verksamheten.

En anmälan om ändring av miljöfarligverksamhet för försöksverksamhet med att samla upp fiskfekalier och foderrester från odling av fisk i öppna kassar lämnades in under 2018 till Strömsunds kommun. I denna ändringsanmälan uppgav bolaget att en separat anmälan avses upprättas om hur omhändertagandet av det uppsamlade materialet (fekalier och foderrester) ska ske.

Denna ändringsanmälan omfattar därmed behandling och lagring av det uppsamlade materialet (fekalier och foderrester) från uppsamlingsenheten. Behandling av det uppsamlade materialet kommer att ske i en avvattningsanläggning. Det avvattnade slammet kommer att lagras i tank tills att det bortforslas av godkänd entreprenör för slamtömning. Filtrat från trumfiltret (klarfas) och rejekt från förtjockaren (klarfas) samlas upp i en mindre volym och pumpas från avvattningsanläggningen åter till recipient.

Gällande tillstånd

Vattudalens Fisk AB (Bolaget) har tillstånd till att odla fisk i Postviken och Linjeviken, Dragan i Ströms Vattudal, Strömsunds kommun. Anmälan om ändring av tillståndspliktig verksamhet omfattar Bolagets verksamhet i Postviken. Nuvarande miljötillstånd för Postviken regleras i följande beslut:

- Tillstånd att odla fisk i Postviken, Miljöprövningsdelegationen (MPD) vid Länsstyrelsen i Jämtlands län, dnr. 551-7172-08, daterat 2009-04-08.
- Ändring av MPD beslut, Mark- och miljödomstolen, Mål nr. 1406-09, daterat 2010-07-02.
- Ändring av villkor i tillstånd, Miljöprövningsdelegationen vid Länsstyrelsen i Västernorrland, dnr. 551-8611-14 (2313-126) daterat 2016-01-20.
- En anmälan om ändring av miljöfarligverksamhet för försöksverksamhet med att samla upp fiskfekalier och foderrester från odling av fisk i öppna kassar lämnades in under 2018. Beslut erhöles från Miljö- och byggnämnden Strömsunds kommun 2018-09-12, dnr. 2018.0906.

Bolaget har tillstånd att bedriva odling av regnbåge och röding med en maximal årsproduktion av 1600 ton fisk i Postviken, Dragan i anslutning till fastigheten Åspnäs 1:40 i Strömsunds kommun.

Tillståndet omfattar även övervintring av maximalt 1600 ton fisk i Postviken. Maximalt 1800 ton foder per år får användas (villkor 2).

Bakgrund

Ett samarbetsavtal har upprättats mellan Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för Husdjurens Utfodring och Vård (SLU/HUV) (org.nr.202100-2817) med Egersund Group AS (org. nr. 980000621) och Vattudalens Fisk AB (org. nr. 556742-7470). SLU har i sin tur ett avtal med Sweco Environment AB.

Bakgrunden till detta är att SLU har erhållit medel från Europeiska havs- och fiskerifonden (EHFF) för:

- att driva en pilotanläggning för partikeluppsamling i en aktiv fiskodling lokaliserad i en svensk kraftverksdamm,
- att utvärdera effektiviteten av partikeluppsamling och hantering av slam från densamma
- att i experimentell miljö studera kvantitativt och kvalitativt faecesutsläpp från olika foder samt
- att baserat på ovan sammanställa objektiva kvalitativa och kvantitativa data lämpliga för vetenskaplig publikation och som kan tjäna som underlag i myndigheters bedömning av miljötillstånd och företags miljöekonomiska effektivitetskalkyler.

Arbetet är i linje med den svenska nationella strategin och handlingsplanen för utveckling av cirkulär och miljövänlig matproduktion. Arbetet ligger också i linje med den Svenska livsmedelsstrategin. Målet med projektet ligger också i linje med Egersund Group AS och Vattudalens Fisk ABs intressen inom miljövänlig fiskodling.

Planerad ändring av verksamheten

Omfattning och utformning

Produktionsvolym

Målet är att odla ca 40 ton fisk per år i den odlingskasse som utrustas med uppsamlingsenheten. Vilket innebär en foderförbrukning om ca 45 ton foder per år. Uppsamlingsenheten planeras att testas under två odlingssäsonger. Under 2018 har funktionstest skett av en mindre prototyp av uppsamlingsenhet. Under vintern 2019 byggs en större pilotanläggning för uppsamling vilken beräknas tas i drift i juni 2019. Test med produktion av fisk i den nya större enheten planeras att ske under produktionssäsongen 2019–2020.

Avvattningsanläggning

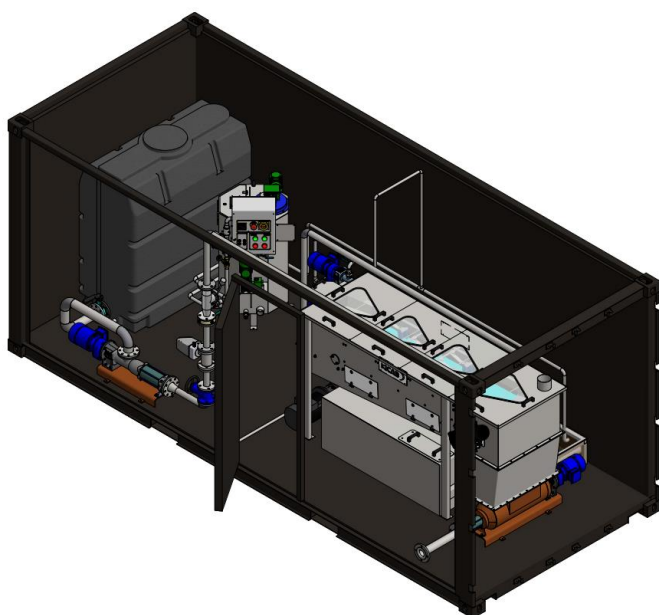
Det finns olika behandlingstekniker för slam. Syftet med slambehandlingen är i första hand ur ett tekniskt perspektiv att minska volymen och därmed transporterna.

Inför odlingssäsongen 2019 är målbilden att vattnet med visst innehåll av slam som pumpas upp på land ska behandlas i en avvattningsanläggning. Inom ramarna för SLU projektet pågår en utredning om vilken avvattningsanläggning som kan vara lämplig att testa i pilotskala. Utredningen har mynnat ut i att nedan beskriven utformning på avvattningsanläggningen kommer att beställas under april för att kunna installeras och tas i drift i juni 2019. Avvattningsanläggningen planeras att hyras under projekttiden.

Avvattningsanläggning kommer att bestå av följande huvudkomponenter:

1. Trumfilter inklusive styrskåp och spolpump
2. Mekanisk förtjockare, pumpar, polymerberedare/dosering

Ovanstående ska inrymmas i en isolerad container.



Figur 1. Exempel på typlayout av förtjockarutrustning placerad i container.

Installation av fästanordningar, pumpar, ledningar mm från uppsamlingsenhet till avvattningsanläggningen på land planeras att påbörjas under juni 2019.

Det uppsamlade vattnet med ett lågt slamnehåll (bedömt ca 0,1-0,3 % TS) pumpas in i containern där det först behandlas i ett trumfilter där partiklarna avleds med spolvattnet (bedömd TS-halt ca 0,5-1 % TS). Trumfiltret spolas med sitt eget filtrat.

Spolvattnet från trumfiltret samlas upp i en utjämningsstank innan det pumpas till förtjockaren. Innan förtjockaren tillsätts polymer för att flokka slammet. I förtjockaren koncentreras slammet upp och det förtjockade slammet pumpas till en uppsamlingstank. Förväntad torrhalt på slammet är ca 5-12 % TS.

Filtrat från trumfiltret (klarfas) och rejekt från förtjockaren (klarfas) samlas upp i en mindre volym och pumpas från containern åter till recipient. En preliminär bedömning är att slammängden under perioder med störst fodergera kommer att uppgå till ca 60-150 kg TS/d. Mängden slam och foderrester är svåra att bedöma i detta fall och är också del av de uppgifter som projektet ska ta reda på.

Lokalisering av avvattningsanläggningen

Piloten för uppsamlingsenheten planeras att lokaliseras närmare landbasen, i vattenområdet utanför avvattningsanläggningen. Detta i syfte att bland annat underlätta ledningsdragning för bortledning av uppsamlat material till avvattningsanläggningen.

Avvattningsanläggningen planeras att lokaliseras enligt figur 2, bakom befintliga byggnader. Placering av avvattningsanläggningen blir på den ”grusade ytan” på bilden och den träbyggnad som nu syns på bilden tas bort.



Figur 2. Lokalisering av avvattningsanläggning.

Lagring och bortskaffning av slam

Inom ramarna för projektet har beslut tagits att det förtjockade slammet ska ledas till en tank som rymmer ca 6 kubik för lagring innan bortskaffning. En slamtömningsbil kommer att tömma tanken och transportera slammet till någon av kommunens slamlaguner.

Volymen förtjockat slam är svårt att bedöma men grovt estimerat är bedömningen att slamvolymen kommer att uppgå till 0,3-2,9 m³/d under perioder med hög fodergiva. Variationen i volym beror framförallt på hur väl förtjockningsprocessen fungerar, vilket är en del av de undersökningar som ska göras. Totalt sett under en odlingsäsong kan volymen förtjockat slam utifrån en grov massbalans komma att uppgå till totalt 30-270 m³/år.

Utsläpp av rejektivatten till recipienten

Inom ramarna för projektet har beslut tagits att det rejektivatten som uppkommer i klarfas från filter och förtjockare ska släppas ut i recipienten, nedströms odlingsområdet, se figur 3. En spridningsberäkning kommer att utföras i syfte att hitta en lokalisering som innebär en så god omblandning som möjligt i recipienten. Beaktande vid lokalisering av utsläppspunkten för rejektivattnet kommer även att tas till att denna inte ska inverka på de mätningar som kommer att genomföras vid uppsamlingsenheten samt vid kontrollkassen.



Figur 3. Rejektvatten föreslås ledas från avvattningsanläggningen via ledning nedströms odlingsområdet, röd ring i bild. De odlingskassar som syns i bild är tomma och ligger där endast på vintern.

Miljöeffekter

Med miljöeffekter avses i 6 kap. 2 § miljöbalken direkta eller indirekta effekter som är positiva eller negativa, som är tillfälliga eller bestående, som är kumulativa eller inte kumulativa och som uppstår på kort, medellång eller lång sikt på:

1. befolkning och människors hälsa,
2. djur- eller växtarter som är skyddade enligt 8 kap. och biologisk mångfald i övrigt,
3. mark, jord, vatten, luft, klimat, landskap, bebyggelse och kulturmiljö,
4. hushållningen med mark, vatten och den fysiska miljön i övrigt,
5. annan hushållning med material, råvaror och energi, eller
6. andra delar av miljön. Lag (2017:955).

Den anmälda ändringen av verksamheten är av begränsad, tillfällig omfattning, och har försökskaraktär med ett övergripande syfte att utveckla kassodlingen så att miljöeffekterna kan minskas. Vilket innebär att de miljökonsekvenser och miljöbedömning som redogjorts för inför prövningen av befintlig verksamhet påverkas i ringa omfattning. Nedan förs ett resonemang om ändringens miljöeffekter på en övergripande nivå. Detta med anledning av att ett av syftena med projektet är att utveckla ny teknik för uppsamling av fekalier och foderrester samt utvärdera tekniken och dess ekonomiska och miljömässiga effekter.

Vattenmiljön

Syftet med uppsamlingsenheten är att denna ska samla upp det partikulära avfallet från odlingskassen (en enhet testas) i form av fekalier och foderrester. Hur stor andel partikulärt avfall som uppsamlingsenheten kommer att samla upp saknas det kunskap om i nuläget, syftet och målet med projektet är att införskaffa denna kunskap.

Uppsamling av partikulärt avfall innebär att belastningen på vattenmiljön genom spridning av fekalier och foderrester kan reduceras, jämfört med om ingen uppsamling sker.

Det partikulära avfallet kommer att pumpas upp till en avvattningsanläggning. Det förtjockade slammet kommer att samlas upp i en tank som sedan töms med slambil för vidare transport till godkänd mottagare. I avvattningsanläggningen uppstår ett rejektvatten som kommer att via en ledning pumpas ut till recipienten. Rejektvattnet bedöms framförallt innehålla lösta näringsämnen.

Den samlade bedömningen är att anmäld ändring bedöms ha en positiv inverkan lokalt på vattenmiljön. Även om den inom ramarna för detta projekt är av begränsad omfattning utifrån den ringa mängden fisk som ska produceras i pilotanläggningen i förhållande till den totala fiskproduktionen i verksamheten.

Slamhantering och behandling

Uppsamlingen av fekalier och foderrester innebär att det uppstår ett slam som behöver hanteras och behandlas. Det finns ett generellt samhällsbehov av att öka omställningen från linjära materialflöden till mer cirkulära flöden. Syftet och målet med projektet är att införskaffa kunskap om vilka möjligheter till återtag av det slam/gödsel som genereras som finns samt vilken behandling som förutsätts för olika alternativa återtag. Beroende av slammets kvalitet och innehåll mm finns flera olika tänkbara användningsområdet för slammet.

Tänkbara användningsområden är bland annat:

- ✓ biogasframställning,
- ✓ gödsling inom lant- och skogsbruk,
- ✓ produktion av mask eller andra djur/bakterier för användning som foder.
- ✓ kompostering- och jordtillverkning (anläggning, planteringsjord etc)
- ✓ lokal/regional förbränningsanläggning

Inom ramarna för projektet har beslut tagits att slammet ska transporteras till någon av kommunens slamlaguner. Om projektet faller väl ut och det blir aktuellt att skala upp försöken kan dock andra tänkbara användningsområden bli aktuellt att utreda vidare.

Hantering av slam/gödsel innebär en risk för luktstörningar och därmed finns en risk för att närboende skulle kunna störas. Riskerna för luktstörning bedöms i detta fall som liten utifrån befintlig kunskap och med hänsyn tagen till att avståndet till närmaste bostadshus är ca 500 m.

Beroende av hantering och behandling av slam/gödsel kan antalet transporter öka något jämfört med befintlig verksamhet. Även energianvändningen kan öka något. Kunskap om hur många transporter

som kan bli aktuella eller hur mycket högre energianvändningen blir är inte möjligt att bedöma i nuläget, kunskap om detta kommer att inhämtas inom projektet.

Behovet av att använda kemikalier för hantering och behandling av slam kommer att uppstå. Den kemikalie som kommer att användas är polymer för flockning/förtjockning av det uppsamlade slammet. Det är motsvarande polymerer som används vid avvattning av kommunalt avloppsslam. Exakt vilken polymer som kommer att användas kan inte anges i detta skede då val av polymer behöver föregås av försök och driftserfarenheter från anläggningen som inte ännu kunnat inhämtas.

Miljö kvalitetsmål

I detta kapitel redovisas de nationella miljö kvalitetsmålen som bedöms vara relevant för anmäld ändring av verksamheten, följt av en beskrivning av påverkan.

Sveriges miljömål innehåller ett generationsmål, 16 miljö kvalitetsmål och 24 etappmål. Generationsmålet anger inriktningen för den samhällsomställning som behöver ske för att miljö kvalitetsmålen ska nås inom en generation. Miljö kvalitetsmålen beskriver de tillstånd i miljön som miljöarbetet ska leda fram till. Etappmålen anger steg på vägen för att nå såväl generationsmålet som ett eller flera miljö kvalitetsmål.

Av dessa miljömål är det framförallt följande mål som är relevanta att redogöra för på en övergripande nivå och som berörs av att uppsamling sker av fekalier och foderrester och slamhantering:

Ingen övergödning: Fekalierna och foderresterna innehåller bland annat näringsämnen som kan ses som en källa till belastning på vattenmiljön men som genom uppsamlingen tas bort ur systemet. Slammet som samlas upp kan även ses som en resurs beroende av valet av återanvändning.

Levande sjöar och vattendrag och Ett rikt växt- och djurliv: I ett oligotroft vattensystem är mångfalden av växter och djur begränsad. En tillförsel men även borttag av näring från ett system kan ha en så väl positiv som negativ inverkan på växter och djur.

Begränsad klimatpåverkan: Energianvändningen vid slamhanteringen har en inverkan på målet. Valet av förnybara energikällor kan bl.a. reducera inverkan.

God bebyggd miljö Detta mål är vittomfattande och framförallt berörs hushållning med resurser som att ta tillvara på bl.a. näringen i slammet.

Beroende av hur slammet återanvänds som resurs kan även andra miljö kvalitetsmål påverkas.

Miljö kvalitetsnormer

Miljö kvalitetsnormer (MKN) finns för närvarande för utomhusluft (SFS 2010:477), omgivningsbuller (SFS 2004:675), fisk- och musselvatten (SFS 2001:554), samt för kvaliteten på vattenmiljön (SFS 2004:660).

Miljö kvalitetsnormer för utomhusluft eller omgivningsbuller samt fisk- och musselvatten bedöms ej beröras av den anmälda ändringen.

MKN för kvalitén på vattenmiljön

Beslutad miljö kvalitetsnorm för Ströms Vattudal (SE708032-149042) är god ekologisk potential 2027 och god kemisk ytvattenstatus med mindre stränga krav för bromerad difenyleter samt kvicksilver och dess föreningar. För dessa ämnen gäller att halterna inte får öka jämfört med nivåerna i december 2015.

Den ekologiska potentialen i Ströms Vattudal har bedömts vara otillfredsställande (2017), baserat på att vattenförekomsten är kraftigt modifierad på grund av vattenkraftsverksamhet. Detta innebär en väsentlig påverkan på konnektivitet, flödesregleringar och morfologiska förändringar.

Den kemiska ytvattenstatusen inklusive dessa ämnen (mindre strängare krav) är klassad till uppnår ej god. Bekämpningsmedel, industriella föroreningar och övriga föroreningar är ej klassade.

I VattenInformationssystem Sveriges (VISS) uppges att vattenförekomsten har miljöproblem med miljögifter, flödesförändringar, morfologiska förändringar och kontinuitet. Vattenförekomsten bedöms ha miljöproblem med miljögifter på grund av halter av kvicksilver över gällande gränsvärden. Expertbedömning genom extrapolering/modellering tyder på att gränsvärdet för kvicksilver överskrids då ingen närliggande vattenförekomst med mätdata understiger gränsvärdet. I EG:s ramdirektiv för vatten (2008/105/EG samt 2013/39/EU) anges gränsvärdet, det vill säga den tillåtna halten, för kvicksilver i biota till 20 mikrogram per kilogram ($\mu\text{g}/\text{kg}$). I Sverige idag överstiger kvicksilver gränsvärdet i alla ytvattenförekomster; sjöar, vattendrag och kustvatten.

Vattenförekomsten bedöms ha miljöproblem med flödesförändringar eftersom kvalitetsfaktor Hydrologisk status klassades som 'Dålig' och vattenförekomsten klassades som Kraftigt Modifierad Vattenförekomst. Miljöproblem för morfologiska förändringar angavs eftersom 1) Vattenförekomsten klassades som Kraftigt Modifierad Vattenförekomst, 2) Kvalitetsfaktor konnektivitet klassades som Dålig, även om i klassningen inte gjordes en koppling till uppströms eller nedströms konnektivitetspåverkan eller förekomst av artificiella vandringshinder.

Vattenförekomsten uppges inte ha problem med övergödning, försurning eller andra betydande miljöproblem.

Bedömningen är att anmälda ändring har en försumbar inverkan på MKN för Ströms Vattudal med hänsyn till framförallt projektets ringa omfattning. På sikt kan, om projektet faller väl ut d.v.s. att tekniken med att samla upp fekalier och foderrester visar sig fungera samt att dess miljönytta överväger kostnaderna etc. detta inverka positivt på vattenmiljön och därmed på miljö kvalitetsnormerna.

Kontroll, provtagning mm

Inom ramarna för SLU-projektet kommer ett antal utredningar att genomföras i laboratorium på SLU men även i fält vid Bolagets anläggning. Några exempel på utredningar som ska göras inom projektet är:

- ✓ Foderförsök genomförs i kontrollerad miljö på SLU.
- ✓ Försök med sediment (läckagehastigheter mm) i kontrollerad miljö på SLU
- ✓ Kvantifiera partikelavdriften.
- ✓ Ta fram en företagsekonomisk kostnadskalkyl för införande av den testade tekniken.
- ✓ Genomföra hydrodynamiska modelleringar för utvärdering av effektiviteten mm.
- ✓ Analys och rekommendation av hur tekniken med partikelåtertag kan påverka närsaltsutsläpp till recipient mm.
- ✓ Analys och rekommendation för hantering och användning mm av slamrester utvunna genom partikelåtertaget.
- ✓ Analys och rekommendation av hur tekniken förhåller sig till lagstiftning mm

Recipienten

Kontroller i recipienten planeras att ske före, under och efter försöken. Planering pågår av vilka provtagningar och analyser som ska genomföras i de olika skedena i projektet.

Provtagning slam

Kunskap om slammängder och dess kvalitet samt innehåll kommer att insamlas under produktionssäsongen 2019-2020. Analyser kommer initialt att ske enligt det krav som mottagaren har (kommunens slamlaguner).

Inom projektet kan det även bli aktuellt att analysera andra parametrar. Detta i syfte att införskaffa kunskap om möjligheterna till att slammet ska kunna anses vara en biprodukt istället för avfall samt att utreda möjligheten till att återanvända slammet inom jordbruket, skogsbruket, jordtillverkning, biogasproduktion etc.

Provtagning rejektivatten

Provtagning och analys kommer att ske av utgående rejektivatten i syfte att införskaffa mer kunskap om dess innehåll.

Planering av vilka parametrar som ska analyseras tillika provtagningsfrekvens pågår. Bland annat planeras analys att ske av totalfosfor, fosfatfosfor, totalkväve, ammoniumkväve och suspenderande ämnen.

Journalföring

Journalföring kommer att ske för pilotanläggningen likt övriga delar av verksamhet. Den kunskap som inhämtas genom journalföring kommer att sammanställas inom ramarna för SLU-projektet.

Dessa kontroller och provtagningar är i tillägg till Bolagets ordinarie kontrollprogram inklusive recipientkontroll och ansvaret för dessa är SLU och Sweco men Bolaget kommer att vara behjälpliga i tillämpliga delar.

VD. Iivari Valli

Vattudalens Fisk AB



Miljö- och byggnämnden

Fastighetsbeteckning ÄSPNÄS 1:40	
Namn VATTUDALENS FISK AB	
Adress BREDGÅRD SGATAN 8C	Postnr och postadress 833 31 STRÖMSUND

Anmälan om ändring av miljöfarlig verksamhet, uppsamling, behandling och lagring av fekalier och foderrester från fiskodling

Beslut

Anmälan föranleder ingen åtgärd från miljö- och byggnämndens sida.

Lagstöd

Miljöbalken (1998:808) 2 kap.

Förordningen om miljöfarlig verksamhet och hälsoskydd (1998:899) 27 §.

Skäl till beslut

Ändringen innebär en minskning av fiskodlingens påverkan på miljön. Vattudalens Fisk AB och övriga inblandade i försöksverksamheten, bedöms ha den kunskap som krävs enligt miljöbalken 2 kap 2 §.

Vid handläggningen av ett anmälningsärende ska en myndighet, enligt 27 § i förordningen om miljöfarlig verksamhet och hälsoskydd, antingen besluta om försiktighetsmått eller förbud eller underrätta anmälaren om att ärendet inte föranleder någon åtgärd från myndighetens sida.

Beskrivning av ärendet

Vattudalens Fisk AB har lämnat in en anmälan enligt miljöbalken om ändring i tillståndspliktig verksamhet. Ändringen består av en försöksverksamhet med att samla upp fiskfekalier och foderrester från fiskodling i öppna kassar. Försöket sker i samarbete mellan SLU, Egersund Group AS och Vattudalens Fisk AB. Fiskfekalier och foderrester som har samlats upp ska avvattnas och mellanlagras i en anläggning på land, för senare transport till kommunens slambehandlingsanläggning i Hoting. Rejektvatten från avvattningsanläggningen vid fiskodlingen kommer att släppas ut i Ströms Vattudal nedströms odlingen.

Upplysningar

Om rejektvatten ska släppas ut utanför det vattenområde som Vattudalens Fisk AB disponerar, förutsätter nämnden att vattenrättsägarens tillstånd först inhämtas.

Beslutet skickas för kännedom till

Länsstyrelsen i Jämtlands län, lansstyrelsen@jamtland.se.

Miljö- och byggnämnden

2019-06-18

§ D 281

För Miljö- och byggnämnden

Annika Berglund
Miljö- och hälsoskyddsinspektör



2019-06-17

§ D 278

Dnr: 2019.0538

Miljö- och byggnämnden

Fastighetsbeteckning Tåsjö 4:10 (tidigare Tåsjö 2:56)	
Namn Strömsunds kommun, Teknik- och serviceförvaltningen	
Adress Box 500	Postnr och postadress 833 24 STRÖMSUND

Anmälan om ändring av verksamheten vid Hotings slambehandlingsanläggning. Ändringen gäller mottagning, avvattnings och behandling av uppsamlade fekalier från fiskodlingar

Beslut

Anmälan föranleder ingen åtgärd från miljö- och byggnämndens sida.

Lagstöd

Miljöbalken (1998:808) 2 kap.

Förordningen om miljöfarlig verksamhet och hälsoskydd (1998:899) 27 §.

Skäl till beslut

Anläggningens miljöpåverkan bedöms inte förändras av att kommunen utöver avloppsslam även hanterar slam bestående av fiskfekalier och foderrester från fiskodlingar vid anläggningen. Kommunen bedöms ha den kunskap som krävs för att hantera slammet från fiskodlingen.

Vid handläggningen av ett anmälningsärende ska en myndighet, enligt 27 § i förordningen om miljöfarlig verksamhet och hälsoskydd, antingen besluta om försiktighetsåtgärder eller förbud eller underrätta anmälaren om att ärendet inte föranleder någon åtgärd från myndighetens sida.

Beskrivning av ärendet

Strömsunds kommun har lämnat in en anmälan om ändring av verksamheten vid Hotings slambehandlingsanläggning. Ändringen består av att man, förutom avloppsslam, även kommer att ta emot slam från fiskodling bestående av fiskfekalier och foderrester. Slammet kommer att behandlas på samma sätt som avloppsslammet, men åtskilt från detta. Slammet kommer att analyseras före och efter avvattnings. Slammet kommer att komposteras med enbart flis från trädgårdsavfall för att den färdiga kompostjorden ska bli så fri från föroreningar som möjligt.

Beslutet skickas för kännedom till

Länsstyrelsen i Jämtlands län, länsstyrelsen@jamtland.se.

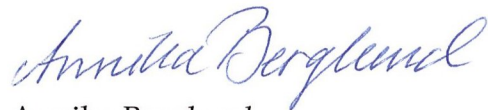
Vattudalens Fisk AB, Bredgårdsgatan 8 C, 833 31 Strömsund.

SCA Skog AB, Fastigheter, 851 88 Sundsvall.

Miljö- och byggnämnden

2019-06-17

§ D 278

Upplysningar**För Miljö- och byggnämnden**

Annika Berglund

Miljö- och hälsoskyddsinspektör

Hur man överklagar

Om ni är missnöjd med detta beslut kan ni skriva till länsstyrelsen och överklaga. Ange vilket beslut ni överklagar och tala om varför ni anser att beslutet ska ändras och vilken ändring ni vill ha.

Skrivelsen skall ställas till Länsstyrelsen i Jämtlands län, men lämnas/skickas till Miljö- och byggnämnden i Strömsunds kommun, Box 500, 833 24 Strömsund. Den skall ha kommit in till miljö- och byggnämnden inom tre (3) veckor från den dag ni fick del av beslutet.



Tillstånd till Hoting slambehandlingsanläggning, Strömsunds kommun, Jämtland län

Kod 90.161 och 90.110 enligt miljöprövningsförordningen (2013:251)

Beslut

Miljöprövningsdelegationen inom Länsstyrelsen Västernorrland lämnar Strömsunds kommun (med organisationsnummer 212000-2486) tillstånd till slambehandling på fastigheterna Tåsjö 4:10 och Tåsjö 2:56 i Strömsunds kommun, Jämtlands län.

Tillståndet gäller för följande verksamheter inom verksamhetsområdet i enlighet med ansökan.

- Mottagning och behandling (avvattning, frystorkning och kompostering) av en total årlig mängd om 2 000 ton slam, varav 1 900 ton oavvattnat och avvattat avloppsslam samt 100 ton uppslammade fiskfekalier och foderrester från fiskodlingar.
- Mottagning och krossning av 1 000 ton rent träavfall.

Tillståndets giltighet

Tillståndet avseende mottagning av slam gäller till och med den 31 december 2030. Tillståndet avseende behandling och kompostering av slam gäller till och med den 31 december 2032.

Miljökonsekvensbeskrivning

Miljöprövningsdelegationen godkänner den i ärendet upprättade miljökonsekvensbeskrivningen.

Villkor

1. Om inte annat följer av övriga villkor ska verksamheten bedrivas i huvudsak i enlighet med vad ni har angett i ansökningshandlingarna och i övrigt åtagit sig i ärendet.

2. Anläggningen ska vara inhägnad och hållas låst. Tillsynsmyndigheten får besluta om andra villkor för att säkerhetsställa att obehöriga inte har tillgång till anläggningen.
3. God ordning ska hållas inom verksamhetsområdet. Tillsynsmyndigheten får besluta om ytterligare försiktighetsmått eller begränsningar i verksamheten för att en god ordning ska anses råda inom området.
4. Avståndet mellan slamlagunens botten och grundvattenytan ska vara minst två meter.
5. Minst tio cm av filtersanden i slamlagunerna ska grävas ur tillsammans med det avvattnade slammet. Ny filtersand av motsvarande kvalitet ska därefter påföras upp till den ursprungliga filtersandens nivå i slamlagunens botten.
6. Varje avvattningsyta ska efter urgrävning ligga tom under minst två månader i sträck för att åstadkomma en återkommande återhämtning. Perioden för återhämtning ska infalla maj-oktober.
7. Slam ska fyllas till nivå så att överfyllnad inte sker. Den maximala fyllnadsgraden är 20 cm under slamlagunens överkant. Vardera slamdräneringsbädd får inte grävas djupare än 1,5 meter.
8. Ytor för frystorkning ska utformas så att slamflykt inte sker vare sig vid påfyllning eller under tiden för avvattning. Slamdjupet på frystorkytan får maximalt vara 60 cm. Avståndet från frystorkytan till grundvattenytan ska vara minst 1,5 meter.
9. Huvudprocessen för kompostering ska ske i minst sex månader. Under huvudprocessen ska komposten vändas minst tre gånger. Kompostens eftermognadsfas ska vara minst sex månader. Hela processen ska ske utan tillförsel av nytt slam.
10. Verksamhetsutövaren ska begränsa och förebygga störningar avseende luktspridning och andra olägenheter som damning och nedskräpning. Om olägenheter ändå uppstår för omgivningen ska verksamhetsutövaren vidta nödvändiga åtgärder för att minimera dessa.
11. Verksamheten får utomhus vid bostadsbebyggelse inte ge upphov till högre ekvivalent ljudnivå än följande riktvärden:

50 dB(A) helgfri måndag-fredag kl 07-18

45 dB(A) lördag, söndag och helgdag kl 07-18

45 dB(A) kvällstid kl 18-22

40 dB(A) nattetid kl 22-07

Nattetid (kl 22-07) får den momentana ljudnivån inte överstiga 55 dB(A) som riktvärde utomhus vid bostadsbebyggelse

12. All personal som hanterar slam och latrin ska ha erforderliga kunskaper om risker, skyddsåtgärder och instruktioner förknippade med verksamheten. Drifts- och säkerhetsinstruktioner ska finnas för samtliga moment, förknippade med risk för miljöstörningar och hälsa.
13. Ett kontrollprogram för verksamheten ska upprättas och lämnas in till tillsynsmyndigheten senast tre månader efter att tillståndet vunnit laga kraft, eller vid den senare tidpunkt som tillsynsmyndigheten beslutar.
14. Innan avveckling av verksamheten helt eller delvis ska verksamhetsutövaren göra en anmälan till tillsynsmyndigheten. Detta ska göras senast sex månader innan delar av eller hela verksamheten upphör. Anmälan ska innehålla en plan för avveckling och efterbehandling som tillsynsmyndigheten ska godkänna. Planen ska beskriva hur verksamhetsutövaren ska undersöka och åtgärda eventuella miljöskador som verksamheten orsakat. Planen ska upprättas i samråd med tillsynsmyndigheten och berörda markägare. Tillsynsmyndigheten får föreskriva villkor för de åtgärder som behövs för efterbehandlingen. Samtliga efterbehandlingsåtgärder ska vara slutförda inom tillståndstiden. När verksamheten slutligt har efterbehandlats ska detta snarast meddelas tillsynsmyndigheten.

Delegationer

Miljöprövningsdelegationen överlåter åt tillsynsmyndigheten att vid behov besluta om ytterligare villkor avseende:

- Stängsel och låsning av anläggningen (enligt villkor 2).
- Särskilda försiktighetsmått eller begränsningar av verksamheten som kan behövas för att säkerställa att god ordning hålls inom verksamhetsområdet och i den närmsta omgivningen (enligt villkor 3).
- Senare tidpunkt för kontrollprogram (enligt villkor 13).
- Godkännande av efterbehandlingsplan samt åtgärder och villkor för efterbehandlingen (enligt villkor 14).

Igångsättningstid

Verksamheten ska ha satts igång senast två år efter det att detta beslut vunnit laga kraft. Om verksamheten inte har satts igång vid denna tidpunkt förfaller tillståndet.

Ni ska meddela tillsynsmyndigheten

Tillståndshavaren/Verksamhetsutövaren ska meddela tillsynsmyndigheten:

- när tillståndet för verksamheten tagits i anspråk och
- när verksamheten satts igång.

Verkställighet

Tillståndet börjar gälla omedelbart, även om beslutet inte har vunnit laga kraft.

Återkallelse av tidigare beslut

När detta tillstånd har vunnit laga kraft och tagits i anspråk upphör tidigare meddelade tillstånd för verksamheten att gälla.

Kungörelsedelgivning

Detta beslut ska delges genom kungörelsedelgivning. Kungörelsen ska inom tio dagar från datum för beslutet införas i Östersundsposten, Jämtlands tidning, länsstidningen Östersund och i Post- och Inrikes Tidningar.

Beslutet hålls tillgängligt hos aktförvarare på kommunkontoret i Strömsunds kommun, och på Länsstyrelsen Västernorrlands diarium. Delgivning anses ha skett två veckor efter detta beslut.

Beskrivning av ärendet

Bakgrund

Slambehandlingsanläggningen i Hoting, Strömsunds kommun, behandlar slam från kommunala reningsverk i Hoting, Kyrktåsjö, Lövvik, Rörström och Norråker samt slam från enskilda avloppsanläggningar i närområdet genom avvattning, frystorkning och kompostering.

Det befintliga tillståndet för anläggningen går ut den 31 december 2020 och behöver därmed förnyas. Tillstånd meddelades av Miljöprövningsdelegationen vid Länsstyrelsen Jämtlands län i beslut enligt miljöbalken (dnr 551-2557-10) den 26 januari 2011 till mottagning, avvattning, frystorkning och kompostering av totalt 2 000 ton avloppsslam

årligen från enskilda brunnar, slutna tankar och kommunala reningsverk på fastigheterna Tåsjö 4:10 och Tåsjö 2:5 i Strömsunds kommun.

Yrkanden, åtaganden och andra villkor

Yrkanden

Ni yrkar att miljöprövningsdelegationen ska lämna tillstånd enligt 9 kap. miljöbalken att:

- dels fortsätta med verksamheten vid Hotings slambehandlingsanläggning genom mottagning, avvattning, frystorkning och kompostering av en total årlig mängd om 2 000 ton slam, varav 1 900 ton oavvattnat och avvattat avloppsslam samt 100 ton uppslammade fiskfekalier och foderrester från fiskodlingar,
- dels krossa en årlig mängd om 1 000 ton rent träavfall till flis.

Allt i huvudsaklig överensstämmelse med ansökningshandlingarna och eventuellt senare kompletteringar av ansökningshandlingarna.

Ni yrkar vidare på att tidsbegränsning för tillståndet inte ska sättas. Istället kan omprövning av verksamheten ske efter tio år enligt 24 kap. miljöbalken 5 §, punkt 1.

Ni yrkar även att tillståndet ska få tas i anspråk även det inte vunnit laga kraft. Detta eftersom det är en pågående verksamhet.

Förslag till villkor

1. Om inte annat följer av nedan angivna villkor ska verksamheten, inklusive åtgärder för att begränsa mark-, vatten- och luftföroreningar samt andra störningar för omgivningen, bedrivas i huvudsaklig överensstämmelse med vad kommunen angivit i ansökningshandlingarna, med tillhörande kompletteringar och ändringar, eller i övrigt åtagit sig i ärendet.
2. Vardera slamdräneringsbädd får inte grävas djupare än 1,5 meter och får inte fyllas till en nivå högre än 0,2 meter under vallkrönet.
3. Avståndet mellan slamdräneringsbäddens botten och grundvattenytan under botten ska vara minst två meter.
4. Minst 10 cm av filtersanden i slamdräneringsbädden ska grävas ur tillsammans med det avvattnade slammet. Ny filtersand av motsvarande kvalitet ska därefter påföras upp till den ursprungliga nivån i slamdräneringsbädden.

5. Uppkommer luktolägenheter eller påverkan på yt- och/eller grundvatten som medför olägenheter i omgivningen ska kommunen vidta erforderliga åtgärder.
6. Verksamhetsområdet ska vara inhägnat och så utformat att obehöriga ej äger tillträde.
7. Förslag till kontrollprogram, enligt vilket verksamhetens miljöpåverkan skall följas upp, ska upprättas av kommunen och skickas in till tillsynsmyndigheten senast 6 månader efter att beslutet har vunnit laga kraft.
8. Innan verksamheten avslutas ska anmälan med återställningsplan lämnas till tillsynsmyndigheten. Sedan verksamheten upphört skall kommunen senast inom ett år därefter återställa markområdet där verksamheten bedrivits. Kravet på återställning skall anses uppfyllt först efter besiktning och godkännande av tillsynsmyndigheten.
9. Verksamheten får utomhus vid bostadsbebyggelse inte ge upphov till högre ekvivalent ljudnivå än följande riktvärden:

50 dB(A) helgfri måndag-fredag kl 07-18
45 dB(A) lördag, söndag och helgdag kl 07-18
45 dB(A) kvällstid kl 18-22
40 dB(A) nattetid kl 22-07

Nattetid (kl 22-07) får den momentana ljudnivån inte överstiga 55 dB(A) som riktvärde utomhus vid bostadsbebyggelse

Beskrivning av verksamheten

Ni har beskrivit verksamheten på i huvudsak följande sätt.

Den befintliga verksamheten som togs i drift 2011 tar emot slam från kommunala reningsanläggningar i Hoting, Kyrktåsjö, Lövvik, Rörström och Norråker samt från enskilda anläggningar.

Då anläggningen tar emot olika typer av slam, behandlas de på olika sätt. Oavvattnat slam från enskilda brunnar, slutna tankar och reningsverk avvattnas i slamdräneringsbäddarna under ett år, därefter flyttas det till beredningsytan för frystorkning. Avvattnat slam från reningsverk läggs på beredningsytan under det första året och frystorkas under det andra året.

Det finns fyra slamdräneringsbäddar för avvattning av slam samt en beredningsyta för frystorkning och kompostering. Bäddarna som omfattar tre faser, påfyllnadsfas, avvattningsfas samt urgrävnings- och återhämtningsfas, används växelvis och varje bädd är avställd vartannat år. Under påfyllnadsfasen fylls bäddarna upp till en högsta nivå om 20 cm under vallarnas överkant eller maximalt en säsong med brytmånad oktober.

Avvattning får ske minst ett halvår eller över en vinter i slamdräneringsbädden. Under urgrävnings- och återhämtningsfasen grävs det avvattnade slammet ur bädden och läggs upp på frystorkningsytan under minst en vintersäsong. Det översta lagret filtersand grävs ur tillsammans med slammet ur bädden och ny sand läggs upp till den ursprungliga bottennivån. Efter detta står bädden obelastad i minst två månader innan en ny påfyllningsfas påbörjas.

Frystorkning sker under en vintersäsong på beredningsytan, vilket utgörs av en hårdgjord yta av sandigt grusigt material intill slamdräneringsbäddarna. För att säkerhetsställa att genomfrysning sker läggs slammet upp till en tjocklek av cirka 0,8 meter. Kyla utnyttjas för att spräcka bindningarna mellan vattenmolekylerna och det organiska materialet. Det vatten som frigörs infiltrerar i sandavlagringen och renas principiellt på samma sätt som processvatten från slamdräneringsbäddarna.

Efter frystorkningen komposteras slammet på beredningsytan. Det frystorkade slammet blandas med skogsråvara och obehandlat träavfall i form av flis. Fliset fungerar som kolbärare men även som strukturmateriel, vilket förhindrar delar av komposten att bli anaeroba.

Om slam tillförs slamdräneringsbädden under alla kalendermånader sker frystorkningen i slamdräneringsbädden driftår två och kompostering driftår tre. Med denna frystorkning kan en ytterligare avvattning av cellsluten vätska erhållas. Ambitionen är att uppnå en god reduktion av slammängden. Genom avvattningsprocessen och frystorkningen kan torrsubstansen i gynnsamma fall nå upp till 30 % TS-halt. Enskilda brunnar töms under perioden maj till oktober. Avvattnat slam från dräneringsbäddarna samt slam som körs in avvattnat från reningsverk läggs på en beredningsyta för frystorkning. Genom avvattningsprocessen och frystorkningen kan torrsubstansen i gynnsamma fall nå upp till 30 % TS-halt. Efter frystorkning komposteras slammet tillsammans med flis. Kompostering sker genom öppen strängkompostering som innebär att mikroorganismer bryter ner organiskt materiel under aeroba förhållanden. Den färdiga komposten används som anläggningsjord för täckning vid återställande av gamla deponier.

Sedan hösten 2019 pågår ett pilotförsök med behandling av uppslammade fiskfekalier och foderrester från fiskodlingar vid anläggningen. Behandlingen sker på samma sätt som med avloppsslammet, men åtskilt. Detta försök sträcker sig till årsskiftet 2020/2021, men kan vara aktuellt vid senare tillfälle om oväntade händelser skulle inträffa.

Lokalisering

Hotings slambehandlingsanläggning är belägen cirka 8,5 km väster om Hoting och cirka 40 meter från en skogsbilväg som anknyter till väg 998 mellan Hoting och Kyrktåsjö i Strömsunds kommun.

Miljökonsekvensbeskrivning

Huvudalternativ

Huvudalternativet innebär att nuvarande verksamhet fortsätter på fastigheterna Tåsjö 4:10 och Tåsjö 2:56 med mottagning, frystorkning och kompostering av totalt 2 000 ton avfall varav 1 900 ton oavvattnat och avvattnat avloppsslam, 100 ton uppslammade fiskfekalier och foderrester från fiskodlingar samt krossning av 1 000 ton rent träavfall. Den befintliga lokaliseringen bedöms vara lämplig ur flera aspekter; markförhållanden, transporter och total miljöpåverkan.

Nollalternativ

Nollalternativet innebär att anläggningen upphör att ta emot och behandla slam vilket resulterar i att kommunen måste hitta en annan plats för mottagning och behandling av slam. Om Hotings slambehandling upphör kan de tillståndsgivna mängderna för de andra slambehandlingsanläggningarna i kommunen öka, vilket resulterar i en ökad mängd transporter. Idag finns inga andra alternativ inom rimliga avstånd för behandling av slam.

Alternativ lokalisering

Under 2008–2009 utreddes ett antal alternativa lokaliseringar och nuvarande placering ansågs vara lämplig. Flytt av anläggningen skulle innebära att ny mark måste tas i anspråk, vilket skulle medföra orimligt stora kostnader och påverkan på miljön. Att flytta denna verksamhet till någon av de andra befintliga slambehandlingsanläggningarna är inte möjligt då dessa inte har tillräcklig kapacitet och utformning för att kunna ta emot ytterligare slam.

Alternativ utformning

En alternativ utformning innefattar gravimetrisk förtjockning och mekanisk avvattning i kommunala avloppsreningsverk samt ytterligare avvattning i torkbäddar intill reningsverket. Dock är detta en mer energikrävande teknik vid jämförelse med slamdräneringsbäddarna, dessutom tillsätts ofta kemikalier i form av polymerer för att förbättra avvattningen. Det finns inget reningsverk inom rimligt avstånd från anläggningen som har kapacitet att ta hand om den slammängd som behandlas vid Hotings slamanläggning.

Ett annat behandlingsalternativ är stabilisering och avvattning av slam i vassbäddar. Detta är en metod som utvecklades i Tyskland, Danmark och USA under 1980- och 1990-talen. Vanligtvis är vassbäddarna uppbyggda med planterings- och dräneringslager, dräneringsrör och tätduk. Bäddarna kan tömmas cirka tre gånger och har en förväntad livslängd på cirka 30 år.

Eftersom relativt få vassbäddar har tömts är kunskapsnivån för närvarande låg när det gäller slutanvändning av det behandlade slammet.

Andra metoder för slambehandling är exempelvis rötning. Rötgasen som bildas vid rötning kan med stor fördel användas som fordonsbränsle eller till el- och värmeproduktion medan biogödslet, som blir slutprodukten, kan användas som gödningsmedel inom jordbruket och ersätta konstgödsel. Detta är ett bra alternativ ur miljösynpunkt för behandling av organiskt material, men kräver stora investeringskostnader. I dagsläget finns ingen rötgasanläggning inom kommunen eller på rimliga avstånd dit slammet kan köras. Byggs en rötgasanläggning i framtiden, exempelvis för matavfall, är det ett lovande alternativ att frakta slammet dit för behandling.

Plan - och markförhållanden

Området för verksamheten är inte detaljplanelagt.

Markförhållanden är goda för fastläggning av näringsämnen och föroreningar då jordarterna består av i huvudsak av sand av isälvskaraktär vilket är väl lämpat för infiltration.

Riksintressen

Inget riksintresse finns i närheten av anläggningen. Slambehandlingsanläggningen bedöms inte påverka naturskyddsområden eller områden och objekt med kulturhänsyn. Tio km rakt öster om anläggningen rinner Rörströmsälven som är ett Natura 2000 habitat.

Rennäring

Området för verksamheten ligger inom Voernese sameby.

Det finns ett uppsamlingsområde strax väster om anläggningen dit renarna beger sig vid viss vindriktning och väderlek och där de sedan har benägenhet att stanna upp. Området utgör dessutom vinterland för vinterbete under januari till mars. Då anläggningen är inhägnad bedöms främst transporter till och från anläggningen kunna påverka rennäringen. Flest transporter körs under maj-oktober då enskilda brunnar töms, under denna period vistas renarna längre norrut. Slamanläggningen bedöms inte påverka samebyn.

Naturmiljö

Det finns inga naturskyddsområden i direkt anslutning till anläggningen. Drygt fyra km sydost om anläggningen ligger ett naturreservat. Intill Hotingsjön finns ett vattenskyddsområde cirka åtta km från anläggningen. Tio km rakt öster om anläggningen rinner Rörströmsälven som är ett Natura 2000 habitat. Slambehandlingsanläggningen bedöms inte påverka dessa naturskyddsområden på grund av det långa avståndet.

Kulturmiljö

Det finns inga skyddade kulturmiljöer inom det aktuella området för anläggningen. Den närmsta forn- och kulturlämningen ligger cirka en km nordväst om anläggningen och är en lämning av typen kemisk industri efter tjärframställning. Cirka en km sydväst om anläggningen ligger en skog och historiskt objekt i form av en kyrkväg. Den närmsta lämningen nedströms anläggningen ligger 1,4 km söderut intill Stortjärnbäckens utlopp i Grundfjärden. Lämningen är av typen stensättning. Eftersom verksamheten inte kommer förändras riskerar ingen lämning att påverkas.

Friluftsliv

Bergelstjärnen som ligger drygt 300 meter söder om slamanläggningen ingår i Tåsjö fiskevårdsområde. Nedströms anläggningen mot Hoting ingår vattendragen i Hotings fiskevårdsområdesförening. Fisket bedöms inte påverkas av anläggningen.

Hotings skoterklubb har omkring tio mil skoterleder i Hoting. Anläggningen bedöms inte påverka skoterklubbens leder eftersom den redan finns på plats.

Utsläpp till luft

Utsläpp till luft från verksamheten sker främst i form av illaluktande ämnen från slambehandlingen, framförallt vid tömning av slam i bäddarna. Utsläpp till luft kan även uppstå från transportfordon som åker till eller från anläggningen. Transport av slam sker i slamfordon vilket minimerar risk för lukt eftersom fordonen är täta och tillverkade för ändamålet.

Verksamheten är belägen cirka 800 meter från närmsta bostad. Anläggningens avskilda läge och kringliggande vegetation minimerar risken för luktolägenheter. Inga klagomål har hittills förekommit.

Under påfyllnadsfasen och delar av avvattningsfasen avgår gaser, som metan och koldioxid, till följd av mikrobiell nedbrytning av organiskt material i slammet. En viss avgång av ammoniak (NH_3) sker i gränssytan mellan slam och luft på grund av det förskjutna jämviktsförhållandet mellan ammoniak i lösning och ammoniak i luften¹⁶. Denna avgång är starkast vid tippning av slam i bäddarna då kontakten med luftens syre är stor. Ammoniak är ingen växthusgas men det är lustgas (N_2O), som också kan avgas. Nedbrytningsprocesserna i slammet är temperaturberoende och avtar därför nästan helt under vintern men kan pågå ganska långt in på hösten tack vare det genererade värmeöverskottet. Under de varma sommarmånaderna och en bit in på hösten kan slammet ge upphov till en viss avgång av koldioxid och metan.

Utsläpp till vatten

Grundvatten

Utsläpp från verksamheten sker till grundvattnet. Den närmsta grundvattenförekomsten är en sand- och grusförekomst benämnd Östibyn-Tåsjöedet (SE711553 - 151226) som ligger direkt under anläggningen. Grundvattnets rörelseriktning går från nordväst till sydost. Vattnet infiltrerar genom jordlagren som i huvudsak består av sand av isälvskaraktär. Anläggningens utformning och markbeskaffenheten säkerställer att ingen ytavrinning sker. För att undersöka hur verksamheten påverkar grundvattnet tas prover ur grundvattenrör två gånger per år från och med år 2017. Avståndet till grundvattnet är 2,6–2,9 meter, vilket ger goda förutsättningar för fastläggning och reduktion av fosfor, BOD, bakterier med mera. Svårnedbrytbara organiska föreningar har visat värden under detektionsgränsen vid alla provtagningstillfällen.

Då slammängderna varierar från år till år, varierar även mängderna föroreningar. I tabellen nedan har teoretiskt beräknade halter och mängder av föroreningar beräknats för den slamm mängd som anläggningen behandlade år 2018. Beräkningarna har utförts under antagandena att slammets densitet är 1 kg/l och att torrsubstansen vid fyllning är 1 %. En uppskattning har gjorts av de halter och mängder som hamnar i marken och grundvatten utifrån de analyser som utförts av näringsämnen och metaller i slam före och efter avvattning. Skillnaden i analyserade halter i slammet före och efter avvattning antas bero på att ämnet följt med vätskefasen. Vissa analyserade ämnen påvisar högre halter i slammet efter avvattning, dessa ämnen kan antas ha mycket låg utlakning och markeras med "neg" i tabellen. Skillnaden mellan analys innan samt efter avvattning kan bero på exempelvis mätosäkerhet vid analysering eller variationer i slammet. Analysresultaten kan utöver infiltration av vatten bland annat påverkas av var i dammen provet tas och hur provtagningen sker men även av mikrobiell aktivitet i slammet, yttre påverkan som atmosfärisk deposition samt analysosäkerheter som brukar ligga kring 30 %.

Näringsämnen	Beräknad halt i vatten som infiltreras (mg/l)	Beräknad mängd till grundvattnet (kg)	
		Slamm mängd från 2018 (846 m ³)	Mängd enligt tillstånd (2 000 ton)
Ammoniumkväve	Neg	Neg	Neg
Kväve	10,1	8,5	20
Fosfor	Neg	Neg	Neg

Metaller			
Bly	Neg	Neg	Neg
Kadmium	Neg	Neg	Neg
Kalcium	20,2	16,9	40
Kalium	Neg	Neg	Neg
Koppar	3,1	2,6	6,2
Krom	Neg	Neg	Neg
Kvicksilver	Neg	Neg	Neg
Magnesium	Neg	Neg	Neg
Nickel	Neg	Neg	Neg
Zink	0,7	0,6	1,4

Efter avvattning ökade halten av fosfor mer än väntat och därav finns detta inte beräknat i tabellen. Det antas att slammets vattenfas har ungefärligen samma sammansättning som inkommande avloppsvatten till reningsverk, mellan cirka 6–20 mg/l. Med samma slammängd som år 2018 blir då mängderna cirka 5–17 kg fosfor i slammets vattenfas. Med samma slammängd som tillståndet gäller för (2 000 ton) blir fosformängderna 12–40 kg. Den mängd fosfor som når grundvattnet bedöms vara lägre än beräknat då ämnet fastlägger ytligt i marken. Då inga ämnen fastläggs vid infiltration motsvarar halterna och mängderna i tabellen ett extremfall.

Analysresultaten kan utöver infiltration av vatten bland annat påverkas av var i dammen provet tas och hur provtagningen sker men även av mikrobiell aktivitet i slammet, yttre påverkan som atmosfärisk deposition samt analysosäkerheter som brukar ligga kring 30 %.

Markens karaktär i området för slambehandlingsanläggningen ger goda möjligheter för fastläggning av föroreningar och grundvattenanalyser påvisar en nedåtgående trend för metallhalter. I det stora hela har slambehandlingsanläggningen en lokal påverkan på grundvattnet men bedöms inte utgöra en betydande påverkan för människor och miljö.

Ytvatten

Slamavvattningsanläggningen är lokaliserad inom ett avrinningsområde där ytvatten via Stortjärnbäcken, Hotingsån och Fjällsjöälven leds till

Ångermanälven och vidare till Bottenhavet. Den närmaste ytvattenförekomsten med fastställda miljö kvalitetsnormer är Stortjärnbäcken, vilken är utloppspunkten för avrinningsområdet och ligger cirka 300 meter söder om anläggningen.

Inga utsläpp till ytvatten förutom avrinning sker inom området. Anläggningen är placerad på en upphöjd yta där dagvattnet avrinner till omkringliggande skogsmark.

Miljö kvalitetsnormer

Grundvattenförekomsten Östibyn - Tåsjoedet har enligt statusklassningar 2010–2016 miljö kvalitetsnormerna God kemisk grundvattenstatus samt God kvantitativ status. Provtagningar har visat en nedåtgående trend för halten nitratkväve i grundvattnet. Slamanläggningen bedöms inte försämra den kemiska eller kvantitativa statusen i akviferen.

Enligt riskbedömningen är det ingen risk att varken den kemiska eller kvantitativa statusen inte uppnås till år 2021.

Det anges i förvaltningscykel 3 år 2017–2021 i VISS att Hotings slambehandlingsanläggning utgör en betydande påverkan för grundvattenförekomsten Östibyn-Tåsjoedet. Det finns en risk för spridning av näringsämnen och miljögifter och statusen med avseende på nitrat och PFAS11 riskeras att påverkas. Enligt statusklassningar 2017–2021 har grundvattenförekomsten en god kemisk status med avseende på bland annat nitrat och PFAS11.

Nitratkväve har under provtagningarna år 2017 och 2018 uppnått mycket låg halt samt låg halt (klass 1 och 2) förutom mitt i anläggningen under våren 2017 då måttligt höga halter (klass 3) uppmättes och utgångspunkten för att vända trend nåddes. Vid de tre efterföljande provtagningarna har en nedåtgående trend uppvisats för halten av nitratkväve i grundvattnet. Utsläpp av nitrat från slambehandlingsanläggningen bedöms därför inte utgöra en risk för grundvattenförekomstens status. Slamanläggningen bedöms inte försämra den kemiska eller kvantitativa statusen i akviferen.

Miljö kvalitetsnormerna för Stortjärnbäcken (SE711607-151185) är God ekologisk status 2021 samt God kemisk ytvattenstatus enligt statusklassningar från 2010–2016. I miljö kvalitetsnormen görs ett undantag i den kemiska statusen för bromerad difenyleter och kvicksilver, vilket främst beror på påverkan från långväga luftburna föroreningar. På grund av detta har riskbedömningen för att den kemiska statusen inte uppnås till 2021 klassats som Risk i förvaltningscykel 2. Detta är även anledningen till att Stortjärnbäcken Uppnår ej god kemisk status enligt statusklassningar 2010–2016.

Enligt klassificeringen finns det risk att miljö kvalitetsnormen för den ekologiska statusen inte uppnås till 2021 enligt förvaltningscykel 2 (2010–2016). Den ekologiska statusen är måttlig på grund av måttlig konnektivitet och morfologiskt tillstånd. Eftersom slamanläggningen inte påverkar dessa parametrar bedöms verksamheten inte försämra den ekologiska statusen. Stortjärnbäcken har Måttlig ekologisk status enligt statusklassningar 2010–2016, med hänvisning till Måttlig konnektivitet medan statusen avseende näringsämnen är Hög.

Slambehandlingsanläggningen bedöms inte påverka vare sig den kemiska eller den ekologiska statusen i Stortjärnbäcken. Anläggningen är placerad på en upphöjd yta där dagvattnet avrinner till omkringliggande skogsmark.

Buller

Buller skulle kunna uppstå från transportfordon samt från entreprenadmaskiner. Buller kan även förekomma vid krossning av träavfall vid anläggningen.

Kemikalier

Inom fiskodlingen tillsätts ett flockningsmedel vid avvattningen av fiskslammet innan det transporteras till slamanläggningen i Hoting. De enda kemikalier som används vid slamanläggningen är bränsle och oljor för transportfordon och entreprenadmaskiner, exempelvis vid byte av sand i bäddar. Inget av detta lagras inom anläggningen. Om krossning av trä sker vid anläggningen kommer en dieseltank med skyddsutrustning och spillberedskap befinna sig på slambehandlingsanläggningen. Detta äger rum en dag och utförs ungefär vart tredje år.

Energi

Ingen energi tillförs processen vid anläggningen. Vid transporter och urgrävning av slam från slamdräneringsbäddarna krävs drivmedel.

Er uppfyllelse av hänsynsreglerna

Ni har i ansökan och tillhörande miljökonsekvensbeskrivning lämnat en kortfattad beskrivning av aktuella hänsynsregler och hur respektive regel uppfylls.

Miljömål

Nationella miljömål som berörs av verksamheten är ”Grundvatten av god kvalitet” samt ”God bebyggd miljö”. På regional och kommunal nivå finns det ett antal planer som berör avfallshanteringen för verksamheten som redogörs för.

Yttranden

Länsstyrelsen Jämtlands län

Länsstyrelsen bedömer att tillstånd och verkställighetsförordnande kan lämnas till fortsatt verksamhet vid slambehandlingsanläggningen. Det kan dock vara lämpligt att tidsbegränsa tillståndet till tio år för slamavvattningen.

Ni bör underrätta tillsynsmyndigheten när det nya tillståndet tas i anspråk. Det gamla tillståndet bör då upphävas om det fortfarande gäller.

Fiskslam kan tas emot och behandlas om det överensstämmer med ställda krav på anläggningen och berörd fiskodling samt tillämpliga regler om animaliska biprodukter.

Då anläggningen ligger på en grundvattenförekomst med beslutade miljökvalitetsnormer är det av stor vikt att minimera risken för att föroreningar tillförs grundvattnet. Det föreslagna skyddsavståndet på minst två meter mellan slambäddarnas botten och grundvattenytan behöver därför hållas för att möjliggöra reduktion av föroreningshalten innan det infiltrerade vattnet tillförs grundvattnet, även i ett framtida klimat med förväntade högre nederbörds mängder.

Det är viktigt att kommande kontrollprogram utformas på sådant sätt att eventuell påverkan på grundvattenkvaliteten kan följas så att eventuellt stigande trender kan brytas i tid. Placering av grundvattenrör bör ses över med avseende på grundvattenströmning. Lämplig provtagning bör utföras för relevanta parametrar motsvarande de näringsämnen, metaller och miljögifter som förekommer i mottaget slam.

Uppmätta halter av PFAS är inte sådana att de föranleder någon åtgärd i dagsläget men provtagning och analys bör fortsätta eftersom halterna kan variera mycket mellan olika provtagningstillfällen. Andra förekommande ämnen i avloppsslam, såsom läkemedelsrester och bisfenol A, är också relevanta att följa upp.

Strax väster om anläggningen finns ett uppsamlingsområde som är en strategiskt viktig plats för Voernese sameby. Slambehandlingsanläggningen är dock inhägnad och ingen utbyggnad planeras. Det är främst transporter och krossningskampanjer som kan påverka renarna.

Det kan vara lämpligt med ett villkor om att området ska hållas städat. I samband med hantering av orensat avloppsslam och framförallt trädgårdsavfall kan det komma in plast och annat avfall som inte är önskvärt i komposten.

Om slam ska frystorka i slamdräneringsbädd bör slamdjupets tjocklek begränsas för att ge optimal genomfrysning

Miljö- och hälsoskyddsnämnden

Nämndens erfarenheter från tillsynen är att anläggningen är välskött. Nämnden instämmer i er bedömning att risken är låg för att utsläpp från anläggningen ska påverka närliggande vattentäkter. Verksamheten bedöms inte heller påverka möjligheten att uppnå miljö kvalitetsnormerna för närliggande ytvattenförekomster eller för den grundvattenförekomst på vilken anläggningen är placerad. Miljöpåverkan består framför allt av påverkan på grundvattnet i närheten av anläggningen. Inte desto mindre behöver den påverkan kontrolleras så att den håller sig inom rimliga gränser.

Avståndet mellan slamdräneringsbäddarnas botten och grundvattenytan är avgörande för reningen av det vatten som infiltreras i marken. Nämnden ifrågasätter det i ansökan och miljökonsekvensbeskrivning angivna avståndet mellan slamdräneringsbäddarnas botten och grundvattenytan.

Under de år som verksamheten har pågått, har prov tagits på grundvattnet uppströms, invid och nedströms anläggningen samt på slammet. Före 2017 togs endast ett prov per år på grundvattnet och före 2019 endast ett prov per år på slammet. Det har vissa år varit problem med provtagningen på grund av att det inte har funnits tillräckligt med vatten i provtagningsrören eller på grund av att slammet varit fruset. Vattnet har inte alltid filtrerats före analys, vilket kan ha gett missvisande resultat när det gäller innehållet av metaller. Berggrunden i området är rik på metaller vilket kan vara en orsak till relativt höga halter, även i vatten som borde vara opåverkat. Sammantaget medför det att analysresultaten är svårtolkade och visar på stor variation mellan olika provtagningstillfällen.

Placeringen av provrören i förhållande till anläggningen och grundvattnets strömningsriktning, har åtminstone i början av verksamheten inte varit optimal. Röret för uppströms anläggningen har fått ny placering på senare år. I samband med att ett nytt kontrollprogram upprättas bör provtagningsrörens placering, rutiner för provtagning och analysmetoder ses över.

Nämnden anser att tillstånd för miljöfarlig verksamhet som grundprincip bör vara tidsbegränsade. Ni hänvisar till möjligheten att ompröva villkor i tillståndet eller omfattning av verksamheten enligt 24 kap 5 § 1 punkten miljöbalken. En sådan omprövning innebär ändå att verksamheten blir kvar, om än med ändrade villkor. För att ett tillstånd helt ska kunna återkallas måste tillståndsmyndigheten använda 24 kap 3 § miljöbalken. För detta krävs allvarliga missförhållanden, krav från EU eller att tillståndet inte utnyttjas.

Nämnden har däremot ingenting att invända mot att ett nytt tillstånd tas i bruk innan det vunnit lagakraft. Anläggningen har varit i drift i många år utan att det har lett till några konflikter eller klagomål.

Ert bemötande av yttranden

Avståndet 2,4 meter kommer från en tidigare hydrogeologisk undersökning och avser avståndet från slambäddarnas botten till grundvattenytan.

Uppdaterade siffror från en inmätning som utfördes i september 2019 visar att avståndet mellan grundvattenytan och slamdräneringsbäddarnas botten är cirka 2,6–2,9 meter.

Provtagningen kommer att ses över i samband med att ett nytt kontrollprogram upprättas.

Nämnden anser att tillstånd för miljöfarlig verksamhet som grundprincip bör vara tidsbegränsande, ni föreslår att tillståndet avseende mottagning av slam begränsas till tio år.

Ni mäter årligen grundvattennivån för att säkerställa att skyddsavståndet på två meter följs. Provtagningen kommer att ses över i samband med att ett nytt kontrollprogram upprättas. Vid behov kommer nya rör borras.

PFAS-11 analyserades i vattnet och i slammet inför ett föreläggande om komplettering daterad den 9 april 2020. Gränsvärdena för PFAS-11 var under detektionsgränserna i grundvattnet, medan några ämnen detekterades i slammet. Det detekterade värdena i slammet överskrider inte det preliminära riktvärdet för PFOS i mark för känslig markanvändning¹. Slutsatsen av analyserna är att PFAS11 från slambehandlingsanläggningen i Hoting inte kommer påverka vattenförekomster nedströms.

Även om risken är liten för att PFAS och andra ämnen som länsstyrelsen omnämner ska påverka grundvattnet anser ni inte att det är orimligt att uppföljning av dessa ämnen görs. Detta bör dock inte ingå i det ordinarie kontrollprogrammet, utan följs upp var tredje år i det eller de rör som är mest påverkade av slammet. Närmare beskrivning kommer att göras i kontrollprogrammet.

Ni håller med om att ett villkor att området ska hållas städat är lämpligt. Normalt sett läggs slammet upp på en beredningsyta inför frystorkningen. Driftpersonal ser till att slamdjupets tjocklek i dräneringsbäddarna begränsas så att genomfrysning kan säkerställas ifall slammet fryser i bäddarna.

Motivering till beslutet

Miljökonsekvensbeskrivning

En ansökan om tillstånd till miljöfarlig verksamhet ska innehålla en miljökonsekvensbeskrivning. Miljöprövningsdelegationen konstaterar att ni har genomfört samråd och upprättat en miljökonsekvensbeskrivning enligt bestämmelserna i miljöbalken och miljöbedömningsförordningen.

Miljöprövningsdelegationen anser att inlämnad miljökonsekvensbeskrivning efter gjorda kompletteringar uppfyller kraven och kan godkännas.

Tillåtlighet

Val av plats

Vid val av plats för en verksamhet som tar i anspråk ett mark- eller vattenområde ska det väljas en plats som är lämplig med hänsyn till att ändamålet ska kunna uppnås med minsta intrång och olägenhet för människors hälsa och miljön.

På den aktuella fastigheten bedrivs redan idag en slambehandlingsanläggning. Ur ett lokaliseringssperspektiv är platsen lämplig i förhållande till upptagningsområde för mottagning av slam. Inga klagomål har heller inkommit från närboende på nuvarande verksamhet.

Alternativet till en slamavvattningsanläggning i Hoting är långa transporter för att omhänderta slammet. Avvägningar mellan den föreslagna lokaliseringen och övriga intressen redovisas under respektive avsnitt nedan.

Miljöprövningsdelegationen anser sammanfattningsvis att utredningen avseende lokaliseringen är tillräcklig och platsen för verksamheten kan godkännas.

Planförhållanden

Tillstånd får inte ges i strid med gällande detaljplan eller områdesbestämmelser. Små avvikelser får dock göras, om syftet med planen eller bestämmelsen inte motverkas.

Området omfattas inte av någon detaljplan och är inte reserverat för någon annan verksamhet i den kommunala översiktsplanen. Något hinder mot verksamheten utifrån plansynpunkt finns inte.

Hushållningsbestämmelser

Vid tillståndsprövning enligt 9 kap. miljöbalken ska bestämmelserna i 3 och 4 kap. i balken tillämpas i de fall som gäller ändrad användning av mark- eller vattenområden. Det är dock fråga om en redan befintlig verksamhet lokaliserad på samma plats som där den bedrivs idag. Därför är hushållningsbestämmelserna i 3 och 4 kap. miljöbalken inte tillämpliga i detta fall.

Natura 2000-områden, annat områdesskydd och artskyddsfrågor

Avståndet från anläggningen till Natura 2000-området är tio km. Vattenskyddsområdet intill Hotingssjön ligger cirka åtta km från

anläggningen. Slambehandlingsanläggningen bedöms inte påverka dessa naturskyddsområden på grund av det långa avståndet.

Påverkan på skyddsvärda områden bedöms inte föreligga så att verksamheten inte kan tillåtas.

Utsläpp till luft

Verksamheten är belägen cirka 800 meter från närmsta bostad. Anläggningens avskilda läge och kringliggande vegetation minimerar risken för luktolägenheter. Inga klagomål har hittills förekommit.

Miljöprövningsdelegationen bedömer att det finns risk för luktolägenheter framförallt lokalt när personer vistas nära anläggningen. Mängden våtslam som avvattnas inom anläggningen ska minimeras och krav ställs på verksamheten för att minska risken för olägenheter.

Sammanfattningsvis gör miljöprövningsdelegationen bedömningen att utifrån planerad verksamhet och möjliga skyddsåtgärder kommer verksamheten inte att medföra sådana olägenheter för boende i form av lukt och luftutsläpp som påverkar tillåtligheten.

Buller

Buller från verksamheten uppstår vid transporter till och från anläggningen samt vid flisning och slam- och masshantering inom anläggningen. Miljöprövningsdelegationen bedömer att transporterna inte är av sådan omfattning att buller från dessa kommer att medföra sådana olägenheter att det påverkar tillåtligheten.

Påverkan på vatten

Miljöprövningsdelegationen får inte tillåta att en verksamhet påbörjas om detta ger upphov till en sådan ökad förorening eller störning som innebär att vattenmiljön försämras på ett otillåtet sätt eller som har sådan betydelse att det äventyrar möjligheten att uppnå den status eller potential som vattnet ska ha enligt en miljökvalitetsnorm. Med ledning av den så kallade Weserdomen är det inte möjligt att leda förorenat vatten till en vattenförekomst som innebär att någon enskild påverkansfaktor försämras.

Det är emellertid inte enbart påverkan på vattenförekomstnivå som behöver bedömas. Verksamheten ska även ta hänsyn till vad som krävs utifrån de allmänna hänsynsreglerna.

Grund- och ytvatten ska skyddas från påverkan av planerad verksamhet. Verksamheten ger utsläpp till vatten dels från slamavvattning och frystorkning som infiltreras till grundvattnet, dels från lakvatten från kompostering.

Grundvatten

Den närmsta grundvattenförekomsten är Östibyn-Tåsjöedet som ligger direkt under anläggningen. Avståndet till grundvattnet är 2,6–2,9 meter. Vattenförekomsten är inte prioriterad enligt den regionala vattenförsörjningsplanen.

Miljö kvalitetsnormerna för Östibyn-Tåsjöedet är god kemisk grundvattenstatus och god kvantitativ status. Enligt riskbedömningen i VISS är det ingen risk att varken den kemiska statusen eller den kvantitativa statusen inte uppnås 2021 för Östibyn-Tåsjöedet.

Marken som anläggningen är belägen på utgörs i stort av sand av isälvskaraktär, vilket lämpar sig för infiltration och ger goda förutsättningar för fastläggning och reduktion av näringsämnen och föroreningar. Provtagningar av grundvattnet har visat en nedåtgående trend av nitratkväve och metaller. Gränsvärdena för PFAS₁₁ låg under detektionsgränserna.

I ansökan har ni beskrivit vilka ämnen verksamheten kan förväntas släppa ut samt beräknat utsläppsmängder för ett antal ämnen. Utifrån analysosäkerheter och osäkerheter i provtagningsförfarandet som alltid råder, bör slutsatser dras med försiktighet. Halterna är dock förhållandevis låga.

Trots att verksamheten har en viss lokal påverkan på grundvattnet bedömer miljöprövningsdelegationen med hänsyn till markens karaktär, avståndet till grundvattnet samt resultat från provtagningar och beräkningar att verksamheten kan tillåtas utifrån skyddet av grundvattnet med de villkor och begränsningar som tillståndet omfattar.

Ytvatten

Stortjärnbäcken utgör utloppspunkten för avrinningsområdet och är belägen cirka 300 meter söder om anläggningen. Stortjärnbäcken är den närmsta ytvattenförekomsten nedströms anläggningen och inom avrinningsområdet som har fastställda miljö kvalitetsnormer.

Miljö kvalitetsnormerna för Stortjärnbäcken är god ekologisk status 2021 samt god kemisk ytvattenstatus. Undantag i den kemiska statusen görs för bromerad difenyleter och kvicksilver på grund av långväga luftburna föroreningar. Klassificeringen i VISS är risk att miljö kvalitetsnormen för den ekologiska statusen inte uppnås till 2021 enligt förvaltningscykel 2 (2010–2016). Den ekologiska statusen är måttlig på grund av måttlig konnektivitet och morfologiskt tillstånd, parametrar inte verksamheten påverkar.

Miljöprövningsdelegationen bedömer utifrån avståndet till bäcken, beskrivning av anläggningens utformning samt utifrån resultat från utförda provtagningar och beräkningar att verksamheten inte kommer medföra

negativ påverkan på bäcken. Utsläpp från anläggningen kommer inte att bidra till att fastställda miljökvalitetsnormer inte kan innehållas och statusen för någon enskild kvalitetsfaktor bedöms inte heller försämrats.

Miljömål

Verksamheten bedöms inte motverka möjligheten att uppnå de nationella eller regionala miljömålen.

Övriga överväganden

Miljöprövningsdelegationen har övervägt frågan om den sökta verksamheten kan anses utgöra bästa möjliga teknik. Bättre teknikmässiga alternativ finns för rening. Bästa möjliga teknik och den faktiska miljönytta som tekniken medför bör däremot ställas mot de långa och omfattade transporter med de utsläpp och risker som detta medför. Utifrån platsens lokalisering och lokala förhållandena i övrigt kan tekniken med avvattning av slam i avvattningslaguner och via frystorkning anses rimlig och accepteras under en viss begränsad tid. Tillståndet begränsas i tid i enlighet med yrkandet och ni har möjlighet att under tiden undersöka alternativa slamavvattningsmetoder. Risken för påverkan på yt- och grundvatten bedöms som liten och aktuella recipienter omfattar inga särskilda skyddsobjekt. Sammantaget anser miljöprövningsdelegationen att den aktuella reningsverksamheten vid en rimlighetsavvägning kan godtas även om verksamheten inte uppfyller kravet på bästa möjliga teknik.

Tillståndets förutsättningar

Tillståndets giltighetstid

Miljöprövningsdelegationen bedömer att det är rimligt att tidsbegränsa tillståndet för mottagning och behandling av oavvattnat slam och slamavvattning till tio år. Miljöprövningsdelegationen tidsbegränsar även verksamheten på sådant sätt att när slamavvattning upphört får övrig verksamhet (kompostering med tillhörande hantering) fortgå i ytterligare två år. Verksamheten i sin helhet ska därmed ha upphört senast den 31 december 2032.

Efter två år bedöms inget behov finnas av ytterligare kompostering av det slam som avvattnas på platsen och därefter bör även tillståndet för övriga delar upphöra.

Under tillståndstiden bör ni utreda alternativ hantering av slam för att ytterligare minimera risker för påverkan av yt- och grundvatten. Detta då markförlagd slamavvattning inte kan betraktas som en självklar bästa möjliga teknik. Andra metoder kan också komma att utvecklas under tiden.

Till bedömningen av bästa möjliga teknik ska även en skälighetsbedömning göras utifrån lokala och ekonomiska förutsättningar. I glesbygd med långa avstånd som medför fler och längre transporter kan det i nuläget bedömas att markförlagd slamavvattning med efterföljande kompostering kan vara bästa möjliga teknik. Detta med förutsättning att anläggningen är bra placerad och har goda förutsättningar i övrigt. Men vad som idag accepteras som bästa möjliga teknik behöver inte vara detsamma vid tidpunkten för när tillståndet upphör. Av dessa anledningar bedömer miljöprövningsdelegationen att tillståndet ska begränsas i tid.

Villkor

Allmänt villkor (villkor 1)

Under det allmänna villkoret tar miljöprövningsdelegationen fasta på de åtaganden som ni angivit i ansökan, miljökonsekvensbeskrivningen och i övrigt åtagit sig i ärendet. Verksamheten får bedrivas i enlighet med vad som beskrivs i ansökan och omfattas av de angivna verksamhetskoderna.

Stängsel och lås (villkor 2)

Med anledning av risken för olovlig tippning av avfall och jordmassor samt risken för olyckor i lagunerna anser miljöprövningsdelegationen att det ska finnas ett för omgivningen tillräckligt högt stängsel samt en grind som ska hållas låst.

God ordning (villkor 3)

Det finns en risk att plast och liknande skräp kan följa med slam och strukturmaterial in på området eller att annan otillbörlig nedskräpning sker. Om så sker är ni skyldig att städa upp och i övrigt hålla god ordning inom verksamheten.

Avståndet mellan lagunbotten och grundvattenytan (villkor 4)

För att skydda grundvattnet från föroreningar krävs tillräckligt avstånd till anläggningen. Miljöprövningsdelegationen föreskriver därför ett villkor om att avståndet mellan botten på behandlingsytan och grundvattenytan ska vara minst två meter.

Växelvis användning och utbyte av filtersand (villkor 5 - 6)

Miljöprövningsdelegationen anser att det är väsentligt att avvattningstagare får tid för syresättning och ökade möjligheter att rena inkommande våtslam. Den är en fördel om viloperioden förläggs till den varmaste perioden på året då förutsättningarna för en nedbrytning av organiskt material är mest gynnsam. Viloperioden behöver därför vara under vår- och sommarmånaderna. Det översta siktet av filtersand behöver bytas ut för att erhålla optimal rening. Miljöprövningsdelegationen anser att det är viktigt att ny filtersand påförs avvattningstagare inför ny mottagning av våtslam.

Överfyllnadsskydd (villkor 7)

För att minska risken för genombrott och spridning av våtslam får

slamavvattningslaguner aldrig fyllas högre än 20 cm från överkant samt inte grävas djupare än 1,5 meter.

Frystorkytornas användning (villkor 8)

För hantering på frystorkytorna gällande mer eller mindre blött slam, bör säkerställas så att inte slamflykt eller lakvatten rinner okontrollerat ut från ytan. Genom att begränsa slamskiktets tjocklek säkerställs en tillräckligt effektiv genomfrysning för att erhålla önskad avvattning. Ett minsta avstånd till grundvattenytan föreskrivs på 1,5 meter. Slamdjupets tjocklek ska vara lämplig för optimal genomfrysning, d.v.s. inte över 60 cm.

Komposteringsprocessen (villkor 9)

Kompostering bör utföras med optimala förutsättningar för att minimera risk för lukt samt för att effektivisera komposteringsprocessen och uppnå god hygienisering av materialet.

Åtgärder mot olägenheter (villkor 10)

Det är av stor vikt att ni vidtar åtgärder för att förebygga uppkomst av olägenheter, som lukt och damning. Miljöprövningsdelegationen förtydligar att lämpliga åtgärder ska vidtas om sådana olägenheter ändå uppkommer. Åtgärder ska vidtas för att minimera olägenheter så långt det är möjligt och rimligt.

Buller (villkor 11)

Miljöprövningsdelegationen menar att det är skäligt med ett villkor som reglerar inom vilka värden verksamheten får bedrivas och att mätningar genomförs när förändringar i verksamheten som kan förändra bullernivån på ett negativt sätt eller då tillsynsmyndigheten begär det.

Krav på kunskapskrav, drift- och säkerhetsinstruktioner (villkor 12)

Berörd personal ska ha rätt förutsättningar att utföra arbetet vid anläggningen. Detta för att minska risken för olycksfall, utsläpp och olägenheter.

Kontrollprogram (villkor 13)

Ett nytt kontrollprogram ska upprättas för verksamheten och lämnas in till tillsynsmyndigheten senast tre månader efter att tillståndet tagits i anspråk. Med hänsyn till att verksamheten redan är pågående bedömer miljöprövningsdelegationen att ett kontrollprogram ska kunna upprättas inom den utsatta tiden.

Innehållet i kontrollprogrammet regleras inte i detalj i detta beslut. Miljöprövningsdelegationen anser dock att det i kontrollprogrammet bland annat ska framgå hur det säkerställs att föreskrivna villkor innehålls samt vilken påverkan på ytvatten och grundvatten som verksamheten riskerar att få.

Efterbehandling (villkor 14)

För att säkerställa att området efterbehandlas på ett godtagbart sätt utifrån hälso-, miljö- och säkerhetssynpunkt ska ni lämna in en slutlig efterbehandlingsplan till tillsynsmyndigheten senast sex månader innan någon del av verksamheten ska avvecklas. En sådan plan ska tas fram i samråd med tillsynsmyndigheten och berörda markägare.

Efterbehandlingsplanen ska godkännas av tillsynsmyndigheten som därmed också får besluta om de villkor och åtgärder som behövs för efterbehandlingen

Delegationer

Miljöprövningsdelegationen bedömer att det finns anledning att ge tillsynsmyndigheten möjlighet att föreskriva ytterligare villkor om skyddsåtgärder och försiktighetsmått m.m. i de delar som framgår av delegationsbestämmelserna.

Igångsättningstid

Den med tillståndet avsedda verksamheten ska ha satts igång senast två år efter det att detta beslut vunnit laga kraft. Om verksamheten inte har satts igång vid denna tidpunkt förfaller tillståndet

Att meddela tillsynsmyndigheten

När ni avser att börja använda detta tillstånd och följa de villkor som finns här ska ni meddela tillsynsmyndigheten att ni tar tillståndet i anspråk. Tillsynsmyndigheten ska meddelas om ianspråktagandet av tillståndet för att de ska kunna följa upp de villkor som är knutna till att tillståndet tagits i anspråk, till exempel inlämnande av kontrollprogram.

Ni ska även meddela tillsynsmyndigheten snarast efter det att ni satt igång verksamheten. Ni anses ha satt igång verksamheten när ni startat upp de tillståndsgivna aktiviteterna. Tänk på att om ni inte satt igång med samtliga delar av verksamheten vid den tidpunkt som är angiven förfaller tillståndet i dessa delar.

Verkställighet

Ni har yrkat att tillståndet ska gälla omedelbart.

Slambehandlingsanläggningen finns redan på angiven plats. Förutom grundvattenaspekten finns inga motstående intressen eller övriga invändningar som framförts avseende ansökan om nytt tillstånd. Med hänsyn till detta och att skyddsåtgärder för vatten föreskriv anser miljöprövningsdelegationen att yrkandet om verkställighet kan bifallas.

Sammanfattande bedömning

Upprättad miljökonsekvensbeskrivning uppfyller kraven enligt 6 kapitlet miljöbalken.

Miljöprövningsdelegationen bedömer, med hänsyn till de av er föreslagna åtgärderna, verksamhetsområdets avgränsning och föreskrivna villkor, att verksamheten är förenlig med de allmänna hänsynsreglerna i 2 kap. miljöbalken och att lokaliseringen är godtagbar utifrån miljöbalkens mål i 1 kap. miljöbalken. Planerad verksamhet strider inte heller mot miljöbalkens tillåtlighetsbestämmelser i övrigt.

Miljöprövningsdelegationen gör den samlade bedömningen att ansökan kan bifallas med de villkor och försiktighetsåtgärder som föreskrivits.

Information

Avgift

Den som driver eller har tillstånd till miljöfarlig verksamhet ska betala en årlig avgift (se förordningen [1998:940] om avgifter för prövning och tillsyn enligt miljöbalken).

Skyldigheter för verksamhetsutövaren

Detta tillstånd befriar inte verksamhetsutövaren från skyldigheten att iaktta vad som gäller enligt andra bestämmelser för den verksamhet som tillståndet avser. Det kan exempelvis handla om anmälan om vattenverksamhet eller om fornlämningar.

Vid överlåtelse av verksamheten till någon annan juridisk eller fysisk person, måste uppgift om detta lämnas till tillsynsmyndigheten och länsstyrelsen.

Ändring av verksamheten kan kräva nytt tillstånd eller anmälan.

Bestämmelser som beslutet grundas på

Miljöbalken

Hänsynsreglerna

2 kap. 6 §

För en verksamhet eller åtgärd som tar i anspråk ett mark- eller vattenområde ska det väljas en plats som är lämplig med hänsyn till att ändamålet ska kunna uppnås med minsta intrång och olägenhet för människors hälsa och miljön.

Vid tillståndsprövning enligt 9 kap. och prövning av verksamheter enligt 9 kap. 6, 6 a och 6 b §§ ska bestämmelserna i 3 och 4 kap. tillämpas endast i de fall som gäller ändrad användning av mark- eller vattenområden.

Ett tillstånd eller en dispens får inte ges i strid med en detaljplan eller områdesbestämmelser enligt plan- och bygglagen (2010:900). Små avvikelser får dock göras, om syftet med planen eller bestämmelserna inte motverkas

2 kap. 7 §

Kraven i 2–5 §§ och 6 § första stycket gäller i den utsträckning det inte kan anses orimligt att uppfylla dem. Vid denna bedömning ska särskild hänsyn tas till nyttan av skyddsåtgärder och andra försiktighetsmått jämfört med kostnaderna för sådana åtgärder.

Trots första stycket ska de krav ställas som behövs för att följa 5 kap. 4 och 5 §§.

Miljö kvalitetsnormer

5 kap. 4 §

En myndighet eller en kommun får inte tillåta att en verksamhet eller en åtgärd påbörjas eller ändras om detta, trots åtgärder för att minska föroreningar eller störningar från andra verksamheter, ger upphov till en sådan ökad förorening eller störning som innebär att vattenmiljön försämras på ett otillåtet sätt eller som har sådan betydelse att det äventyrar möjligheten att uppnå den status eller potential som vattnet ska ha enligt en miljö kvalitetsnorm.

Vid prövning för ett nytt tillstånd och vid omprövning av tillstånd ska de bestämmelser och villkor beslutas som behövs för att verksamheten inte ska medföra en sådan försämring eller ett sådant äventyr.

5 kap. 5 §

I fråga om miljö kvalitetsnormer som avses i 2 § första stycket 1 för annat än vatten ska myndigheter och kommuner vid prövning och tillsyn ställa de krav som behövs för att följa en sådan norm. Om det finns ett åtgärdsprogram som har fastställts för att följa normen, ska det vara vägledande för bedömningen av behovet.

Vid prövning av tillåtlighet, tillstånd, godkännande eller dispens för en verksamhet eller åtgärd som ger en ökad förorening eller störning och kan antas på ett inte obetydligt sätt bidra till att en miljö kvalitetsnorm som avses i 2 § första stycket 1 för annat än vatten inte följs, får verksamheten eller åtgärden tillåtas om den

1. är förenlig med ett åtgärdsprogram som har fastställts för att följa normen,
2. förenas med villkor om att vidta eller bekosta kompenserande åtgärder som ökar möjligheterna att följa normen i en utsträckning som inte är obetydlig, eller
3. trots att den försvårar möjligheterna att följa miljö kvalitetsnormen på kort sikt eller i ett litet geografiskt område, kan antas ge väsentligt ökade förutsättningar att följa normen på längre sikt eller i ett större geografiskt område.

Miljöbedömningar

6 kap. 42 §

Miljöprövningsdelegationen ska i samband med att tillståndsfrågan avgörs ta ställning till om miljökonsekvensbeskrivningen uppfyller kraven i 6 kapitlet så att den specifika miljöbedömningen kan slutföras.

Miljöfarlig verksamhet

9 kap. 6 §

Det är förbjudet att utan tillstånd

1. anlägga eller driva vissa slag av fabriker, andra inrättningar eller annan miljöfarlig verksamhet,
2. släppa ut avloppsvatten i mark, vattenområde eller grundvatten,
3. släppa ut eller lägga upp fast avfall eller andra fasta ämnen, om detta kan leda till att mark, vattenområde eller grundvatten kan förorenas, eller
4. bedriva sådan miljöfarlig verksamhet som avses i 1–3, om den ändras med avseende på tillverkningsprocess, reningsförfarande eller på något annat sätt.

Allmänt om prövningen

16 kap. 2 §

Tillstånd enligt balken eller enligt föreskrifter som har meddelats med stöd av balken, får ges för begränsad tid och får förenas med villkor. Vid ändring av en miljöfarlig verksamhet får tillståndet begränsas till att enbart avse ändringen (ändringstillstånd).

Igångsättningstid

22 kap. 25 § 2 st jämfört med 19 kap. 5 §

I fråga om miljöfarlig verksamhet ska det i beslut om tillstånd anges den tid inom vilken verksamheten ska ha satts igång.

Verkställighet

22 kap. 28 § jämfört med 19 kap. 5 §

När det finns skäl till det får miljöprövningsdelegationen förordna att tillståndet till en verksamhet får tas i anspråk även om beslutet inte har vunnit laga kraft.

Delegationer

22 kap. 25 § 3 st jämfört med 19 kap. 5 §

Miljöprövningsdelegationen får överlåta åt en tillsynsmyndighet att besluta villkor av mindre betydelse.

Aktuella förordningar

Miljöbedömningsförordningen (2017:966)

Förordningen (1998:899) om miljöfarlig verksamhet och hälsoskydd

De som medverkat i beslutet

Beslutet har fattats av Miljöprövningsdelegationen inom Länsstyrelsen Västernorrland. I beslutet har medverkat Ulrica Åsberg, ordförande och Frida Uebel, miljösakkunnig. Ärendet har föredragits av Sandra Hammarbäck, miljöhandläggare.

Beslutet har signerats digitalt och saknar därför underskrifter.

Så här hanterar vi dina personuppgifter

Information om hur vi hanterar dessa hittar du på www.lansstyrelsen.se/dataskydd.

Bilaga

1. Karta över verksamhetsområdet

Kopia till

Länsstyrelsen Jämtlands län, jamtland@lansstyrelsen.se
Miljö- och hälsoskyddsnämnden, Strömsunds kommun,
stromsunds.kommun@stromsund.se
Naturvårdsverket, registrator@naturvardsverket.se
Havs- och vattenmyndigheten, havochvatten@havochvatten.se

Ni kan överklaga beslutet

Om ni inte är nöjd med miljöprövningsdelegationens beslut kan ni **skriftligen** överklaga beslutet till Mark- och miljödomstolen vid Östersunds tingsrätt. Ert överklagande måste komma in till länsstyrelsen **senast den 8 december 2020**.

Observera att ni ska skicka eller lämna in överklagandet till Miljöprövningsdelegationen inom Länsstyrelsen Västernorrland, 871 86 Härnösand eller vasternorrland@lansstyrelsen.se. Det ska ni göra för att delegationen måste pröva om överklagandet kommit in i rätt tid, innan det skickas vidare till mark- och miljödomstolen.

Överklagandet ska innehålla:

- vilket beslut som överklagas. Skriv beslutets datum och ärendets diarienummer.
- hur ni vill att beslutet ska ändras.
- varför ni anser att länsstyrelsens beslut är felaktigt.
- era kontaktuppgifter.

Behöver ni veta mer om hur ni ska göra för att överklaga kan ni ringa miljöprövningsdelegationen på telefonnummer 0611-34 90 00.

Massbalans av fosfor i ett experimentellt fiskodlingssystem

Oskar Agstam-Norlin, Hanna Carlberg, Martyn Futter (SLU)

Introduktion

Fiskfoder som tillsätts fiskodlingssystem innehåller näringsämnen, bland annat fosfor. Tillsats av näringsämnen såsom fosfor utgör grunden till fiskarnas tillväxt men all fosfor tas inte upp av fisken. En del av fiskfodret äts inte upp utan blir till foderspill, en del fosfor finns även i fiskens avföring och utsöndras från fisken. Fosfor i foderspill och avföring anrikas i vatten och sediment i fiskodlingens närhet där det kan ge upphov till potentiella miljöeffekter, t.ex. ökat läckage av fosfor från sjöns sediment vilket gynnar övergödning och således kan missgynna vattenkvaliteten beroende på vilka förutsättningar som finns i systemet.

Fosfor består av olika fraktioner som kan delas upp i biotillgängliga och icke biotillgängliga fraktioner. Till biotillgängliga fraktioner räknas porvatten-fosfor (fosfat), järnbunden fosfor samt organiskt bunden fosfor. Till icke biotillgängliga former av fosfor räknas aluminiumbunden fosfor, kalciumbunden fosfor samt restfosfor. Kompositionen av fosforfraktioner i foderspill och avföring kommer att avgöra till vilken grad och hur mycket fosfor som är biotillgänglig från fiskodlingens avfall till sjön. Även val av foder kan påverka kompositionen av fosforutsläpp i biotillgängliga former.

Ett försök vid HUV (SLU) genomfördes för att under kontrollerade former mäta den andel biotillgänglig fosfor av fekalier och foder som fiskodling potentiellt släpper ut i miljön.

Metod

Experimentupplägg

Under 2022 genomfördes ett experiment med regnbågslax (5st fiskar i varje tråg, $n=30$, 469 g, S.D 119g) i fisklaboratoriet på VHC, Ultuna, SLU. Experimentet pågick under 21 dagar. Halva gruppen av fiskar utfodrades med ett konventionellt foder och den andra hälften med ett så kallat RAS-foder med egenskaper lämpade för odling i slutna odlingssystem. Fodren hade enligt tillverkarens uppgifter samma ingående fosforhalt. Utfodring genomfördes dagligen (riktvärde 2,5% av kroppsvikt per dag) till mättnad. Varje tråg höll fem fiskar och tre tråg matades med ett foder vardera. Det totala fodertillskottet var 2484 samt 1908g för kontrollfoder respektive RAS-foder.

Under hela försöksperioden samlades fekalier samt eventuellt foderspill upp dagligen. Under experimentet samlades avföring genom kramning av fisken totalt fyra gånger för att erhålla provmängd. Foderrester och fekalier samlades upp genom en anordning där större partiklar

samlas upp på ett uppsamlingsband, deras exponeringstid för vatten innan uppsamling var under en minut.

Laboratorieanalyser för fosforfraktioner

De foderprov som analyserades från fiskexperimentet bestod av dels konventionellt foder och dels ett så kallat RAS-foder. Vidare analyserades även avföring som kramats direkt ur fiskarna från nedre delen av tarmen, nedfallen avföring som samlats upp från uppsamlingsbandet samt foderspill. För att analysera fosforfraktioner i de olika proven användes en sekventiell extraktionsmetod av fosfor (Hupfer et al. 2009, Psenner et al. 1988). Proven utsätts för olika behandlingar (kemikalier, värme etc.) för att extrahera fosforfraktioner. Porvattenfosfor (direkt tillgängligt fosfat), järnbunden fosfor (tillgängligt vid låga syrenivåer), organiskt bunden fosfor (tillgängligt pga. nedbrytning av organiskt material), aluminiumbunden fosfor (tillgängligt vid högt/lågt pH), kalciumbunden fosfor (tillgängligt vid lågt pH), samt restfosfor ingick i det data som användes (restfosfor innebär totalfosfor minus alla fraktioner). Totalfosfor togs från foderproducenternas analysdata (7,6g P/kg). De tre första fraktionerna anses som biotillgängliga.

Resultat

Modellering

En massbalans av fosfor i det experimentella odlingsystemet beräknades med hjälp av analysdata kombinerat med data från tidigare vetenskaplig litteratur. Alla värden anges som g fosfor/kg tillsatt foder. Målet med modelleringen var att kunna förutsäga den totala massan av fosfor som släpps ut, även den massa fosfor som är biotillgänglig och direkt kan understödja övergödning, samt massan av fosfor i fast form som lämnar fiskodlingssystemet (biotillgänglig eller ej).

De fem regnbågslaxarna per tråg vägdes vid experimentets start och slut, 0,4 % av viktökning för fiskarna består enligt litteraturen av fosfor, varav fosforupptag av fisk under tillväxtperioden kan estimeras. Fodertillförseln var kontrollerad (se "experimentupplägg") och totalfosfor av dessa foder har analyserats av producenterna till 7,6 g P/kg. Skillnaden mellan totalfosfor och analyserade fosforfraktioner benämns restfosfor och anses icke biotillgänglig.

Fiskarna som matades med kontrollfoder hade en genomsnittlig viktökning på 2879g medan fiskarna matade med RAS-foder ökade med 2143g i vikt under experimentet (fiskar tar upp ca 85 % av tillsatt foder vilket ledde till ett egentligt upptag (FCR) av 2879g respektive 2143g). Med antagandet att fiskarna består av 0,4 % fosfor oavsett vikt, och med viktökningen i åtanke, var upptaget av foder 4,6 och 4,5 g P/kg foder för fiskar matade med kontrollfoder respektive fiskar matade med RAS-foder. Den totala massan av fosfor som övergick till omgivande miljö uppskattades vara massan fosfor i foder minus massan fosfor upptaget av fiskar, 3,0 respektive 3,2 g P/kg.

Fosforförluster i odlingssystemet sker genom foderspill, fast avföring och direkt utsöndring via urin (och gälar). Fosfor i fast avföring och foderspill kunde uppskattas till 1,8 P/kg respektive 1,9 P/kg för kontroll- och RAS-foder. Fosforförluster genom urin kunde uppskattas till 1,2g P/kg för båda fodersorter då 40 % av fosforförluster vid fiskodling kan förloras genom urin från regnbåglax när moderna foder används (Dalsgaard et al. 2023). Detta är förenligt med tidigare forskningsrön från Azevedo et al. (2011) och Milián-Sorribes et al. (2021) vilka rapporterade 1,2g P/kg läckage för konventionellt foder och RAS-foder.

Den totala förlusten av fast avfall (foderspill och avföring) antogs vara 150 g/kg foder (torrvikt) (Dalsgaard och Petersen 2011 citerad av Schumann and Brinker 2020). 11g respektive 12g (kontrollfoder vs. RAS-foder) var av icke biotillgänglig form och 0,5g respektive 0,4g fanns i biotillgänglig form.

Sammanfattande resultat

Sammanfattningsvis ser vi att 7,6g P/kg tillsatt foder ger upphov till 3,0 respektive 3,2g P/kg avfall från odlingssystemet. Detta består av 1,2g P/kg fosfor i urin (båda fodersorter) och 1,8 P/kg respektive 1,9 P/kg fast avfall för kontroll- och RAS-foder. 43 respektive 42 % av [fosfor](#) fosforavfallet lämnar odlingssystemet i biotillgänglig form. Av dessa procentsatser uppgör 5 respektive 4 % biotillgängligt fosforavfall i fast form.

Diskussion

De generella resultaten av denna studie visade sig vara i liknande storhet som tidigare rapporterats (Azevedo et al. 2011, Carlsson 2012, Milián-Sorribes et al. 2021). Anmärkningsvärt är att den största delen av fosfor i fast material såsom foderspill och fast avföring bestod till stor del av restfosfor som anses icke-tillgänglig för biologisk produktion. I denna undersökning anses tre fraktioner av fosfor vara biotillgängliga, porvattenfosfor (löst bunden), järnbunden fosfor samt organiskt bunden fosfor. Däremot visar nya forskningsrön att det finns skäl att undersöka biotillgängligheten av till exempel fraktionen Ca-P i miljöer som till exempel sediment under en fiskodling kan ge upphov till. Kalciumbunden fosfor visar en slags biotillgänglighet under vissa förutsättningar. I sediment med stora mängder organiskt material där sedimentet utsätts för omblandning (syresättning) kan den höga produktiviteten kan leda till tillfälliga pH-sänkningar i sedimentet, till den grad att en del av Ca-P kan frigöras (pH<6,5) (Agstam-Norlin et al. opublicerat). Ytterligare undersökningar krävs för att fastställa när, var och hur stor del av Ca-P som i så fall kan tillgängliggöras. Vidare leder denna studie till en efterfrågan av undersökningar om fosforfraktioners biotillgänglighet över tid i den miljö avfallet hamnar. Hur förändras biotillgängligheten i till exempel aluminiumbunden-, kalciumbunden- och restfosfor när materialet blir utsatt för en ny miljö över längre tid?

Referenser

Agstam-Norlin, O., Bajer, P. G., Huser, B. J. Effects of Bioturbation on Sediment Phosphorus Fractions and Active Sediment Depth. Unpublished.

Azevedo, P.A., Podemski, C.L., Hesslein, R.H., Kasian, S.E.M., Findlay, D.L. and Bureau, D.P., 2011. Estimation of waste outputs by a rainbow trout cage farm using a nutritional approach and monitoring of lake water quality. *Aquaculture*, 311(1-4), pp.175-186.

Carlsson, S-Å. 2012. Fosfor från fiskfoder och fekalier. Jämförelse mellan Naturvårdsverkets (1980-talet) och motsvarande nutida studier av foder och fekalier. *Vattenresurs*. 9 s.

Dalsgaard, J., Ekman, K.S., Jensen, M.D. and Pedersen, P.B., 2023. Reducing phosphorus emissions from net cage fish farming by diet manipulation. *Journal of Environmental Management*, 334, p.117445.

Dalsgaard, J. and Pedersen, P.B., 2011. Solid and suspended/dissolved waste (N, P, O) from rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, 313(1-4), pp.92-99.

Milián-Sorribes, M.C., Tomás-Vidal, A., Peñaranda, D.S., Carpintero, L., Mesa, J.S., Dupuy, J., Donadeu, A., Macías-Vidal, J. and Martínez-Llorens, S., 2021. Estimation of phosphorus and nitrogen waste in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum, 1792) diets including different inorganic phosphorus sources. *Animals*, 11(6), p.1700.

Schumann, M. and Brinker, A., 2020. Understanding and managing suspended solids in intensive salmonid aquaculture: a review. *Reviews in Aquaculture*, 12(4), pp.2109-2139.

Hupfer, M., Zak, D., Rosberg, R., Herzog, C.Pöthig, R., 2009. Evaluation of a well-established sequential phosphorus fractionation technique for use in calcite-rich lake sediments: identification and prevention of artifacts due to apatite formation. *Limnology and Oceanography: Methods* 7, 399-410.

Psenner, R., Boström, B., Dinka, M., Pettersson, K., Puckso, R.Sager, M., 1988. Fractionation of phosphorus in suspended matter and sediment. . *Archiv Fur Hydrobiologie Supplement* 30, 98-103.

Miljöpåverkan från fiskodling i öppen kasse, sediment

Oskar Agstam Norlin, Hanna Carlberg; Brian Huser och Martyn Futter SLU

Inledning och bakgrund

Kunskap om miljöpåverkan från fiskodling i öppen kasse i allmänhet samt i näringsfattiga reglerade vatten i synnerhet har under lång tid varit bristfällig. Robusta vetenskapliga underlag har saknats för att förstå hur ett system påverkas av fiskodling. Detta avser flertalet olika typer av påverkan.

Inom ramarna för miljökasseprojektet har vi studerat sediment invid fiskodlingar närmare med fokus på näringsämnet fosfor. Detta bland annat i syfte att lära oss mer och bättre förstå hur sedimenten ser ut, vad de innehåller och hur hårt fosfor är bunden till sedimenten. Miljökassenprojektet har även varit bärande i att möjliggöra samarbete kring flertalet sedimentundersökningar och studier som genomförts i svenska system under de senaste åren, även om projektet i sig inte finansierat samtliga av dessa studier och undersökningar.

I denna PM avser vi att kortfattat sammanställa vad vi vet om sediment under/invid fiskodlingslokaler med särskilt fokus på näringsfattiga reglerade sjöar.

Datainsamling och dataunderlag

Under miljökasseprojektet har två sedimentundersökningar genomförts i sjön Ströms Vattudal. Dels genomfördes en provtagning vid fiskodlingen i Postviken i juni 2019. Provpunkterna placerades vid platsen för den då planerade positionen för referenskassen samt pilotkassen. Både dessa områden är förlagda just uppströms och i mycket nära anslutning till odlingsplatsen i Postviken.

I mars 2020 genomfördes även en sedimentprovtagning i Ströms Vattudal med mer spridda provpunkter i sjösystemet samt med en provpunkt i Flåsjön, en närliggande sjö som används som referenssjö för aktuell provtagning.

Under de år som gått medan miljökassenprojektet pågått har även ett par studier genomförts för att närmare studera sediment under fiskodlingar vilka har finansierats av Jordbruksverket. Fokus för de undersökningarna har varit fiskodlingslokaler längs Höga kusten samt en odlingslokal i Siljan. En studie har även genomförts av SLU i Storsjön. För att ytterligare förstärka och sammanfoga denna kunskap har SLU inom ramarna för miljökassen samt ett närliggande projekt låtit genomföra en uppföljande sedimentundersökning vid odlingslokalerna på Höga kusten, detta för att kunna förstärka den framtagna sedimentnedbrytningsmodell som tidigare tagits fram. Undersökningarna som genomförts har sammantaget givit oss ny kunskap om denna typ av sediment och näringsläckage från dem. Miljökassen har varit ett bärande projekt i möjligheten att få fram en mer samlad bild över de sediment som bildas invid en fiskodling och hur fosfor i dessa uppträder.

Vad vet vi?

Sedimenten i anslutning till fiskodlingar bildas framförallt av nedfallande fekalier och foderrester. Fekalier utgör den största andelen av partiklarna så länge andelen foderspill hålls till en relativt låg andel. Sedimentationen och partiklarnas innehåll har förändrats över tid i takt med utvecklingen av fiskodling som industri. Mängden avfall från en fiskodling har minskat som ett resultat av bl a förbättrade foder och förbättrad utfodringsteknik (Schumann och Brinker 2020).

Grundämnet fosfor är ett näringsämne som i sin tillgängliga form kan tas upp och bidra till biologisk produktion. Ofördelaktiga mängder näringsämnen i ett akvatiskt ekosystem kan ge upphov till övergödningseffekter. Fosfor binder in olika hårt till olika ämnen och vissa fosforföreningar är hårt bundna medan andra kan brytas och/eller frigöras över tid. Biologiskt tillgänglig fosfor utgörs av

fosforfraktionerna löst bunden fosfor, organisk fosfor och järnbunden fosfor där den senare kan tillgängliggöras under syrefattiga förhållanden. Fraktionerna aluminiumbunden fosfor, kalciumbunden fosfor samt rest-fosfor är så kallade hårt bundna former vilka under normala förhållanden ej kan tillgängliggöras för biologisk produktion.

Sediment invid fiskodlingar:

- Har ofta en hög vattenhalt.
- Innehåller mycket organiskt material
- Kan men behöver inte nödvändigtvis uppvisa mycket höga fosforhalter (TotP). Totalfosforhalten i sedimenten varierar mellan platser.
- Domineras av kalciumbunden fosfor. Denna form är att betrakta som hårt bunden under förutsättning att pH hålls över 6,5.
- Andelen fosfor som kan betraktas som möjlig att bli biologiskt tillgänglig över tid i ytliga fiskodlingssediment är ca en tredjedel, baserat på järnbunden fosfor, porvatten samt organiskt bunden fosfor.

Sediment från fiskodlingsverksamhet återfinns oftast i direkt anslutning till odlingskassarna och ca 50–200 meter bort. Men en sedimentansamling från en fiskodling behöver inte nödvändigtvis byggas upp i direkt anslutning till odlingskassarna utan kan, beroende på de batymetriska samt hydrodynamiska förhållandena även transporteras och lagras på andra platser, exempelvis i en djuphåla.

Återhämtning av sediment invid fiskodlingar

Inkubationsförsök samt empiriska modeller visar att sedimenten återhämtar sig över tid med avseende på fosforläckage från fiskodling (Huser et al 2021; Huser et al 2022). Det vill säga, den fosfor som kan bli biologiskt tillgänglig över tid från det aktiva sedimentlagret läcker ut och de näringsrika sedimenten slutar med tiden att bidra till internbelastning. Hur lång tid detta tar beror på flertalet faktorer, mängd läckagebenägen fosfor, tjocklek på det aktiva sedimentlagret, temperatur, syreförhållanden, bottenfauna mm. De undersökningar som genomförts visar på en förväntad tid till sådan återhämtning att vara mellan ca 5–15 år men en undersökt lokal uppvisade även kortare återhämtning än så. I Vattviken (Storsjön), t.ex. var uppskattade återhämtningstiden mellan 8 och 11 år på den nuvarande lokalen men det tog bara ca 2 år för sedimentet under den tidigare lokalen att återhämta sig. Detta visar att vi kanske underskattar återhämtningshastigheten i vissa fall.

Obesvarade frågor/framtida forskning:

Resultaten pekar i riktning mot att cirkulationsplaner vore en framkomlig väg för att minska belastningen på botten under en fiskodling. Inte oväntat sker en påverkan på botten från en fiskodlingsverksamhet men den är av mycket lokal karaktär. Detta skulle behöva undersökas ytterligare.

Sediment är oftast inte fast på botten men flyttar sig eller transporteras till från grundare (transportbottnar) till djupare delar (ackumulationsbottnar) konstant. Undersökning av sediment utanför kassarna där det är möjligt att en del sediment har flyttats till skulle också behöva undersökas ytterligare.

Ökad biotillgänglighet över tid för restfosfor har för nuvarande inte studerats i detalj.

Undersökningar kring huruvida tid och miljö skulle kunna möjliggöra förändringar hos denna form av fosfor till mer tillgängliga fraktioner bör genomföras i framtiden.

Data från ovan nämnda undersökningar avses att sammanställas till en vetenskaplig publikation.

Referenser

Huser, B.J., Carlberg, H., Futter, M.N. 2023. Undersökning av näringsämnen i sediment under fiskodlingslokaler i Vattviken. SLU rapport 2023:04.

Huser, B.J., Carlberg, H., Futter, M.N. 2021. Undersökning av näringsämnen i sediment under fiskodlingslokaler i Höga Kusten. SLU rapport 2021:07.

Huser, B.J., Carlberg, H., Futter, M.N. 2022. Undersökning av näringsämnen i sediment under fiskodlingslokaler i Siljan. SLU rapport 2022:02.

Schumann, M., och Brinker, A., 2020, Understanding and managing suspended solids in intensive salmonid aquaculture, a review. *Reviews in Aquaculture* 12, 2109-2139

Juridiska förutsättningar och tekniska lösningar för omhändertagande av slam från fiskodling

Mål 7

Upprättad av Alexandra Westin
Uppdragsnummer 30003185
Uppdrag Konsulttjänster med inriktning mot forskning
inom svensk matfiskodling mm
Kund Sveriges Lantbruksuniversitet
Uppdragsledare Kimberly Melkersson
Kontrollerad av
Ida Björling

1 Inledning

Sweco Sverige AB (Sweco) har på uppdrag av Sveriges Lantbruksuniversitet (SLU) undersökt möjligheterna till att använda insamlat slam från fiskodling för olika ändamål.

1.1 Bakgrund

Kassodling av fisk, som idag dominerar i sjöar och hav kan vara förknippade med problem såsom utsläpp av näringsämnen och andra partiklar till kringliggande miljö, vilket kan leda till bl.a. eutrofierade system, bottendöd med mera. I innovationsprojektet *Uppsamling av partikulärt spill och slamhantering från odling av fisk i öppna system* utvecklas "Miljökassen" som samlar upp foderspill och fekalier från kassodling av fisk vilket sedan pumpas till en avvattningsanläggning på land. Det avvattnade slammet som uppstår är näringsrikt och dess vidare användningsområde är av stort intresse. Exempelvis har slammets potential som gödningsmedel eller jordförbättringsmedel uppmärksamrats.

Målet med projektet är att utveckla ännu miljövänligare kassodlingar, som minskar miljöbelastningen från fiskodlingar i vattenkraftsmagasin ytterligare.

1.2 Syfte

Syftet med utredningen är följande:

1. Öka kunskapen om lagstiftningen och ev. behovet för regelmodifieringar om man avser att återföra slammet till ett kretslopp samt hur kan tekniken appliceras i kommersiella tillstånd.
2. Utredda vilka lagar och regler som kan kopplas till denna verksamhet och huruvida det finns några hinder mot att använda avfallet (slammet) till exempelvis gödning?
3. Klargöra vilka lagstiftningar och direktiv som är tillämpliga och därmed kunna visa på vilka tillstånd som krävs för nya odlingssystem som möjliggör slamuppsamling och näringsåterföring till land.
4. Klargöra om befintlig lagstiftning behöver utvecklas i något avseende, t.ex. vilka hinder finns mot att använda slammet som gödning.

1.3 Tekniker som utreds

Utredningen undersöker följande användningsområden: gödsel, biogas/biobränsle, jordförbättring samt skogsgödsling. Följande tekniker beskrivs: avvattnings, torkning, biologisk behandling såsom rötning, samt hydrotermisk karbonisering (HTC).

2 Relevant lagstiftning

2.1 Fiskodling

Fiskodling i sig är en tillståndspliktig verksamhet som måste redogöra miljökonsekvenser genom exempelvis årliga miljörapporter. Enligt 3 kap Miljöprövningsförordningen (Miljöprövningsförordningen) gäller följande:

- 1 § Tillståndsplikt B och verksamhetskod 5.10 gäller för fiskodling eller övervintring av fisk där mer än 40 ton foder förbrukas per kalenderår.
- 2 § Anmälningsskyldighet C och verksamhetskod 5.20 gäller för fiskodling eller övervintring av fisk där mer än 1,5 ton foder förbrukas per kalenderår.

2.2 Animaliska biprodukter

Enligt EG förordning 1069/2009 *om hälsobestämmelser för animaliska biprodukter och därav framställda produkter som inte är avsedda att användas som livsmedel* ska exkrementer och urin, med undantag för naturgödsel och icke-mineraliserad guano *inte* tillämpas av förordningen.

Fiskslam räknas idag inte som naturgödsel. Naturgödsel är definierat enligt Artikel 3 som alla slags exkrementer och/eller urin från produktionsdjur, utom från odlad fisk, med eller utan strö.

Enligt korrespondens med Jordbruksverket (e-post, Johannes Eskilsson, 2022-04-22) innebär detta att fiskslam, så länge det inte innehåller kroppsdelar eller animaliskt foder, omfattas av annan lagstiftning, bland annat miljöbalken (SFS 1998:808) och ej är klassificerat som animalisk biprodukt (ABP).

I det fall fiskslammet innehåller kroppsdelar eller dylikt klassificeras dock slammet som ABP Kategori 3 enligt EG förordning 1069/2009. Kategori 3 ABP innebär lägsta smittorisk och omfattas av hygieniseringskrav genom pastörisering (dvs upphettning i 70°C i en timme) (Europaparlamentets och rådets förordning nr 1069/2009 om hälsobestämmelser för animaliska biprodukter och därav framställda produkter som inte är avsedda att användas som livsmedel, 2009).

2.3 Gödsel

2.3.1 EU-gemensamma gödsel förordning

Fiskslam är idag undantaget från den EU förordning 2019/1009 *om fastställande av bestämmelser om tillhandahållande på marknaden av EU-gödselprodukter och om ändring av förordningarna (EG) nr 1069/2009 och (EG) nr 1107/2009 samt om upphävande av förordning (EG) nr 2003/2003.*

Det finns dock möjlighet att fiskslam kan omfattas av förordningen i framtiden. Syftet med lagstiftningen är att underlätta gödselprodukternas fria rörlighet på den inre marknaden i EU genom att harmonisera villkoren för att tillhandahålla gödselmedel. För att bli en EU-gödselprodukt och därmed få en CE-märkning krävs följande:

- 1) Uppfylla kraven för den berörda produktfunktionskategorin
- 2) Uppfylla kraven för de berörda komponentmaterialkategorierna, och
- 3) Märkas i enlighet med märkningskraven

Idag finns det sju produktfunktionskategorier ("PFC") och elva komponentmaterialkategorier ("CMC").

Fiskslam skulle kunna klassas som PFC 1(A): organiskt gödselmedel, antingen som fast (torrt) eller flytande organiskt gödselmedel, dock kan användning av polymer försvåra klassningen. Det finns en CMC, CMC 9, som omfattar "andra polymerer än näringsämnespolymerer". EU-gödselprodukter får endast innehålla polymerer när syftet med polymeren är att t ex öka EU-gödselproduktens vattenhållande förmåga eller begränsa vatteninträngningar i näringspartiklar (dvs ytbehandlingsmedel). Polymererna måste vara biologiskt nedbrytbara. Då polymerer används vid avvattnings av fiskslammet kan val av polymer avgöra om det kan klassas som en EU-gödselprodukt (om undantaget tas bort). Exempelvis har European Sustainable Phosphorous Platform föreslagit att fiskslam inkluderas som en möjlig komponentmaterialkategori (European Sustainable Phosphorous Platform, 2022).

2.3.2 Svensk lagstiftning

Då fiskslam inte räknas som naturgödsel och därmed inte är en animalisk biprodukt (så länge det inte innehåller fiskdelar samt att det finns rutiner för att minimera foderspill) kan det spridas som gödsel så länge gällande föreskrifter om t ex hänsynsregler avseende gödsel följs (exempelvis SJVSFS 2020:2). Kommuner får ha lokala regler t ex avseende spridning och lagring av gödsel i detaljplanerade områden eller inom vattenskyddsområden.

Jordbruksverkets spridningsregler

Gällande spridningsregler enligt Jordbruksverket får max 22 kg fosfor spridas per hektar spridningsareal och år. Provtagning bör enligt reglerna utföras regelbundet och provtagningsintervallet bör anpassas efter jordartsförhållanden, odlingens inriktning under växtföljden, utförd gödsling och annan information som kan visa på fosfortillståndet i marken (SJVFS 2021:37). Man får inte heller sprida mer kväve än grödan utnyttjar.

Smittskyddsregler

Organiska gödningsmedel får inte användas eller riskeras att användas som foder till djur. För att förhindra detta måste produkterna förvaras i lämpliga utrymmen så att produktionsdjur inte kan komma åt dem. Handelsdokument som följer med leveranser måste behållas registerföras (Jordbruksverket, 2022).

2.4 Avfall

Enligt Avfallsförordningen (2020:614) kan fiskslammet klassas som "02 01 06 *Spillning och urin från djur, naturgödsel (även använd halm) samt flytande avfall som samlats upp separat och behandlats utanför produktionsstället*". Koden utgör icke-farligt avfall (Avfallsförordning).

Avfall dock upphör att vara avfall när det genomgår en återvinningsprocess enligt 15 kap. 9 a § miljöbalken:

Avfall som har genomgått ett återvinningsförfarande upphör att vara avfall om

- *ämnet eller föremålet ska användas för ett visst ändamål,*
- *det finns en marknad för eller efterfrågan på sådana ämnen eller föremål,*
- *ämnet eller föremålet uppfyller tillämpliga krav i lag och annan författning, och*
- *användningen av ämnet eller föremålet inte leder till allmänt negativa följder för människors hälsa eller miljön.*

2.4.1 Avfall eller biprodukt?

En restprodukt är material som oavsiktligt produceras eller uppstår till följd av eller i en tillverkningsprocess av en produkt. För att en restprodukt ska klassas som biprodukt istället för ett avfall ska samtliga av följande kriterier uppfyllas i enlighet med 15 kap 1 § Miljöbalken:

Ett ämne eller föremål ska anses vara en biprodukt i stället för avfall, om ämnet eller föremålet

1. har uppkommit i en produktionsprocess där huvudsyftet inte är att producera ämnet eller föremålet,
2. kan användas direkt utan någon annan bearbetning än den bearbetning som är normal i industriell praxis, och
3. kommer att fortsätta att användas på ett sätt som är hälso- och miljömässigt godtagbart och som inte strider mot lag eller annan författning.

Fiskslam uppkommer i en produktionsprocess där huvudsyftet är att producera fisk, inte fiskslam. Slammet kan användas direkt med bearbetning som är normal i industriell praxis och kan användas på ett sätt som är miljömässigt godtagbart. Då samtliga kriterier uppfylls kan fiskslammet eventuellt anses vara en biprodukt.

2.5 Biologisk behandling

Biologisk behandling av avfall såsom rötning (som ger biogas och biogödsel) samt kompostering omfattas av NFS 2003:15 Naturvårdsverkets allmänna råd till 2 kap. 3 § miljöbalken (1998:808) om metoder för yrkesmässig lagring, rötning och kompostering av avfall. Med rötning avses biologisk nedbrytning av organiskt material till en gas (biogas) under syrefria (anaeroba) förhållanden. Med kompostering avses biologisk nedbrytning av organiskt material till koldioxid och vatten under syrerika (aeroba) förhållanden (Naturvårdsverket, 2003).

Komposterings- och biogasanläggningar ska godkännas av Jordbruksverket med grundkravet att hygienisering görs i samband med rötningen (dvs värmebehandling vid 70 °C i 60 minuter). Andra metoder som ger en hygieniskt likvärdig slutprodukt kan godkännas av Jordbruksverket. Vissa produkter är undantagna kravet på hygienisering, till exempel naturgödsel som rötas på den egna gården och som ska spridas lokalt (Naturvårdsverket, 2003). Samtliga komposterings- och biogasanläggningar som rötar animaliska biprodukter ska godkännas av Jordbruksverket. Då fiskslam inte nödvändigtvis klassas som

ABP (se ovan) är det osäkert om hygieniserings- och registreringskravet gäller för biogasanläggningar. Då det kan vara svårt att säkerställa att inga djurdelar förekommer kan det dock vara en rimlig försiktighetsåtgärd

Biogasanläggningar omfattas av Miljöprövningsförordningen och kan vara tillståndspliktiga alternativt anmälningspliktiga beroende på mängden behandlat avfall.

Vid kompostering av animaliska biprodukter eller naturgödsel/matavfall finns det krav på hygienisering för att slutprodukten ska kunna spridas säkert på mark. Detta innebär att förmodligen skulle fiskslam behövas hygieniseras genom en värmebehandling på minst 70°C i minst 60 minuter. Jordbruksverket kan också godkänna andra metoder som ger en hygieniskt säker slutprodukt, till exempel trumkompostering under längre tid vid lägre temperatur.

2.6 Hydrotermisk karbonisering (HTC)

Hydrotermisk karbonisering av slam, dvs behandling vid höga temperaturer (200–370°C) under tryck, resulterar i ett biokolsliknande material (Statens Offentliga Utredningar, 2020). Det finns inga permanenta HTC-anläggningar i Sverige idag, men industrier såsom pappers- och massaindustrin samt kommunala avfalls- och avloppsanläggningar som utreder möjligheter till att införa HTC-behandling. HTC-biokol, så länge det inte förekommer föroreningar, kan spridas på åkermark, användas som jordförbättringsmedel, eller som biobränsle.

Processen omfattas av Miljöprövningsförordningen, dock kan tekniken tolkas som flera olika kapitel och provningskapitel bestäms utifrån anläggningens syfte (t ex vid en avfallsanläggning eller annan existerande verksamhet). Produktionen av biokol genom HTC kan vara tillstånds- eller anmälningspliktigt.

2.7 Skogsgödsling

För att få gödsla i skog krävs en anmälan till Skogsstyrelsen minst sex veckor före planerad gödsling. Anmälan görs med en blankett om anmälan för samråd 12 kap 6 § miljöbalken. Skogsstyrelsen bedömer sedan om åtgärden ska tas upp till samråd.

Gödsling ska planeras noga och markeras både i fält och på karta vilka områden som inte gödslas. En ogödslad skyddszon på 25 meter ska lämnas mot:

- sjöar och vattendrag
- formellt skyddad mark
- hänsynskrävande biotoper
- våtmarker med mycket höga eller höga natur- och kulturvärden
- tomtmark.

I närhet av någon annans mark eller väg ska 10 meters skyddszon lämnas.

Skogsstyrelsen ger allmänna råd om vilka typ av skog är lämpliga för gödsling, t ex ett väl slutet granbestånd. Gödsling kan ske med antingen helikopter eller traktor. Det finns inga krav på vilken typ av gödsel, dock finns det en rekommendation utifrån kvävehalt; den normala gödselgivan är 150 kilo kväve per hektar (vilket kan jämföras med åkrar som gödslas med 30–60 kilo kväve/hektar) (Jordbruksverket, 2022). Det finns även krav på dokumentation; vilket bestånd som är gödslat, vilket år samt vilken mängd och typ av gödsel ska dokumenteras.

2.8 Slamlaguner

I mindre kommuner förekommer långtidslagring av avloppsslam i s.k. slamlaguner. Slammet används därefter som anläggningsjord. Kommuner söker tillstånd från Länsstyrelsen; årlig provtagning och rapportering till miljömyndighet görs för att säkerställa att slamlagunerna uppfyller alla miljökrav. Under forskningsprojektet har fiskslammet delvis lagrats i slamlaguner i väntan på användningsområde.

Strömsunds kommun blandar frystorkade slammet blandas med träflis

När ett avloppsreningsverk vill sälja eller överlåta sitt slam till någon som vill använda det för jordbruksändamål, ska slammet uppfylla de gränsvärden för halten av sju metaller som anges i förordningen (1998:944) om förbud m.m. i vissa fall i samband med hantering, införsel och utförsel av kemiska produkter. Avloppsslam får inte användas:

1. på betesmark,
2. på åkermark som skall användas för bete eller om vallfodergrödor skall skördas inom tio månader räknat från slamspridningstillfället,
3. på mark med odlingar av bär, potatis, rotfrukter, grönsaker eller frukt, dock ej frukt på träd.
4. på mark avsedd för kommande odling av bär, potatis, rotfrukter eller sådana grönsaker som normalt är i direkt kontakt med jorden och normalt konsumeras råa, under tio månader före skörden.

Dessa krav bedöms inte relevanta för fiskslam då avloppsslam är definierat som slam från avloppsreningsverk, slamavskiljare eller liknande anordningar som behandlar avloppsvatten från hushåll eller tätorter, eller från andra reningsverk som behandlar avloppsvatten med liknande sammansättning.

Riktvärden för metallhalter i avloppsslam kan dock användas för att bedöma lämpligheten av fiskslam i jordbruk.

I Naturvårdsverkets föreskrift finns fler krav angående provtagning och redovisning av innehåll i slammet. Dessa krav gäller för slam-producenten – t.ex. reningsverket. Den som tar emot och ska använda slammet behöver dessa uppgifter för att kunna uppfylla de krav som gäller för användaren. Slammet ska analyseras på:

- torrsubstanshalt och glödningsförlust
- pH
- totalfosfor
- totalkväve
- ammoniumkväve

Tabell 1 Högsta tillåtna metallhalt i avloppsslam som saluförs eller överläts för spridning på jordbruksmark enligt 20 §, Förordning (SFS 1998:944) om förbud m.m i vissa fall i samband med hantering, införsel och utförsel av kemiska produkter.

Metall	Gränsvärde mg/kg TS	Uppmätta halter fiskslam 2022
Bly	100	3,4
Kadmium	2	0,36
Koppar	600	85

Metall	Gränsvärde mg/kg TS	Uppmätta halter fiskslam 2022
Krom	100	3,2
Kvicksilver	2,5	0,026
Nickel	50	4,0
Zink	800	690

Som visas i Tabell 1 innehåller fiskslammet låga metallhalter och visar således ingen risk att förorena åkermark avseende metaller. Fiskslammet är provtaget 2 augusti 2022.

Det finns även krav för halten av metaller i åkermark vid användning av avloppsslam som presenteras i Tabell 2. Dvs åkermarken får inte innehålla mer metaller än vad som är angivet i tabellen nedan om den ska behandlas med avloppsslam. Åkermarkens zinkhalt får dock uppgå till 150 mg/kg TS jord i Jämtlands, Stockholms, Södermanlands, Uppsala, Västernorrlands och Västmanlands län (SNFS 1998:4).

Tabell 2. Maximal tillåtna mängder metall mg/kg torrs substans i jord som behandlas med avloppsslam.

Parameter	mg/kg TS i jord
Bly	40
Kadmium	0,4
Koppar	40
Krom	60
Kvicksilver	0,3
Nickel	30
Zink	100

3 Behandlingsteknik

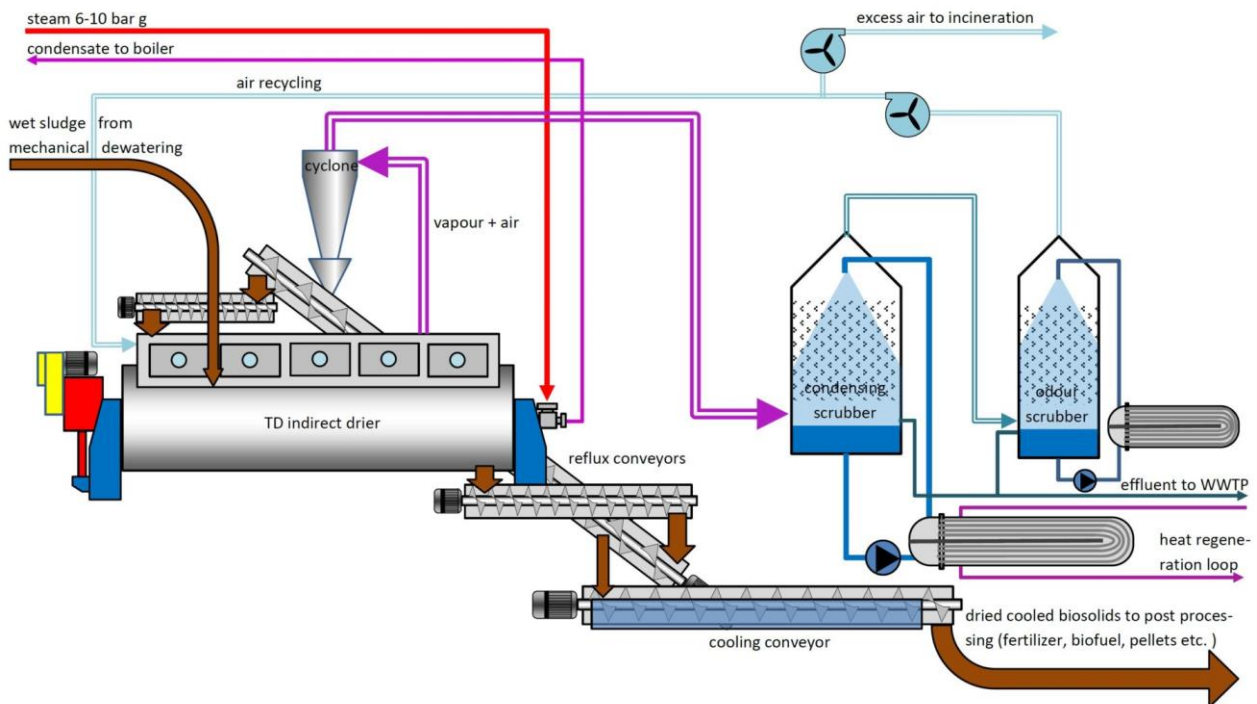
Det finns flera behandlingsalternativ för att producera gödsel eller en användbar produkt från fiskslam. I detta kapitel beskrivs tekniska och praktiska aspekter av de olika alternativ.

3.1 Avvattning

Avvattningsprocessen är en flerstegsprocess som i aktuellt forskningsprojekt omfattar följande steg. Fiskslammet pumpas först upp på land och in till avvattningsanläggningen. Avvattningen består av två steg med syftet att minska vatteninnehållet i slammet för en mer kostnads- och miljömässig transport och hantering. Inkommande slamvatten passerar inledningsvis ett trumfilter och därefter tillsätts en liten mängd polymer till slamvattnet för en effektivare avvattning på efterföljande bandfilter. Avvattat slam har en TS-halt runt 12-15% och samlas upp i behållare för vidare användning.

3.2 Torkning

I Norge testas en ny metod via Ragn Sells Havbruk i samarbete med Aquapro och AMOF-Fjell, två olika tillverkare av torkningsteknik (Ragn Sells, 2022). Enligt AMOF-Fjell pumpas avvattnat slam in i torkningsmaskinen där det blandas med en del redan torkat slam för att anpassa torrsubstans. Processen använder ånga för att torka slammet och använder cirka 750 kW termisk energi samt 50 kW el per ton torkat slam (AMOF-Fjell, 2022).



Figur 1. Schematiskt diagram över AMOF-Fjells torkningsteknik för fiskslam. Källa: www.amof-fjell.com

Det torkade slammet kan vidare förädlas till gödsel, biogasanläggningar eller till förbränning (AquaPro, 2022).

3.3 Biologisk behandling

3.3.1 Biogas

Rötning är den vanligaste metoden att behandla matavfall. Vid rötning bildas biogas (huvudsakligen metan och koldioxid) samt biogödsel. Fiskslam är ett utmärkt gödningsmedel enligt tester utförd av Västervik Miljö och Energi AB (2018). Rötning av fiskslam har testats både i Sverige och Norge. En norsk potentialstudie uppskattas biogaspotentialen enbart från norsk fiskeindustri motsvara ca 640 GWh/år (Raadal, Schakenda, & Morken, 2008), dock kom studien fram till att fiskslam är omöjligt att röta ensamt pga det höga kväveinnehållet, men en blandning av 20 % fiskslam och 80 % gödsel gick att driva stabilt och närmare tredubblade metanutbytet jämfört med enbart gödsel i reaktorn (Karlsson & Persson, 2019). Vilken typ av fiskodling, dvs saltvatten alternativt sötvatten kan påverka rötningens möjligheter. Natriumhalter från saltvatten kan störa rötningen, dock går det att optimera.

Rötning av fiskslam kan krävas samkörning med andra avfallsströmmar för att uppnå optimala processbetingelser, men det finns goda möjligheter att använda materialet för framställning av biogas samt biogödsel (Avfall Sverige, 2022).

3.3.2 Kompostering

Det finns flera metoder för kompostering, exempelvis våtkompostering, sluten kompostering, och öppen kompostering (Naturvårdsverket, 2003). Jordbruksverkets föreskrifter kräver att komposteringsanläggningar ska vara utrustade med en sluten komposteringsreaktor eller förslutet utrymme med övervakning av temperatur och tid (Jordbruksverket, 2022).

Kompost kan användas som jordförbättringsmedel eller som gödsel; aktuellt användningsområde bestämmer önskad mognadsgrad (dvs nedbrytningsgraden). Används kompost som jordförbättringsmedel är det önskvärt med en hög mognadsgrad i komposten, men om komposten används som snabbverkande gödselmedel i jordbruket däremot eftersträvas en relativt låg mognadsgrad. Anläggningar som producerar kompost eller biogödsel kan kvalitetssäkra sin produkt genom certifiering.

3.4 Skogsgödsling

Skogsgödsling kräver lättspredda gödsel då det sker maskinellt och sprids oftast med traktor alternativt helikopter, och utförs oftast med oorganiskt kvävegödselmedel. Kommunikation med Skogsstyrelsen visar att spridning av avloppsslam har förbjudits i skogsmark antingen på grund av för låg kväveinnehåll i slammet eller för att metallerhalterna är för höga (Skogsstyrelsen, 2013). Det finns tveksamheter om att gödsling med fiskslam skulle tillåtas utifrån kvävekravet.

3.5 Biokol

Det är inte ekonomiskt försvarbart att anlägga HTC-anläggningar i anslutning till fiskodlingar. Det kan däremot vara möjligt att skapa samarbete med existerande eller planerade anläggningar.

HTC-behandling resulterar i ett HTC-biokol som kan antingen skickas till förbränning alternativt användas för jordförbättring. Utifrån en önskan att uppnå cirkuläritet är förbränning mindre önskvärd.

4 Framtiden

Det bedrivs forskning idag (exempelvis Sea2Land (2021-2024) *Producing advanced bio-based fertilizers from fisheries wastes*) på EU-nivå (SEA2LAND, 2022). Forskningsprojektet syftar till att förbättra och anpassa tekniker för återvinning av näringsämnen för att producera biobaserade gödselmedel från biprodukter från fiske och vattenbruk som genereras i Europa.

5 Bedömning

Det finns idag inga juridiska hinder för att fiskslam ska kunna användas som gödsel i Sverige, det kan dock inte registreras som EU-gödselprodukt utifrån dagens lagstiftning vilket innebär att gödsel från fiskslam inte kan bli CE-märkt. För att säkerställa att fiskslammet får användas som gödsel i Sverige utan ytterligare behandling får inga fiskdelar finnas i slammet. I det fallet fiskdelar

hamnar i slammet klassas slammet som animalisk biprodukt och har större krav avseende exempelvis hygienisering.

Det finns även möjligheter att skicka fiskslam till existerande biogas eller komposteringsanläggningar. Det är inte aktuellt idag med HTC-behandling av fiskslam då det är ej ekonomiskt försvarbart och utnyttjar inte näringsämnen på ett optimalt sätt.

Referenser

- AMOF-Fjell. (2022). *AMOF-Fjell container based sludge dryer*. Hämtat från <https://www.amof-fjell.com/sludge-dryer/>
- AquaPro. (den 26 10 2022). Hämtat från <http://www.aquapro.as/>
- Avfall Sverige. (den 26 10 2022). *Biologisk återvinning*. Hämtat från <https://www.avfallsverige.se/fakta-statistik/avfallsbehandling/biologisk-atervinning/>
- Avfallsförordning, SFS 2020:614.
- Europaparlamentets och rådets förordning nr 1069/2009 om hälsobestämmelser för animaliska biprodukter och därav framställda produkter som inte är avsedda att användas som livsmedel (den 21 10 2009).
- European Sustainable Phosphorous Platform. (den 26 10 2022). Hämtat från https://phosphorusplatform.eu/scope-in-print/news#_Toc115680104
- Jordbruksverket. (den 26 10 2022). *Biogasanläggning och komposteringsanläggning – krav för godkännande samt krav på verksamheten*. Hämtat från <https://jordbruksverket.se/download/18.16c992c517644f0089398dd5/1607700277728/Regler-for-biogas-och-komposteringsanlaggningar.pdf>
- Jordbruksverket. (den 21 09 2022). *Nya regler om gödsel*. Hämtat från <https://jordbruksverket.se/vaxter/odling/vaxtnaring/nya-regler-om-godselsel>
- Jordbruksverket. (den 26 10 2022). *Sprida gödsel*. Hämtat från <https://jordbruksverket.se/vaxter/odling/vaxtnaring/sprida-godselsel>
- Karlsson, J., & Persson, E. (2019). *Genomgång av ED Biogas anläggning med fokus på design, konstruktion och säkerhet*. Stockholm: IVL Svenska Miljöinstitutet.
- Miljöprövningsförordningen, SFS 2013:521 (Miljödepartementet).
- Naturvårdsverket. (2003). *Metoder för lagring, rötning och kompostering av avfall: Handbok med allmänna råd till 2 kap. 3§ miljöbalken*. Stockholm: Naturvårdsverket.
- Raadal, H. L., Schakenda, V., & Morken, J. (2008). *Potensialstuide for biogass i Norge*. Østfoldforskning AS.
- Ragn Sells. (den 22 02 2022). *En skattkista med förnybar energi*. Hämtat från <https://www.ragnsells.se/det-vi-gor/inspireras/en-skattkista-med-fornybar-energi/>
- SEA2LAND. (den 26 10 2022). *Overview: Sea2Land*. Hämtat från <https://sea2landproject.eu/sea2land/overview/>
- Skogsstyrelsen. (den 15 04 2013). *Kvävegödsling på skogsmark*. Hämtat från https://www.regelradet.se/wp-content/files_mf/13702638072013_178_Rapport_kvavegodsling.pdf
- Statens Offentliga Utredningar. (2020). *Hållbar slamhantering*. Stockholm.

PM Biogas från Fiskslam

den 25 november 2022

Sammanfattning

- Lämpar sig fiskslam för biogasproduktion?
 - Kräver erfarenhet eller utveckling för att kunna användas om det inte ska samrötas, tex. utvärdering genom labbskaleförsök.
 - Lämpar sig för samrötning med annat substrat för att få en fungerande röttningsprocess, t.ex. flytgödsel.
 - Sweco kan inte rekommendera rötning av enbart fiskslam utan att försök och utvärderingar genomförs.
 - En samröttningsanläggning med t.ex. flytgödsel blir betydligt säkrare ur flera perspektiv.
 - Metanpotentialen är dock hög och bör ligga i spannet 250-400 Nm³/ton VS (Volatile Solids)
- Möjligheter eller risker med den producerade biogödseln från fiskslam?
 - Höga halter av kväve och fosfor vilket är bra. Viktigt att säkerställa vilket näringsämnesbehov som finns hos lantbrukare i omgivningen.
 - De höga halterna av kadmium och zink utgör en risk för att kunna sprida.
 - Analys indikerar lågt innehåll av kalium vilket försämrar biogödselns förutsättning att vara heltäckande.
 - Samrötning med andra substrat, såsom flytgödsel kan minska ovan nämnda risker.
- Påverkan på anläggningsutformning vid rötning av fiskslam?
 - Mer eller mindre en gödselröttningsanläggning, så inget utöver det vanliga.
 - Svavelhalt i det aktuella provet saknades vilket är avgörande för hur mycket svavelväte som kan komma att bildas vid röttningsprocessen.
 - Fiskslammet i sig behöver ej hygieniseras men om samrötning med flytgödsel så behöver troligen gödseln hygieniseras.
- Vad kan den bildade gasen användas till?
 - Helt beroende på vilka volymer fiskslam som kommer att produceras, men för mindre anläggningar kan värme eller el- och värmeproduktion vara lämpliga alternativ. Samrötning med andra substrat kan vara nödvändigt för att producera tillräckliga gasvolymer.
 - Om produktionen av fiskslam inte är tillräckligt hög bör andra avsättningsmöjligheter övervägas, såsom ytterligare avvattning och transport till närliggande biogasproducent alternativt för direkt spridning på åkermark.

Fiskslam som substrat

Fiskslam som substrat - egenskaper

Fiskslam består av fekalier och foderrester, vilka filtreras ut ur processen för att vidmakthålla en god livsmiljö för den odlade fisken. Torrhalten i slammet är vanligen någon till några procent och ytterligare avvattnings utförs vanligen för att erhålla ett tjockare slam (5-30% TS). Med avvattnings avlägsnas mycket av vattenlösliga ämnen medan fasta partiklar anrikas. Fiskslammet antas vara pumpbart upp mot åtminstone 12% TS men troligen högre.

Sammansättning på fiskslam presenteras i tabell nedan, dels värden erhållna från "Miljökassen" samt värden funna i litteraturen (vetenskapliga artiklar). Värt att notera är den stora variationen på parametrarna, vilket till viss del kan förklaras av saltinnehåll i förhållande till aktuellt TS. Att metanpotentialen (BMP) varierar så mycket kan bero på flera saker, såsom vilken typ av odling det kommer från samt om man haft processtörningar under försöket pga. saltinnehåll eller höga kvävehalter. De högre värdena för metanpotentialen har man ofta fått då man gjort försök tillsammans med annat substrat (samrotat). Problematiken med hög salthalt kommer dock inte vara ett problem då fiskslammet som avses användas har en sötvattenbakgrund.

En annan parameter som är viktigt, kanske inte ur ett röttningsperspektiv men ur ett biogödseperspektiv, är tungmetallinnehåll. För att kunna certifiera eller överhuvudtaget kunna sprida biogödseln så måste tungmetallinnehåll understiga fastställda halter. I några artiklar som studerats så har bl.a. kadmium och blyinnehåll varit för högt. Ytterligare en parameter som måste beaktas är svavelinnehållet. Ett högt svavelinnehåll innebär risk för hög svavelvätehalt i den producerade biogasen vilket inte är förenligt vid drift av t.ex. en gasmotor. I detta fall fanns ingen analys på svavel så detta bör följas upp i ett senare skede.

Källa	TS (%)	VS av TS (%)	VS-red (%)	BMP (Nm ³ /ton VS in)	Metanhalt (%)	N-tot (g/kg TS)	NH ₄ -N (g/kg TS)	P-tot (g/kg TS)
Miljökassen	5-18	88-94	-	-	-	27-57*	5	8-19*
Artiklar	2-30	35-93**	60-75	160-460	65%	10-82	5-7	16-74

* Min och max för fyra mätningar.

** De låga värdena kommer troligen från ej avvattnade slam där saltets andel utgör en stor del av TS

Fiskslam som substrat - rötning

Rötning av enbart fiskslam (fekalier och foderrester) är relativt ovanligt, speciellt då det rör sig om fisk från salt eller bräckt vatten. Det beror främst på den höga kvävehalten och salthalten i slammet. Det finns i litteraturen värden för när processtörningar eller inhibering av röttningsprocessen uppträder för detta men bara var för sig. Hur en kombination av hög kvävehalt och hög salthalt interagerar är svårt att förutsäga mer än att det inte för med sig någon fördel. För denna utredning kommer dock salthalt inte vara avgörande.

I Norge finns en åtminstone en anläggning där rötning av enbart fiskslam utförs. Tekniken är då inte konventionell CSTR (Continuously Stirred Tank Reactor) utan en metod där man förbehandlar slammet enzymatiskt och sedan låter det behandlade slammet passera en speciellt utvecklad ABR (Anaerobic Baffle Reactor) reaktor med kort uppehållstid. Tekniken har tagits fram under flera år i samarbete mellan leverantör och universitet. Vilket biogasutbyte man erhåller med tekniken är inte känt.

Vanligare är att man i stället samrötter fiskslammet tillsammans med tex. flytgödsel. Detta rekommenderas i flera artiklar där man ofta har en inblandning > 50%, dvs mer av det inblandade substratet. Försök med enbart fiskslam har ofta visat sig drabbas av processtörningar efter ett antal dagar eller i takt med att man ökat belastningen. Det finns även uppgifter på försök där samrötning utförts på WWTP (reningsverk), vilket har fungerat bra. Man kan dock ifrågasätta detta om man lätt ska kunna återföra näringsämnen till jordbruket. Kommunala slam (reningsverksbakgrund) begränsar kraftigt en efterföljande användning inom jordbruket.

Fördelen med fiskslam är dock det höga näringsämnesinnehållet och den relativt höga biometanpotentialen. Röttningsprocessen kan vara mesofil eller termofil, dvs. runt 36-40°C eller 52-55°C. För fiskslam rekommenderas dock mesofil rötning utifrån det höga kväveinnehållet som lätt kan resultera i processtörningar för en termofil process.

Fiskslam som substrat - kväveinnehåll

Utmaningarna vid enbart rötning av fiskslam är som sagt kvävehalten och ev. salthalten (beroende på vilken fisk som odlas). Den höga kvävehalten innebär att vid rötningen omvandlas (mineraliseras) en stor del av kvävet till ammonium som i sin tur står i jämvikt med ammoniak. Ammoniak verkar inhiberande på biogasprocessen redan vid låga koncentrationer och kan i värsta fall leda till processhaveri. Denna effekt förstärks vid högre temperaturer som tex. vid termofil rötning.

Av de värden på totalkväve som finns i litteraturen (30-87 g/kgTS) så medför vissa av dessa en ökad risk för processtörning eller processhaveri (>60 g/kgTS). Kvävehalten i det slammet från "Miljökassen" varierar mellan 27-57 g/kgTS, så ur det perspektivet inte så oroande. Det är också viktigt att veta att man genom försiktig tillvänjning kan få rötningsprocesser att fungera bra trots höga kvävehalter. Mikroorganismerna behöver dock tid att anpassa sig.

Risk

- Högt kväveinnehåll i substratet (fiskslammet) riskerar att processtörningar eller processhaveri inträffar. Risk kan reduceras genom kännedom om fiskslammet sammansättning (kväveinnehåll). Vidare kan risk reduceras genom bänkskaleförsök där man utför rötningsförsök i liten skala (RK-volym ca 4 l) med aktuellt substrat.
- Risk relaterat till kvävehalt kan till viss del förebyggas med att välja en mesofil rötningsprocess.
- Ett annat alternativ är att samröta fiskslammet med substrat som har ett lägre kväveinnehåll, tex. vissa typer av gödsel.

Fiskslam som substrat - saltinnehåll

Då aktuell fiskodling inte kommer att sker i bräckt eller salt vatten så utgör salthalten ingen risk!

Om salthaltigt vatten bör följande beaktas:

I litteraturen har följande värden presenterats för inhibering av rötningsprocessen:

5 g Na/l	medför 10% reduktion av metanproduktionen
10 g Na/l	medför 50% eller högre reduktion av metanproduktionen
14 g Na/l	medför 100% reduktion av metanproduktionen

Risk

- Högt saltinnehåll i substratet (fiskslammet) riskerar att processtörningar eller processhaveri inträffar. Risk kan reduceras genom att späda med "rent vatten" eller annat blött substrat med låg salthalt. Vidare kan risk reduceras genom bänkskaleförsök där man utför rötningsförsök i liten skala (RK-volym ca 4 l) med aktuellt substrat. På detta vis lär man sig vad som är begränsande för processen.
- En högsalthalt i den producerade biogödseln kan minska dess värde för lantbrukaren och avsättningsproblem kan uppstå.

Fiskslam som substrat - svavelinnehåll

En annan viktig parameter att hålla koll på vid biogasproduktion är svavelhalten. Mycket av det svavel som finns i substratet kan i biogasprocessen omvandlas till svavelväte. Svavelväte är inte bara mycket giftigt, det kan även ställa till med problem vid användandet av biogasen.

Ska man förbränna gasen i en panna så kan högre svavelvätehalter accepteras men om man ska generera el och värme i en gasmotor så måste halten sänkas. Detta för att förebygga korrosion och kort livstid på utrustningen. För att reducera svavelvätehalten kan man tillsätta järnklorid (3-värd) till rötningen som fäller ut svavlet. Ett annat alternativ är att rena gasen från svavelvätet genom ett av följande alternativ:

- Biologisk rening av biogasen
- Adsorption via t.ex. aktivkolfilter eller liknande media
- Kontrollerad injektion av syrgas i gasfas

Den absolut vanligaste metoden utöver järn-tillsats är att använda aktivkolfilter eller liknande teknik. Den främsta risken här är om svavelvätehalten är hög så kommer det resultera i täta kolbyten och höga underhållskostnader.

Fiskslam som substrat - tungmetaller

För att kunna erhålla ett bra gödselämne behöver tungmetallhalterna i de ingående substraten till rötningsprocessen övervakas. Då de gränsvärden som finns baseras på mängd tungmetall per andel torrs substans (oftast mg/kgTS) kan detta bli ett ytterligare problem eftersom just torrs substansen till stor del bryts ner i rötningsprocessen vilket ackumulerar tungmetallerna i förhållande till ursprungshalt.

Bly, kadmium och zink har tidigare rapporterats som tungmetaller i fiskslam vilka kan överstiga gränsvärden för spridning. I tabellen nedan presenteras tungmetallnehåll baserat på ett prov samt en uppskattning av den resulterande rötresten om den rötas enskilt. I tabellen återfinns också aktuella gränsvärden för tungmetaller i biogödsel. Det framkommer här att kadmium är när sitt gränsvärde medan för zink så har det kraftigt överskridits.

För att säkerställa dessa halter måste fler prover analyseras, men för att minska risken för höga tungmetallhalter i rötresten (biogödseln) rekommenderas samrötning med annat substrat såsom flytgödsel.

Källa	Bly (g/kg TS)	Kadmium (g/kg TS)	Koppar (g/kg TS)	Krom (g/kg TS)	Kvicksilver (g/kg TS)	Nickel (g/kg TS)	Zink (g/kg TS)
Fiskslam Miljökassen	3,4	0,36	85	3,2	0,026	4	690
Biogödsel efter rötning	7,4	0,8	185	7	0,1	8,7	1500
Gränsvärden	100	1	600	100	1	50	800

Teknik

Teknik

Processuppbyggnad av anläggning för rötning av fiskslam kommer i grova drag likna en anläggning för gödselrötning, bestående av:

- Mottagningstank substrat
- Ev. hygienisering om samrötning med gödsel från flera gårdar
- Rötkammare med omrörning
- Rötrestlager/efterrötkammare som kan kompletteras med mindre gasklocka
- Gassystem inkl. gasfackla
- Gasförbrukare, t.ex. gaspanna eller gasmotor. Om större anläggning planeras kan såklart uppgradering av gasen övervägas för produktion av t.ex. fordonsgas.
- Utlastning för flytgödsel (kan kompletteras med avvattning om fastgödsel är av intresse eller om man vill avlägsna fosfor)
- Värmesystem för varmhållning av rötkammare

Teknik - komponenter

Mottagningstank substrat

- Behöver vara tillräckligt stor för att kunna ta emot substrat (fiskslam) under tid som rötning ev. inte kan ta emot substrat. Vanligen dimensionerar man den för några dagars kapacitet. T.ex. om 10 m³ fiskslam produceras per dygn så bör tanken vara i storleksordningen 50 till 100 m³.
- Tanken bör vara försedd med omrörare så att fiskslammet blir homogent och inte skiktat sig i tanken.
- Om samrötning med gödsel ska ske kan gemensam mottagningstank övervägas, men rekommendationen är att ha dedikerade tankar. Speciellt om som fiskslammet enligt uppgift inte behöver hygieniseras utan kan pumpas direkt till rötkammaren. Detta minskar energiförbrukningen (värmebehovet).

Hygienisering

- Ej nödvändigt, då fiskslam enligt uppgift ej faller under ABP-lagstiftningen. Ska fiskslammet samrötas med gödsel från flera gårdar eller andra ABP-material behöver dock åtminstone dessa hygieniseras.
- Från mottagningstanken pumpas materialet (substraten) till hygienisering där det ska värmas till >70°C och hållas vid den temperaturen under 1 timma. Hygienisering är ett krav för att få sprida biogödseln om ABP-material tillförs till rötningsprocessen. Uppvärmningen sker i två steg. För att utnyttja värmen i det varma substratet och för att inte få för hög temperatur i rötkammaren värmeväxlas det hygieniserade substratet mot ingående substrat från mottagningstanken. Det föruppvärmda substratet värms därefter upp till >70°C i en andra värmeväxlare alternativt med värmemantel i hygieniseringskärlet.
- Normalt bygger man en hygienisering om tre tankar där en fylls, den andra töms och den tredje står still (1 timmas kravet), men man kan klara sig med två också.

Teknik - komponenter

Rötkammare med omrörning

- För att hålla nere investering så kan det räcka med att en rötkammare byggs. Med två eller fler rötkammare erhålls en bättre redundans mot störningar och man kan hålla produktionen igång ifall en rötkammare behöver tömmas eller ställas av.
- Rötkammare finns i olika utföranden, rostfria, glaserad plåt eller betong. Viktigt med god omrörning.
- Storlek på rötkammaren beror lite på vilka substrat som ska rötas, men en hydraulisk uppehållstid i rötkammaren på 20-30 dygn är ofta tillräcklig.

Rötrestlager/efferrötkammare som kan kompletteras med mindre gasklocka

- I rötrestlagret eller efferrötkammaren ska rötningsprocessen avstanna för att minska risken för metanemissioner till atmosfären samt för att samla upp den ytterligare gas som produceras där. Rötrestlagret behöver alltså vara anslutet till gassystemet.
- Rötrestlagret kombineras ofta med utlastningen av flytande biogödsel om avvattning inte ska ske. I sådan fall pumpas rötresten vidare till avvattningen där en flytande och fast fraktion erhålls.
- Med ett väl tilltaget rötrestlager kan man snabbt komma igång med rötningsprocessen ifall man måste tömma ner rötkammaren och man bara har en rötkammare.
- Volym på rötrestlagret bör anpassas så att man kan buffra upp volymer på anläggningen om transporter ut inte sker på ett antal dagar.
- Rötrestlagret kan kompletteras med ett gaslager för att samla upp gasen och hålla ett jämnt gstryck i systemet, vilket minskar risken för onödig fackling av gasen. Vidare erhålls tid för att kunna göra mindre underhållsarbeten utan att behöva fackla gasen.

Teknik - komponenter

Gassystem inkl. gasfackla

- Gassystemet kommer i första hand bestå av gasdelen i rötkammare och rötrestlager/efferrötkammare samt gasledning. Om en separat gasklocka installeras så ingår även den i gassystemet.
- Andra komponenter som ingår i gassystemet är kondenskärl, tryckhöjningsfläkt (vid behov), avstängningsventiler, säkerhetsventiler och gasfackla. Viktigt att gasfacklan dimensioneras för att klara maximal momentan produktion.
- Instrumentering består bl.a. av gasflödesmätare, temperatur- och tryckgivare.
- Gassystem utförs i syrafast kvalité.

Gasförbrukare, t.ex. gasmotor

- Om en gasmotor ska installeras behöver gasen först renas i enlighet med specifikationer från leverantören. Vanligtvis brukar man installera ett aktiv kolfilter för att reducera svavelvätehalten.
- Gasmotorn måste anpassas efter den förväntade produktionen. Av instoppad energi från gasen erhålls då ca 35-40% el och 45-50% värme.

Gasuppgradering (option)

- Om stora volymer gas förväntas produceras kan uppgradering av gasen till fordonskvalité övervägas. Vanliga tekniker är vattenskrubber, PSA (pressure swing adsorption), membranteknik elleraminskrubber.
- För att transportera gasen till tankstation eller annan användare så måste gasen komprimeras till 200-250 bar för fylla de mobila gaslager som finns på marknaden. Om anläggning ligger i anslutning till befintlig naturgasledning så kan direkt injektering vara ett mer fördelaktigt alternativ.

Teknik - komponenter

Utlastning för biogödsel

- Kombineras ofta med rötrestlager (biogödsellager), eller så byggs en mindre utlastningstank. Ska vara lätt för tankbil att ansluta för att snabbt kunna fylla.
- System för hantering av utkörda volymer och till vilken användare måste implementeras (spårbarhetskrav).

Stödprocesser

- Någon form av värmekälla måste finnas för att kunna vidmakthålla rätt temperatur i rötchammaren samt vid behov förse värme till hygieniseringen. Vanligen utgörs den av fjärrvärme eller värme producerad på anläggningen från den gas man producerar.
- Ett hetvattensystem med tillhörande cirkulationspump och instrumentering samt ev. vattenrening behöver installeras som kan värmas upp med antingen egen panna, gasmotor eller fjärrvärme.
- Tryckluftskompressor för instrumentluft.
- Beroende på lokalisering och behandlade volymer substrat kan någon form av processluftsbehandling behövas. Detta för att förebygga luktproblematik som kan uppstå. Det är främst luften från mottagningstankar som behöver behandlas men även andra källor kan ingå. Här finns flera tekniker att tillgå och valet baseras på substraten som hanteras, anläggningens storlek och utformning men även myndighetskrav. Biofilter fyllda med bark/flis kan många gånger vara tillräckligt.

Biogödsel

Biogödsel

Under förutsättning att en fungerande process kan erhållas från rötning av enbart fiskslam, så har biogödseln som erhålls potential att vara ett fullgott gödselmedel för lantbrukare. Avgörande är om näringsämnesbehovet föreligger som kväve eller fosfor (eller kaliumbehov), då fosforhalten i fiskslammet kan vara ganska hög. Detta kan medföra att kvävegivan kan bli låg om fosforhalten i fiskslammet är hög.

Till höger presenteras beräknat närings- och tungmetallsinnehåll i biogödsel i fallet att fiskslammet rötas separat samt tillsammans med flytgödsel (1:2 förhållande mellan fiskslam och flytgödsel).

Risk

- Hög fosforhalt men kväve som efterfrågas. Viktigt att man på ett tidigt stadium säkerställer var behovet ligger för lantbrukaren/mottagaren. Fosforhalten kan sänkas rejält genom avvattning, viktigt att då hitta avsättning för den avvattade fraktionen. Kan vara attraktivt som beståndsdel i jordtillverkning.
- Kaliumhalten var låg i de analyserade proverna av fiskslammet. Detta kan medföra ett problem för vissa typer av odlingar. Genom samrötning med tex. flytgödsel förebyggs denna risk.
- Tungmetallhalt överstiger gränsvärde för spridning på odlingsbar mark. Precis som för näringsinnehåll eller andra egenskaper så är det viktigt att man på ett tidigt stadium säkerställer innehållet i fiskslammet för att kunna förutsäga innehållet i den producerade biogödseln. Om tungmetallinnehåll återkommande överskrider gränsvärden kommer man att få en betydligt mer kostsam avsättning.
- Av de analyser som erhållits var zinkhalten något hög vilket medför att gränsvärdet för zink enligt SPCR 120 överskrids i rötresten om fiskslammet rötas separat. Genom samrötning med tex. flytgödsel kan detta problem minimeras.

Separat rötning av fiskslam

Växtnäring	Benämning	Enhet	Halt
Totalkväve	Tot-N	kg/ton	5,7
Ammoniumkväve	NH ₄ -N	kg/ton	2,9
Totalfosfor	Tot-P	kg/ton	1,9
Kalium	K	kg/ton	0,1

Flytande rötrest		
Metall	Max halt (mg/kg TS)	Halt (mg/kg TS)
Bly	100	7,4
Kadmium	1	0,8
Koppar	600	184,8
Krom	100	7,0
Kvicksilver	1	0,1
Nickel	50	8,7
Zink	800	1500,0

Samrötning med flytgödsel

Växtnäring	Benämning	Enhet	Halt
Totalkväve	Tot-N	kg/ton	4,8
Ammoniumkväve	NH ₄ -N	kg/ton	2,7
Totalfosfor	Tot-P	kg/ton	1,3
Kalium	K	kg/ton	2,8

Flytande rötrest		
Metall	Max halt (mg/kg TS)	Halt (mg/kg TS)
Bly	100	2,8
Kadmium	1	0,3
Koppar	600	69,2
Krom	100	2,6
Kvicksilver	1	0,0
Nickel	50	3,3
Zink	800	561,9

Biogödsel - certifiering

Ett sätt att öka värdet på den producerade biogödsel och dessutom öka förutsättningarna för avsättning är att man certifierar biogödseln enligt SPCR 120. Certifiering medför ett administrativt arbete och ställer dessutom krav på hur biogödseln produceras samt vad den får innehålla.

Mer information om SPCR-certifiering kan läsas på Rises hemsida:

<https://www.ri.se/sv/vad-vi-gor/tjanster/certifiering-av-biogodsel>

Kan biogödseln dessutom användas i ekologisk odling kan värdet öka ytterligare.

Produktion

Produktion

Dimensionerar man en anläggning utifrån de uppgifter som finns kring fiskslam som substrat kan en teoretisk modell tas fram. Den modellen i sin tur kommer att ge olika produktionsresultat baserat på vilka värden man använder, t.ex. så varierar metanpotentialen för fiskslam beroende på vilken källa man använder. Detta leder till en viss osäkerhet i förutsägandet av hur stor produktionen kommer att bli för en given mängd fiskslam.

Utöver den osäkerheten som finns kring t.ex. metanpotentialen finns risken som är relaterad till användandet av fiskslam substrat, vilket avhandlades i avsnittet substrat ovan. Antar vi dock att en rötningsprocess kan drivas med enbart fiskslam (1) så skulle några tänkbara scenarion se ut enligt tabell nedan. Tabellen beskriver scenarion där man använder gasen till gasmotor av olika storlekar för el och värmeproduktion. Ett alternativ (2) tas också fram där man samrötar fiskslammet 1:3 med flytgödsel.

	Storlek 1	Storlek 2	Storlek 3	Storlek 4	Storlek 5
1 Fiskslam solo (ton per dygn)	8	13	15	21	24
Fiskslam 1:3 (ton per dygn)	4	7	8	11	13
2 Flytgödsel 3:1 (ton/dygn)	12	21	24	33	39
Gasflöde (Nm ³ biometan/h)	13	21	26	35	41
Bränsleeffekt (kW)	133	214	256	346	410
Eleffekt (kW)	45	75	100	125	150
Termisk effekt (kW)	70	113	122	174	188

Tabellen presenterar möjliga scenarion baserat på att man får ut ca 40 Nm³ biometan per ton våtvikt från fiskslammet. Faktisk metanpotential kan vara både högre och lägre. Då vi inte heller i nuläget vet något om aktuella mängder så får tabellen mer beskriva potentiella scenarion vid just användande av gasen i en gasmotor.

Produktion

Om större mängder fiskslam kommer att produceras så kan såklart även andra alternativ än användning av gas i panna eller gasmotor bli aktuellt. Här syftas då som tidigare nämnt på att uppgradera gasen till fordonskvalité. För att detta ska vara av intresse behöver årsproduktionen av biometan helst överstiga 1 000 000 Nm³ per år. Småskaliga uppgraderingsanläggningar finns dock men lönsamheten blir då tveksam.

SWECO



Svenskt fiskavfalls effektivitet som växtgödning

How effective are Swedish fish wastes for growing plants?



The collage includes several key elements:

- Fish Farm:** A large-scale aquaculture facility with rows of blue tanks and a view of a body of water.
- Fish:** A central illustration of a brown trout.
- Plant Growth Experiments:** Multiple rows of potted basil plants. Each row represents a different nutrient treatment:
 - Row 1: Soil + 0% Mineral, 50% Mineral, 75% Mineral, 100% Mineral, 125% Mineral
 - Row 2: Soil + 0% Fish Manure, 50% Fish Manure, 75% Fish Manure, 100% Fish Manure, 125% Fish Manure
 - Row 3: 0% Mineral + 0% Fish Manure, 50% Mineral + 50% Fish Manure, 50% Mineral + 50% Fish Manure, 50% Mineral + 50% Fish Manure
 - Row 4: 0% Mineral + 0% Fish Manure, 100% Mineral + 0% Fish Manure, 25% Mineral + 100% Fish Manure, 100% Mineral + 25% Fish Manure
- Diagram:** A circular flow diagram showing the cycle between 'SLUDGE MANAGEMENT' and 'RESOURCES RECOVERY'.
 - SLUDGE MANAGEMENT:** Includes '2. Feed production', '3. Sludge', and '1. Feeding'.
 - RESOURCES RECOVERY:** Includes '7. Feed production', '4. Resources', '5. Bioproducts', and '6. Waste management'.

Swedish aquaculture (AC) with fish farming in open cages faces environmental challenges especially for the fish faeces and feed residues.

Increased knowledge of waste retrieval and usage can make it possible to synergize the circular nutrient flows between AC and cultivation.

This research is useful for society, the AC operators as well as for the authorities.

The project confirmed the potential for using fish sludge as a safe source of nutrients and biostimulants during cultivation.

Siri Caspersen, Hanna Carlberg, Jean W. H. Yong

Swedish University of Agricultural Sciences (SLU)



Swedish University of
Agricultural Sciences

Sammanfattning

Svenskt vattenbruk (AC) med fiskodling i öppna kassar står inför många miljöutmaningar, särskilt fiskavfallet (avföring och foderrester). Ökad kunskap om återtag och vidare användning av partiklar från fiskodling kan göra det möjligt att öka de cirkulära näringsflödena mellan AC och odling av grödor på land. Denna forskning bidrar till en ökad kunskap som är användbar för såväl samhället, fiskodlarna som för myndigheterna. Syftet med denna studie var att undersöka potentialen för att använda fiskslam som näringskälla och biostimulerande medel i växtodling. Gödningseffekterna av obehandlat flytande fiskslam, bestående av fiskfekalier och oanvänt foder, från regnbåge odlade i ett semislutet-system i en sjö i Jämtland fastställdes vid Sveriges Lantbruksuniversitet i Alnarp, Skåne. Ytterligare avancerad analys (masspektrometri) utfördes på det flytande fiskslammet för att bedöma biostimulanterna. Dessa analyser utfördes i Olomouc, Tjeckien.

Baserat på en certifierad laboratorieanalys innehöll det flytande fiskslammet (FS) tillräckliga nivåer av mineralnäringsämnen (makronäringsämnen och spårämnen; se tabell 2) för att stödja normal växtodling (friska växter, icke-fytotoxiska, med regelbunden fotosynteshastighet) av testväxter (basilika, *Ocimum basilicum*) odlade i jord. Det flytande FS anses vara en säker organisk tillsats eftersom den innehöll mycket lite tungmetaller (Cd, Pb, Ni, Cr, Cu, Zn). Men på grund av viss specifik näringsbrist och icke-biotillgänglighet kan FS inte betraktas som ett "komplett" gödselmedel. Den mindre påverkan av FS på halterna av mineralkväve (N) i marken jämfört med mineralgödsel var förväntade eftersom endast en del av det totala fiskavfallets N (kväve) förekom i mineralform.

Baserat på masspektrometri innehöll flytande FS intressanta växttillväxtfrämjande och biokontrollerande (förebyggande av sjukdomar) biostimulanter. De tillväxtbefrämjande biostimulanterna för växter är kända fytohormoner cytokininer (isopentenyladenosin, 6-bensylaminopurin, cis-zeatin) och auxiner (indolättiksyra och andra konjugat). Biokontrollbiostimulanten i flytande FS är fytohormonet salicylsyra (SA) känd för att förbättra växternas immunitet mot sjukdomar och förbättra växternas motståndskraft mot stress.

Med viss bearbetning (t.ex. mikrobiell behandling för att förbättra biotillgängligheten) har flytande FS potentialen att vara en hållbar näringskälla och en källa till användbara biostimulanter inom växtodling.

Summary

Swedish aquaculture (AC) with fish farming in open cages faces numerous environmental challenges especially the fish waste (faeces and feed residues). Increased knowledge of fish waste retrieval and usage can make it possible to increase the circular nutrient flows between AC and cultivation. This research contributes to an increased knowledge that is both useful for society, the AC operators as well as for the authorities. The aim of the present study was to investigate the potential for using fish sludge (FS) as a nutrient source and biostimulant during cultivation. The fertilizer effects of untreated liquid FS, consisting of faeces and unused feed, from rainbow trout in a semi closed farming system in a lake in Jämtland was determined at the Swedish University of Agriculture at Alnarp, Skåne. Further advanced analysis (mass spectrometry) was carried out on the liquid FS to assess the biostimulants was carried at Olomouc, Czech Republic.

Based on a certified laboratory analysis, the liquid FS contained adequate levels of mineral nutrients (macronutrients and trace elements; see Table 2) to support the normal cultivation (healthy plants, non-phytotoxic, with regular rates of photosynthesis) of test plants (basil, *Ocimum basilicum*) grown in soil. The liquid FS is considered a safe organic amendment as it contained very little heavy metals (Cd, Pb, Ni, Cr, Cu, Zn). However, due to certain specific nutrient deficiency and non-bioavailability, the FS cannot be regarded as a “complete” fertilizer. The smaller influence of FS on soil mineral nitrogen (N) concentrations in comparison with the mineral fertilizer could be expected as only part of the total fish waste N (nitrogen) occurred in mineral form.

Based on mass spectrometry, liquid FS contained interesting plant growth promoting and biocontrol (preventing disease) biostimulants. The plant growth promoting biostimulants are known phytohormones cytokinins (isopentenyladenosine, 6-benzylaminopurine, *cis*-zeatin) and auxins (indole acetic acid and other conjugates). The biocontrol biostimulant in liquid FS is the phytohormone salicylic acid (SA) known for improving plant immunity against diseases and improving plant resilience to stress.

With some processing (e.g. microbial treatment to improve bioavailability), liquid FS has the potential to be a sustainable nutrient source and a source of useful biostimulants.

Innehåll

Sammanfattning	3
Summary	4
1 Inledning.....	5
1.1 Materials and Methods.....	5
1.2 Results and Discussion.....	13
1.3 Future works.....	25
1.4 Acknowledgements.....	25
2 How effective are Swedish fish wastes for growing plants?	26
Referenser.....	27
Publikationer inom samma område.....	29

1 Inledning

Swedish aquaculture (AC) with fish farming in open cages faces numerous environmental challenges especially the fish waste/sludge (faeces and feed residues). Increased knowledge of fish waste/sludge retrieval and usage can make it possible to increase the circular nutrient flows between AC and cultivation. This research contributes to an increased knowledge that is both useful for society, the AC operators as well as for the authorities. The aim of the present study was to investigate the potential for using fish sludge as a nutrient source and biostimulant during cultivation. The fertilizer effects of untreated liquid fish sludge (FS), consisting of faeces and unused feed, from rainbow trout in an semi closed farming system in a lake in Jämtland was evaluated at the Swedish University of Agriculture at Alnarp, Skåne. Further advanced analysis (involving solid phase extraction, liquid chromatography and mass spectrometry) was carried out on the liquid FS to assess the biostimulants was carried at Olomouc, Czech Republic.

1.1 Materials and Methods

Experimental design

The study was conducted as a completely randomized pot experiment in a greenhouse at the SLU, Alnarp, Skåne, during the summer of 2021. There were fourteen treatments, using different fertilizers; mineral fertilizer, fish sludge, and a combination of the two, see Table 1. Four treatments were given only mineral fertilizer (MF) in different doses (ranging from 50 to 125 % of the recommended dose). Four treatments were given fish sludge (FS) only (doses ranging from 50 to 125 %, at the same total N contents as in the corresponding mineral fertilizer [MF] treatments). Five treatments received a mix of mineral nutrients and fish sludge (25% MF + 100 % FS, 50% MF + 50% FS, and 100% MF + 25% FS). The 50% MF + 50% FS treatment were also conducted in two substrates (peat or pumice, 2-8 mm size). An unfertilized control treatment was also included. There were six replicate pots for each treatment and a total of 84 pots.

Table 1. Experimental design.

FS, %	MF, %					
	0	25	50	75	100	125
0	X		X	X	X	X
25					X	
50	X		X*			
75	X					
100	X	X				
125	X					

* This treatment was also conducted with peat and pumice, respectively.

MF = mineral fertilizer, FS = fish sludge. The % = percent of recommended amount of total N.

Soil and fertilizers

The soil used as a growing medium in the experiment was collected at Lönnstorp Research Station, Lomma. The soil was sifted through a 1,5 cm net sifter and cleared from stones and debris.

Fish sludge (FS, residual feed and fecal matter from cultured rainbow trout) was sampled under diving conditions from Vattudalens Fisk AB in Strömsund, Jämtland. The sludge was sent to Alnarp in fresh, untreated form. Sub-samples were sent to Eurofins Environment Testing Sweden AB, Lidköping, for analysis of dry matter content, pH, Kjeldahl nitrogen, ammonium nitrogen, and concentration of macronutrients and trace elements (Table 2). The remaining sludge was frozen in -20 C for further analysis (e.g. biostimulants).

Soil (1350 g) was added to 1.5 L PVC pots. Each pot was provided with a Whatman no. 41 filter paper at the bottom, allowing excess water but not soil or substrate to pass. To obtain the same volume of peat and pumice as of soil, laboratory bulk densities (EN 13040:2007) were assessed.

Early basil germination, substrates and soil preparation



Table 2. pH and mineral nutrient content in rainbow trout fish sludge

TKN = total Kjeldahl N per kg fresh sludge. TAN = total ammonium N per kg fresh sludge. (n = 2 replicates).

DM	pH	TKN	%TKN	TAN	%TAN	P	K	Zn	Cu	Cr	Ni	Pb	Cd
	-	mg/kg	%	mg/kg	%				mg/kg DM				
6,4	5,1	3700	5,9	915	1,45	6650	315	480	45,5	2,75	1,3	1,25	0,415

The composition of the mineral nutrient solution used in the control mineral fertilizer (MF) treatments is presented in Table 3. Additionally, CaSO₄ was mixed directly into the soil in the MF pots. The mineral fertilizer solutions and the fresh FS, respectively, were sprinkled below the upper two cm soil layer of the pots. Due to high water and clay contents in the soil, the liquids were not mixed into the whole volume of the pot at the time of fertilization.

Table 3. Composition of the mineral nutrient solution used in the control mineral fertilizer (MF) treatments, mg/L.

N	P	K	S	Fe	Mn	Zn	Cu	B	Mo
140	70	150	80	0,9	1,6	0,4	1,5	0,3	2

The pots were randomized on the greenhouse table, covered with non-woven fabric (Agryl) and incubated for four days. Then the soil in each pot was mixed and soil samples from two separate pots per treatment were sent to Eurofins Agro Testing Sweden AB, Kristianstad for analysis. Soil pH (H₂O) was determined as well as the concentrations of ammonium lactate-extractable P, K, Mg and Ca (Egnér et al. 1960). Concentrations of mineral N was determined after 2M KCl-extraction.

Preparation and growth performance of **Basil** in fish manure



Cultivation

The plant species used in the experiment was basil (*Ocimum basilicum* variety ‘Aromatico D’Riviera’), from Olssons Frö AB. Seedlings were germinated in vermiculite in a constant climate chamber (20°C with artificial light for 14 h per day) for approximately three weeks before transplantation.

Seedlings were transplanted on July 27th 2021, seven plants per pot. The plants were grown for ca. five weeks on a 10 m² greenhouse table. The heating temperature was 20°C and the vents opened at 22 °C. Roof shading was put in at 700 W/m². Initially, the plants were grown in natural light under the Agryl cover. Additional light was put in after three weeks from 6 am to 10 pm. From September 24th, the plants were grown without the Agryl cover.

Light intensity on a sunny and a cloudy day, respectively, was assessed using a portable quantum sensor (Photometer, Licor Inc, USA).

For estimation of the container water holding capacity (WHC), pots containing the different substrates were submerged in water, saturating them. Saturated soil weight and dry (105 °C) soil weights were determined and the water holding capacity determined. The plants were watered to the same percentage of container water holding capacity (WHC) approximately every other day until August 27th. Thereafter, all pots were given the same amounts of water with the exception of August 31th when the plants were watered to the same percentage of WHC. The amount of water given was noted per pot for each watering session.

During the project, regular documentation of growth was done by photographing and various scientific assessment. Out of each treatment group, three seemingly average and alike looking replicates were placed on a black background and photographed side by side together with a 2 x 2 cm black and white ruler for scale. These same three pots per treatment were photographed each week, to compare growth and development.

Plant performance analysis

Throughout the experimental periods, plants were selected for non-destructive monitoring (e.g. [non-invasive gas exchange](#) measurements) via scientific instruments ([Yong et al. 2010](#)). The basil plants were assessed for physiological properties like chlorophyll content Index and chlorophyll fluorescence using portable chlorophyll meters. Gas exchange measurements were carried out using a portable gas exchange system (model LICOR-6800, Licor Inc, NE, USA) with Infra Red Gas Analyzer (IRGA). The open system IRGA measures foliar photosynthetic rate, stomatal conductance, transpiration; and performed other selected responses of photosynthesis to changing light or CO₂ levels.



Assessing foliar chlorophyll content (left) and gas exchange properties (right) of basil plants using physiological tools (non-destructive).

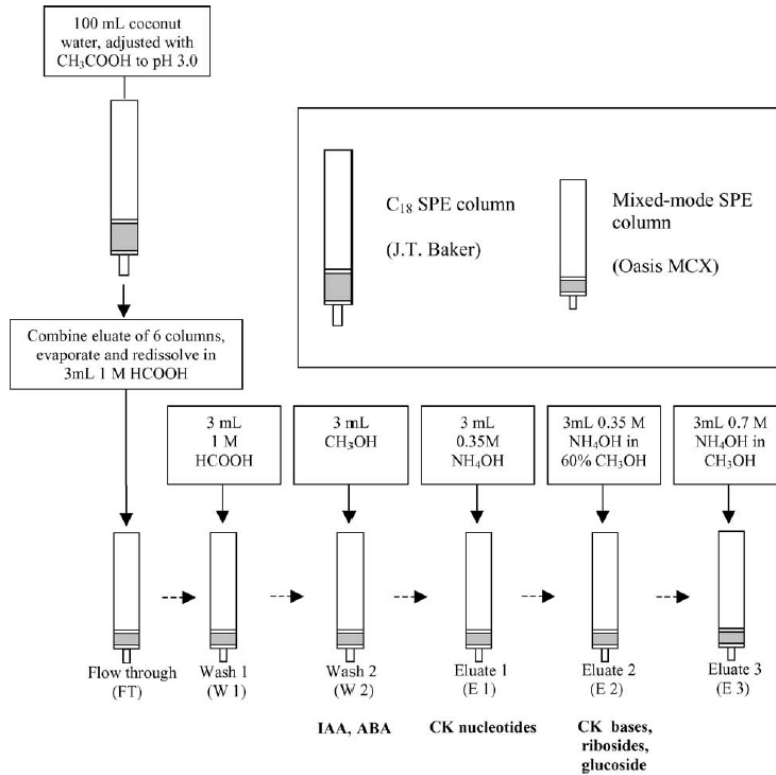


Assessing foliar chlorophyll fluorescence (non-destructive).

Note: See the white leaf clips on basil leaves

Biostimulant analysis

The second portion of FS that was frozen (- 20 C) earlier, was partially purified using solid phase extraction (SPE) cartridges as shown below.



Following which, these fractions were chromatographed further on LC-MS/MS) in accordance to [Zhang et al. \(2015\)](#) with further adjustments ([Tarkowski et al. 2009](#)).

Harvest and statistical analysis

The plants were harvested and shoot fresh weights registered at 2nd September 2021. Dry weights were determined after drying at 65°C to constant weight. The standard statistical tools were for analysing the data. The fresh and dry weight data were analysed by one-way ANOVA followed by comparison of the means of the fertilizer treatments with the control mean with Dunnett's test ($p < 0.05$).

1.2 Results and Discussion

Section Summary for fish sludge and basil cultivation

Based on a certified laboratory analysis, the liquid fish sludge (FS) contained adequate levels of mineral nutrients (macronutrients and trace elements; see Table 2) to support the normal cultivation (healthy plants, non-phytotoxic, with regular rates of photosynthesis) of test plants (basil, *Ocimum basilicum*) grown in soil. The liquid FS is considered a safe organic amendment as it contained very little heavy metals (Cd, Pb, Ni, Cr, Cu, Zn). However, due to certain specific nutrient deficiency and non-bioavailability, the FS cannot be regarded as a “complete” fertilizer. The smaller influence of FS on soil mineral nitrogen (N) concentrations in comparison with the mineral fertilizer could be expected as only part of the total fish sludge N (nitrogen) occurred in mineral form.

Detailed observations for fish sludge and cultivation

Initial soil mineral nutrient concentrations

The concentration of both NO₃-N (nitrate type of nitrogen) and NH₄-N (ammonium type of nitrogen) as well as of total mineral N increased when an increasing amount of mineral fertilizer (MF) was added (Figure 1). An increasing amount of FS had only a small effect on nitrate-N concentrations, while the ammonium-N concentrations increased to almost similar levels as for the mineral fertilizer. While the addition of FS increased the total mineral N concentration, the effect was small in comparison with the mineral fertilizer.

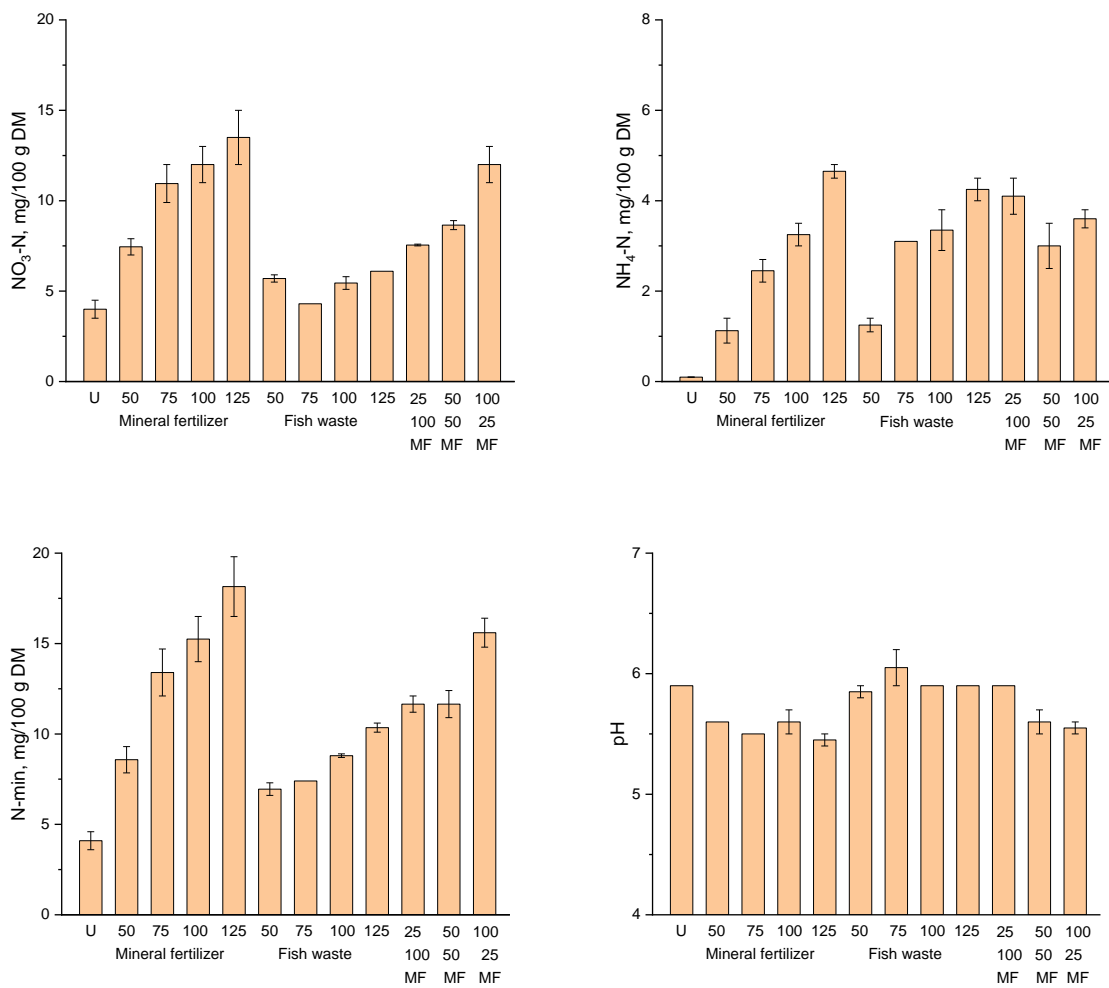


Figure 1. The influence of mineral fertilizer, fish sludge and various mixtures on soil concentrations of NO₃-N, NH₄-N and total mineral N.

(n = 2 replicates). Column no. 13=peat, 14=pumice.

The AL-extractable P and K also increased with an increasing amount of mineral fertilizer. In contrast, there was no effect of FS addition on the potentially available P or K concentration (Figure 2). None of the fertilizer treatments affected Mg-AL and Ca-AL concentrations (Figure 2).

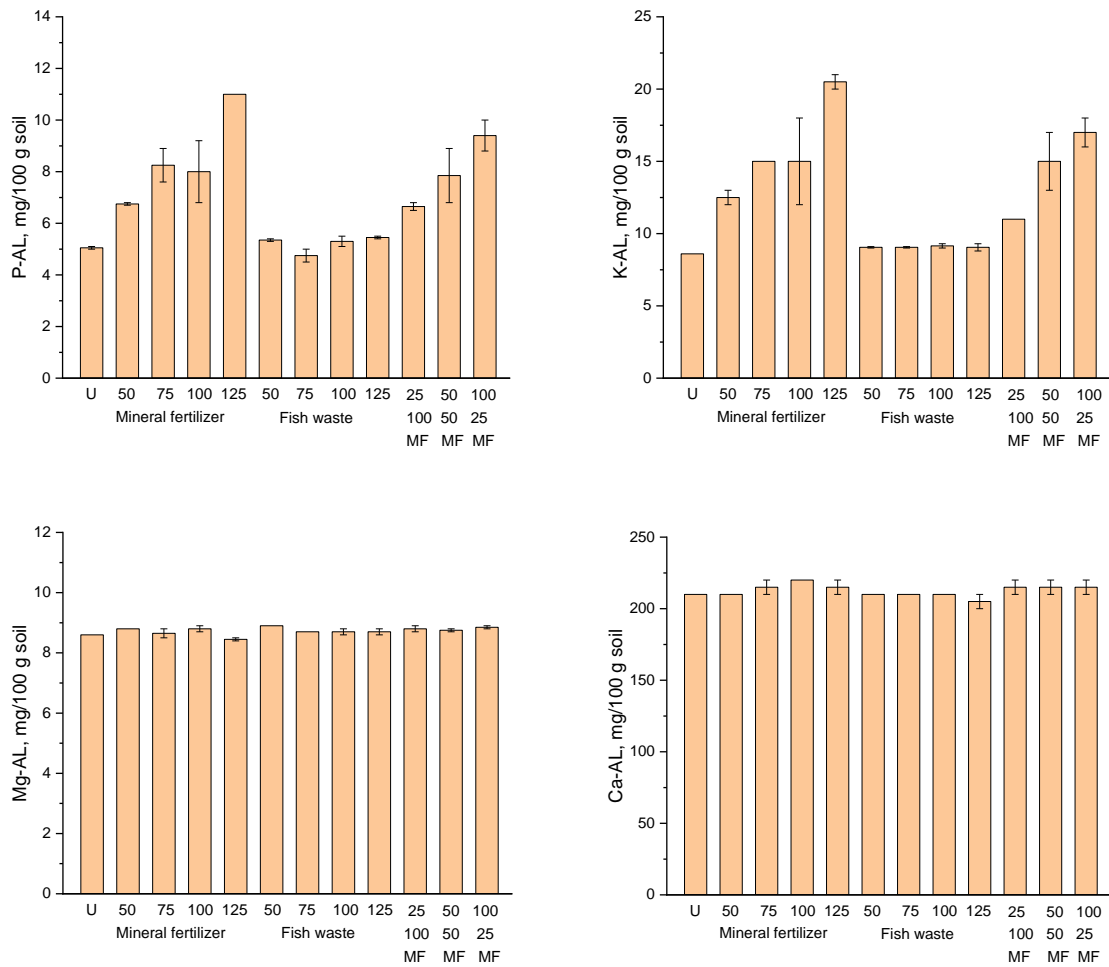


Figure 2. The influence of mineral fertilizer, fish sludge and various mixtures on soil concentrations of AL-extractable P, K, Mg and Ca.

($n=2$). Column no. 13=peat, 14=pumice.

Shoot biomass of basil plants

All mineral fertilizer treatments induced significantly larger fresh and dry biomasses than the unfertilized control ($p<0.001$). For dry biomass, there was a tendency to reduced growth at the 125% mineral fertilizer treatment. In contrast, there were no significant effects of FS on plant weights in comparison with the control. When 100% mineral fertilizer was added together with 25% FS a similar biomass as for 100% mineral fertilizer was obtained. When the proportion of mineral fertilizer was reduced at the same time as the proportion of FS was increased (50:50 or 25:100), however, no

significant growth effects were observed for the soil-grown plants in comparison with the unfertilized control. For the plants grown at 50:50 in peat, dry biomass was similar to the soil-grown 100% mineral fertilizer treatment. Fresh biomasses, however, were similar to the 50:50 soil-grown plants. For the plants grown at 50:50 in pumice, dry and fresh biomass were both significantly reduced in comparison with the unfertilized soil control.

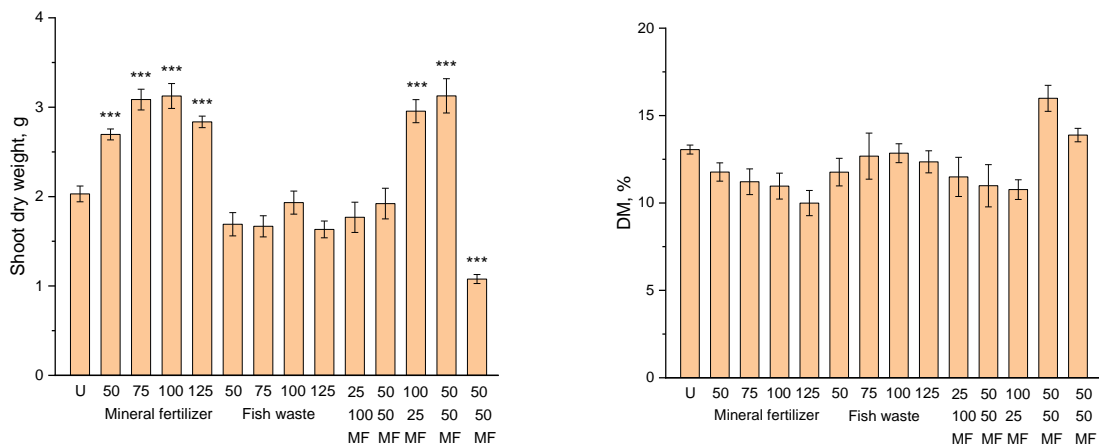


Figure 3. The influence of mineral fertilizer, fish sludge and mixtures of these on basil shoot dry weight and % DM.
(n = 6 replicates).

*Column no. 13=peat, 14=pumice. *** = significantly different from the unfertilized control treatment according to Dunnett's test ($p < 0.05$).*

Analysis of plant performance and biomass in relation to the type of substrate (soil, pumice and peat) and fertilizer added.

The responses of basil plants to FS, mineral fertilizer or their mixtures, are shown collectively (Figure 4).



Figure 4. The influence of fish sludge, mineral fertilizer or their mixtures on basil plant growth.

Representative basil plants were selected for photography. Each black-white marker is 2 cm, n = 6 replicates.

Section Summary for basil physiology in relation to fertilizer type

The basil plants grown using 50%, 75%, 100% mineral fertilizer did not show any significant difference in net photosynthetic rate and chlorophyll content index compared to control group grown in soil (Figure 5.1, 5.2). The basil plants in our experiments have photosynthetic rates of 18 to 22 $\mu\text{molCO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ and these are considered healthy plants with regular gas exchange properties. The highest photosynthesis rates for most C_3 plants are 24 to 26 $\mu\text{molCO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ (Yong et al. 2010). However, treatment with 125% mineral fertilizer showed significantly lower net photosynthetic rate compared to other treatments in the group (Figure 5.2). The plants grown in 50% fish manure showed lower net photosynthetic rate but no significant difference in chlorophyll content in comparison with control group and 75%, 100%, 125% fish manure (Figure 6.1, 6.2). The combination of mineral fertilizer and fish manure (100% mineral + 25% fish manure, 25% mineral + 100% fish manure) did not show any significant difference in physiological markers when compared to control treatment and the 100% mineral fertilizer (Figure 7.1, 7.2).



Figure 5.1. Basil grown in soil with increasing percentage of mineral fertilizer. Each box in the scale represents 2 x 2 cm (W x H).

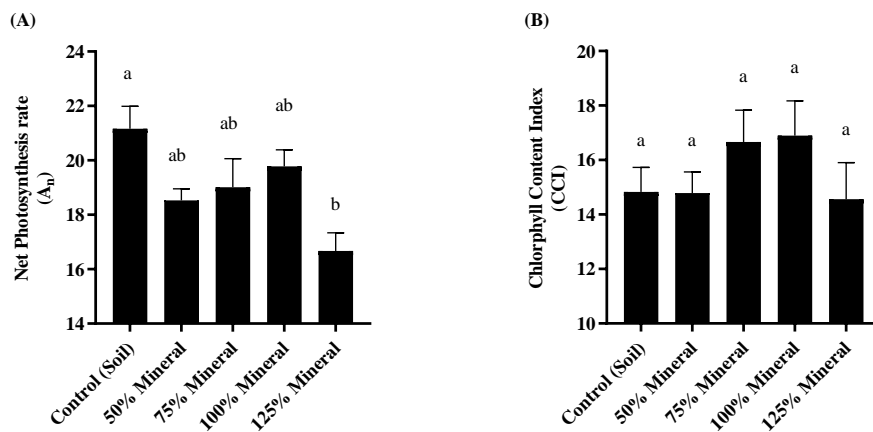


Figure 5.2. Effects of increasing mineral fertilizers in soil on (A) Net photosynthetic rate and (B) Chlorophyll content index in comparison with soil control.

The unit for A_n , net photosynthesis is $\mu\text{molCO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$.

Error bars represent standard error calculated from mean ($n = 4$) for net photosynthetic rate and mean ($n = 6$) for chlorophyll content index. Statistical analysis was done using one-way Anova and Turkey test with significance level $\alpha=0.05$



Figure 6.1. Basil grown in soil with increasing percentage of fish sludge.

Each box in the scale represents 2 x 2cm (W x H).

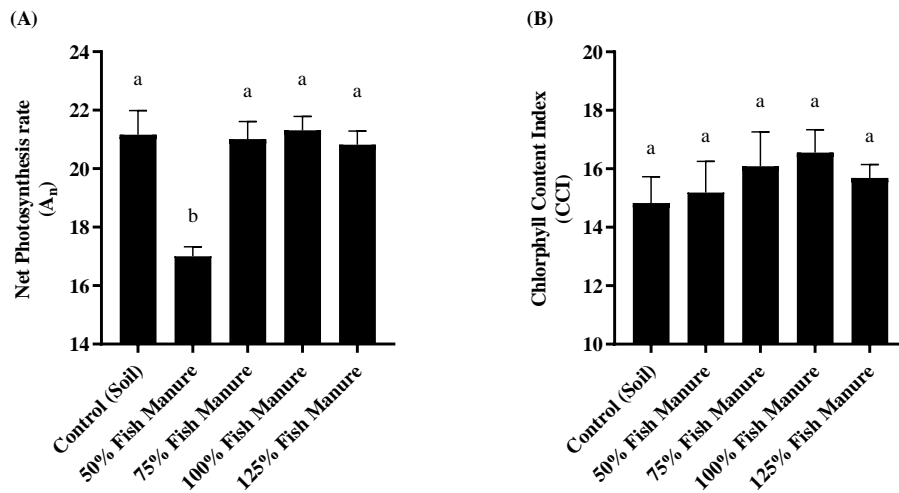


Figure 6.2. Effects of increasing fish sludge in soil (A) Net photosynthetic rate and (B) Chlorophyll content index in comparison with soil control.

The unit for A_n , net photosynthesis is $\mu\text{molCO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$.

Error bars represent standard error calculated from mean ($n = 4$) for net photosynthetic rate and mean ($n = 6$) for chlorophyll content index. Statistical analysis was done using one-way Anova and Turkey test with significance level $\alpha=0.05$



Figure 7.1. Basil grown in various combinations of mineral fertilizers and fish sludge in comparison with the soil control.

Each box in the scale represents 2 x 2 cm (W x H).

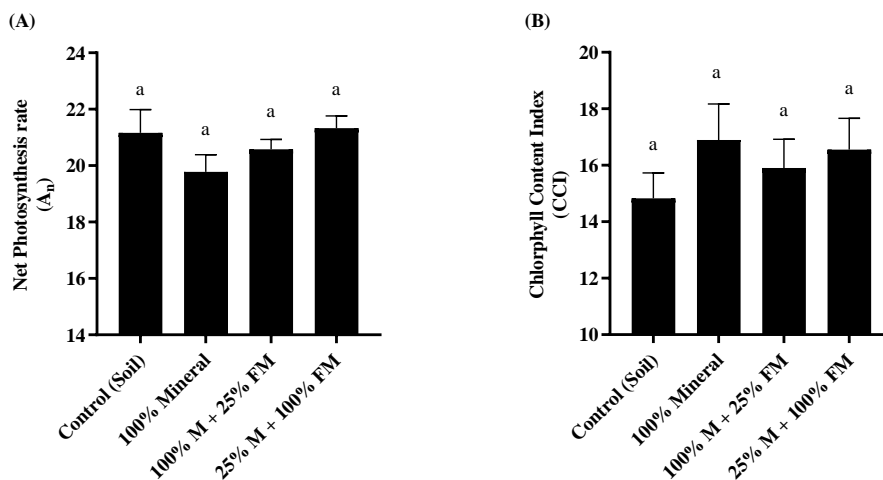


Figure 7.2. The effects of various combinations of mineral fertilizers and fish sludge on basil in soil (A) Net photosynthetic rate and (B) Chlorophyll content index in comparison with soil control.

The unit for A_n, net photosynthesis is $\mu\text{molCO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$. Error bars represent standard error calculated from mean (n = 4) for net photosynthetic rate and mean (n = 6) for Chlorophyll content index. Statistical analysis was done using one-way Anova and Turkey test with significance level $\alpha=0.05$

Detailed observations for substratum effects

From literature, there were some indications that the effects of fish sludge (FS) may be modulated by the substratum and possibly the microorganisms present within the substratum matrix. To observe the effects of various growing medium on a combined fish sludge-mineral fertilizer mixture, the plants were grown in combination of 50% mineral and 50% using three different substrates; soil, peat, and pumice. The morphology and leaf area were different in all three substrates. The leaf nutrient deficiencies were observed in peat treatment (Figure 8). Basil plants grown in peat and pumice showed significantly lower photosynthetic rates compared to those growing in control and soil treatments (Figure 9.1, 9.2). Foliar chlorophyll content index was observed to be lower in pumice treatment but not in peat treatment. Interestingly, soil treatment with 50% mineral fertilizers and 50% fish sludge showed higher chlorophyll compared to other substrates and control group. For future and in-depth studies, it is essential to assess the compatibility of FS with different soil types and potting substrate.

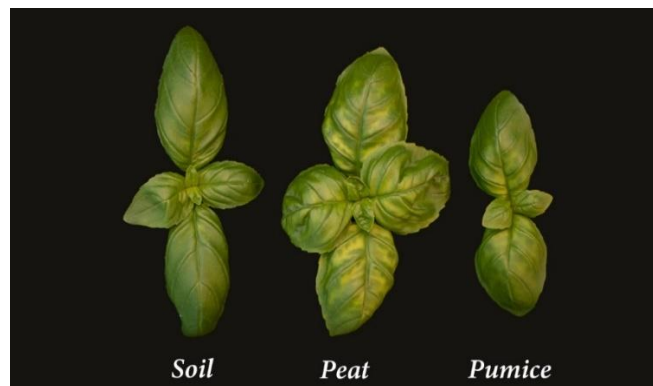


Figure 8. Basil leaves showing normal and partial nutritional deficiencies when grown in different substrates

Observation: soil – normal leaves, peat – partial deficiency, and pumice – partial deficiency.



Figure 9.1. Basil grown in different substrates (soil, peat, pumice) using a 50/50 combination of mineral fertilizer and fish sludge.

Each box in the scale represents 2 x 2 cm (W x H).

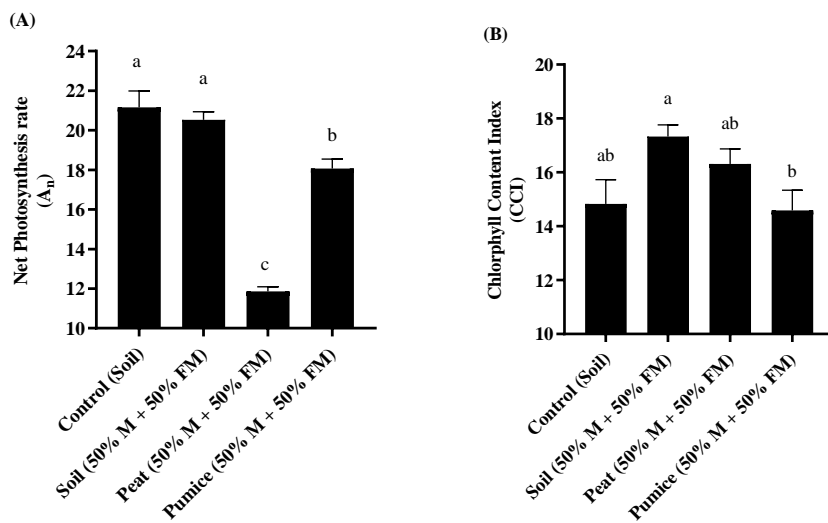


Figure 9.2. Effects of substrates (soil, peat, or pumice) containing 50% mineral fertilizer + 50% fish sludge on (A) Net photosynthetic rate and (B) Chlorophyll content index in comparison with soil control.

The unit for A_n , net photosynthesis is $\mu\text{mol}_{\text{CO}_2} \text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$.

Error bars represent standard error calculated from mean ($n = 4$) for net photosynthetic rate and mean ($n = 6$) for chlorophyll content index. Statistical analysis was done using one-way Anova and Turkey test with significance level $\alpha=0.05$

Section Summary for biostimulants

Based on mass spectrometry, liquid FS contained interesting plant growth promoting and biocontrol (preventing disease) biostimulants. The plant growth promoting biostimulants are known phytohormones cytokinins (isopentenyladenosine iPR, 6-benzylaminopurine BA, *cis*-zeatin *cis*-Z) and auxins (indole acetic acid and other conjugates oxIAA). The biocontrol biostimulant in liquid FS is the phytohormone salicylic acid (SA) known for improving plant immunity against diseases and improving plant resilience to stress.

The levels of Biostimulants in Fish Sludge as determined by LC-MS/MS

	Biostimulant	Concentration (pmol gDW)	Concentration (pmol gDW) + polymer	
Cytokinins	iPR	105.2 – 138.4	95-120	
	iP	* 26.5 in one sample	21 – 32	
	<i>cis</i> Z	2.4 – 5.9	24 – 27	
Auxins	BA	1.8 – 2.3 x 10⁶	1.5 – 2.7 x 10⁶	
	IAA	*804 in one sample	2.6 - 8.0 x 10 ³	Some effects after adding polymer
	oxIAA	27 – 34 x 10 ³	22 – 28 x 10 ³	
Salicylic acid	SA	10 – 14 x 10 ³	4.6 – 6.6 x 10 ³	

n = 4 replicates of fish sludge

Zhang et al. 2015, Talanta, with modifications Tarkowski and Yong (unpublished)

Figure 9. The levels of biostimulants in fish sludge, with and without adding a polymeric coagulant (flocculant) to improve the recovery of suspended particles. (n = 4 replicates).

Interestingly, the fish sludge contained high levels of natural phytohormones. Specifically, cytokinins (BA or 6-benzylaminopurine, an aromatic cytokinin) and salicylic acid (SA) were measured in the sludge. The addition of a polymeric coagulant (flocculant) has no major apparent effects on the recovery of BA but lowered the levels of conjugated auxins (oxIAA) and SA; SA is a known phytohormone for prevent certain diseases in plants.

1.3 Future works

With some processing (e.g. microbial treatment to improve bioavailability of inorganic mineral nutrients), liquid FS has the potential to be a sustainable nutrient source and a source of useful biostimulants.

It is plausible to see more natural biostimulants after the microbial treatment to improve the mineralisation of the bound nutrients. Thus, it is possible to commercialize the FS as an organic amendment after pre-treatment.

From our limited substratum (soil, peat and pumice) study on FS, it was clear that there was a strong interaction between substratum type and FS in regulating basil physiology and growth. Thus, for future studies and cultivation practices, it is essential to assess the compatibility of FS with different soil types and potting substrate.

Based on the current results (representing typical Skåne region farm soil type), it would be good to re-run the growth testing (using a lower mineral nutrient soil mix of ca. 30 to 50%, with sand) in order to improve the sensitivity of the bioassay technique to detect “biostimulation” phenomenon. From our study, the high background mineral nutrient profile of this specific Swedish soil (SLU Alnarp soil type) appeared to be masking the “biostimulation” phenomenon.

1.4 Acknowledgements

We thank Anna Magnusson and Naveen Chalakur Reddy for supporting us and participating in the research during the difficult Covid-19 period. Further technical support from Jenny Dahlberg in collecting the fish biowastes is acknowledged. As the total project cost (e.g. mass spectrometry rental and analysis) is much higher than this specific Jordbruksverket project, we are further supported by additional funds from SLU Department of Biosystems and Technology, and SLU Aqua Seed grant.

2 How effective are Swedish fish wastes for growing plants?

Referenser

Anonymous (2015). Handlingsplan för utveckling av svenskt vattenbruk 2012-2020. Jordbruksverket

Abdelraouf et al. (2020). Field and modeling study on saving mineral fertilizers, increasing farm income and improving soil fertility using bio-irrigation with drainage water from fish farms. *Water*. doi:10.3390/w12112998

Aremu et al. (2015). Phytohormones and phenolic acids variability in garden-waste-: derived vermicompost leachate, a well-known plant growth stimulant. *Pl Growth Reg* 75: 483-492. <https://doi.org/10.1007/s10725-014-0011-0>

Brod E, Oppen J, Øverli Kristoffersen A, Knapp Haraldsen T & Krogstad T (2017) Drying or anaerobic digestion of fish sludge: Nitrogen fertilisation effects and logistics. *Ambio* 46, 852-864.

Egnér, H. Riehm, H., Domingo W.R. (1960) Untersuchungen über die chemische bodenanalyse als grundlage für die beurteilung des nährstoffzustandes der böden. II. Chemische extraktionsmethoden zur phosphor und kalium bestimmung. *Ann. Royal Agric. Coll. Sweden*, 26 (1960), pp. 199-215 (in German).

Ekinci M, Atamanalp M, Turan M, Alak G, Kul R, Kitir N & Yildirim E (2019) Integrated use of nitrogen fertilizer and fish manure: Effects on the growth and chemical composition of spinach. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 50:1580-1590.

European Commission (u.å.) Overview of EU aquaculture (fish farming). https://ec.europa.eu/oceans-and-fisheries/ocean/blue-economy/aquaculture/overview-eu-aquaculture-fish-farming_en

Palada M, Cole W & Crossman S (2008) Influence of effluents from intensive aquaculture and sludge on growth and yield of bell peppers. *Journal of Sustainable Agriculture* 14(4), 85-103.

Tarkowski P et al. (2009). Analytical methods for cytokinins. Trends in Analytical Chemistry 28: 323-335. <https://doi.org/10.1016/j.trac.2008.11.010>

Turcios, Papenbrock (2014). Sustainable treatment of aquaculture effluents — what can we learn from the Past for the Future? Sustainability 6: 836-856 <https://doi.org/10.3390/su6020836>

Willett I, Jakobsen P (1986) Fertilizing properties of trout farm waste. Agricultural Wastes 17: 7-13.

Wong WS et al. (2020). [Plant biostimulants in vermicomposts: characteristics and plausible mechanisms](#). In: Geelen D, Xu L. (eds). [The Chemical Biology of Plant Biostimulants](#). John Wiley & Son. pp 155-180. <https://doi.org/10.1002/9781119357254.ch6>

Yong JWH et al. (2010). Effect of fertilizer application on photosynthesis and oil yield of *Jatropha curcas* L. PHOTOSYNTHEtica 48: 208-218. <https://doi.org/10.1007/s11099-010-0026-3>

Zhang H et al. (2015). Analysis of phytohormones in vermicompost using a novel comb sample prep strategy of UAE and SPE coupled with LCMS. TALANTA 139: 189-197. <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2015.02.052>

Publikationer inom samma område

1. Ahuja et al. (2020) Dewatering and Fish and fish waste-based fertilizers in organic farming – With status in Norway: A review. WASTE MANAGEMENT 115: 95-112. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.07.025>
2. Danaher et al. (2011) Dewatering and composting aquaculture waste as a growing medium in the nursery production of tomato plants. ACTA HORTIC 891:223–229. doi:10.17660/actahortic.2011.891.26
3. Dauda et al. (2019) Waste production in aquaculture: Sources, components and managements in different culture systems. AQUACULTURE AND FISHERIES 4: 81-88. <https://doi.org/10.1016/j.aaf.2018.10.002>
4. Gao Y et al (2021) Enhancing nutrient recovery from fish sludge using a modified biological aerated filter with sponge media with extended filtration in aquaponics. J. CLEANER PRODUCTION 320: 128804. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.128804>
5. Jung HY, Kim JK (2020) Complete reutilization of mixed mackerel and brown seaweed wastewater as a high-quality biofertilizer in open-flow lettuce hydroponics. J. CLEANER PRODUCTION 247: 119081. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119081>
6. Palada et al (1999) Influence of effluents from intensive aquaculture and sludge on growth and yield of bell peppers. J SUSTAIN AGRIC 14: 85–103. doi:10.1300/j064v14n04_08



Jordbruks verket

Jordbruksverket

551 82 Jönköping

Telefon 036-15 50 00 (vx)

jordbruksverket@jordbruksverket.se

www.jordbruksverket.se

ISSN 1102-3007 · ISRN SJV-RXX/XX SE ·RA: XXXX:XX

Fluglarver uppfödda på fiskodlingslam - Påverkan på processeffektivitet och larvbiomassasammansättningen

Cecilia Lalander¹ och Emilien Casali

¹Institutionen för energi och teknik, SLU, Uppsala

Introduktion

Att öka återanvändningen av resurserna som finns i avfall är en av målsättningarna i det europeiska gröna givet (European Commission, 2020). Mer effektiv resurshantering kan minska beroendet av nya resurser och ett viktigt steg i omställningen från en linjär till en cirkulär ekonomi.

Fluglarvskompostering är en ny avfallshanteringsteknik som röner allt större intresse bland forskare, medier och allmänheten såväl som hos avfallsföretag (Purkayastha and Sarkar, 2021). Fluglarver föds upp på olika avfallsströmmar och omvandlar på så vis avfallet till högvärdesprodukter i form av sin egen biomassa och en typ av kompost (frass). Larvbiomassan kan användas som protein, och/eller fettfraktion i djurfoder, och på så vis ersätta mindre hållbara alternativ som soja och fiskmjöl (Lu et al., 2022). Frasskomposten, det som blir kvar efter att larverna separerats ut, kan användas som organiskt gödselmedel, och har på senare år väckt allt mer intresse då det innehåller både växtnäringssämnen och så kallade växtbiostimulanter, ämnen eller mikroorganismer som kan påverka växtnäringssprocessen genom att t.ex. öka växternas näringsupptag och öka tolerans mot skadegörare (Lopes et al., 2022). Fluglarver kan födas upp på de flesta biologiskt nedbrytbara material, dock resulterar substrat med hög proteinhalt (såsom mat- och slakteriavfall) generellt i en mer effektiv process (Lalander et al., 2019). Ett sätt att hantera substrat som är mindre väl lämpade för fluglarvskompostering, såsom fruktskal, är att samkompostera med ett proteinrikt substrat, såsom exempelvis olika typer av avfall från fiskodlingar (Isibika et al., 2021).

Fluglarverna har en proteinhalt på ca 40% och en fetthalt runt 30% på torrviktsbasis (Wang and Shelomi, 2017), dock påverkas fluglarvernans sammansättning i hög utsträckning av substratet de är uppfödda på (Hopkins et al., 2021). Särskilt är det fluglarvernans fetthalt som påverkas, och det har fastställts att larver uppfödda på substrat rikt på kolhydrater får en betydligt högre fetthalt, så hög som 55% på torrviktsbasis (Ewald, 2019). Även proteinhalten kan påverkas av substratet, och Lopes et al. (2021) påvisade att en ökning i proteinhalt i larvbiomassan från 28% (på torrviktsbasis) till nästan 45% då inklusionen av fiskodlingsavfall (döda fiskar) gick från 0% till 15%.

Att föda upp insekter, avsedda för användning som foderråvara, på olika restströmmar anses följa principerna för en cirkulär ekonomi (Ojha et al., 2020). Dock påverkar avfallsströmmens karaktär hur miljömässigt hållbar processen är. Om insekterna föds upp på en restström som likväl kan användas direkt som livsmedel eller foderråvara kan insektsfoderråvara istället ha högre miljöpåverkan än ett kommersiellt foder (Smetana et al., 2016). Det är därför av stor vikt att föda upp insekter på restflöden, insekter som sedan helst direkt kan användas i livsmedel eller djurfoder, för att det ska ge en miljövinst att ersätta kommersiella foderråvaror med insekter.

Fiskodlingslam är en restström från fiskodling som inte kan användas direkt i djurfoder. Då fiskarna inte kan absorbera och ta upp all näring i fodret är fiskodlingslammet relativt näringsrikt (Schmitt and de Vries, 2020). Det är därför en mycket intressant restström att utvärdera för uppfödning av insekter. Dock är fiskodlingslammet ofta mycket blött. Att föda upp insekter på mycket blöta substrat (<90% vattenhalt) kan vara svårt av flera orsaker: dels är det svårt att lyckas med en torr separation av fluglarver från frasset,

något som anses betydligt enklare än en våtseparationsprocess; dels minskar processeffektiviteten ju blötare substratet är (Lalander et al., 2020).

Syftet med denna studie var att utvärdera påverkan på processeffektivitet och larvbiomassans sammansättning vid tillsats av fiskodlings slam i olika inklusionsgrad.

Material och metod

Material

Sättlarver (1 mg/larv) av den amerikanska vapenflugan (*Hermetia illucens*) erhöles från SLU-ETs egna flugodling som drivits kontinuerligt sedan 2015.

Fiskodlings slam med torrsubstans (TS) halt på $5,2 \pm 0,6$ och en glödförlust (VS) halt på $98,3 \pm 0,4$ av TS erhöles från anläggningen för miljökassen i Postviken, Ströms Vattudal och förvarades i -20°C till användning. Återtaget bröd med TS halt 66% och VS halt på 97% av TS erhöles från Fazer bröd (Uppsala). Grönsaksavskär, bestående av ca 50% vitkål och 50% isbergssallat, med sammanlagd TS halt på 8% och en VS halt på 97% av TS, erhöles från Grönsakshallen Sorunda (Stockholm). Brödet och grönsaksavskäret maldes ned vid ankomst och förvarades i -20°C till användning.

Metod

För att utvärdera påverkan av fiskodlings slam (FS) på processeffektivitet och larvbiomassasammansättningen utvärderades olika inklusionsgrad, från 10% till 50% FS. För att minska vattenhalten tillsattes lika mycket bröd i alla försök (40%), medan grönsaksavskärsgraden också varierade från 10% till 50% (Tabell 1).

Tabell 1. Inklusionen av de olika substratströmmarna i fluglarvsubstratblandningen, samt den uppmätta torrsubstanshalten och larvmätningdosen.

	Fiskodlings- slam [%]	Bröd [%]	Grönsaks- avskär [%]	Uppmätt TS [%]	Larvmätningsgiva [mg VS/larv]	
					Medel	sd (n=3)
FS10	10	40	50	28,3	178	0,5
FS20	20	40	40	36,2	232	0,3
FS30	30	40	30	31,7	204	0,6
FS50	50	40	10	32,2	216	0,8

De tre olika substratströmmarna ihopblandades enligt receptet i Tabell 1 för att uppnå en torrsubstanshalt på 30% och en larvmätningsgiva på 200 mg VS/larv. Vid uppmätning av de faktiska värdena visade det sig att FS10 hade en något längre TS (28%) medan FS20 hade en betydligt högre TS (36%) än planerat, och således fick larverna i FS10 en lite längre matningsgiva, medan de i FS30 fick en något högre giva.

Försöken gjordes i ett ventilerat tält (Secret Jardin, Hydro Shoot 120) med dimensionen $120 \times 120 \times 200$ cm^3 i kontrollerad temperatur (28°C). Fluglarverna föddes upp i lådor med dimensionen $17 \times 14 \times 10$ cm^3 och en larvdenitet på 9,4 larver/ cm^2 . Varje låda ställdes i en större låda ($60 \times 40 \times 12$ cm^3) som placerades i rack med ett 5 cm avstånd mellan varje låda. Första dagen tillsattes 1/3 av den totala matningsgivan och 2231 sättlarver (1 mg/larv) per låda. Dag 3 utfodrades nästa 1/3 av givan och dag 6 den sista 1/3 av

givan. Dag 13 avslutades behandlingen och larverna siktades ut ifrån frasset. Frasset och larverna vägdes separat och TS och VS analyser gjordes på båda fraktionerna. I frasset analyserades även pH. Larverna förvarades sedan i -20°C innan de skickades på analys till Eurofins ackrediterade labb för analys av vattenhalt, aska, råprotein, råfett, växttråd, NFE samt fettsyraprofil. Alla behandlingar gjordes i triplikat. Analys av fettsyraprofil gjordes på endast av larver från ett replikat per behandling.

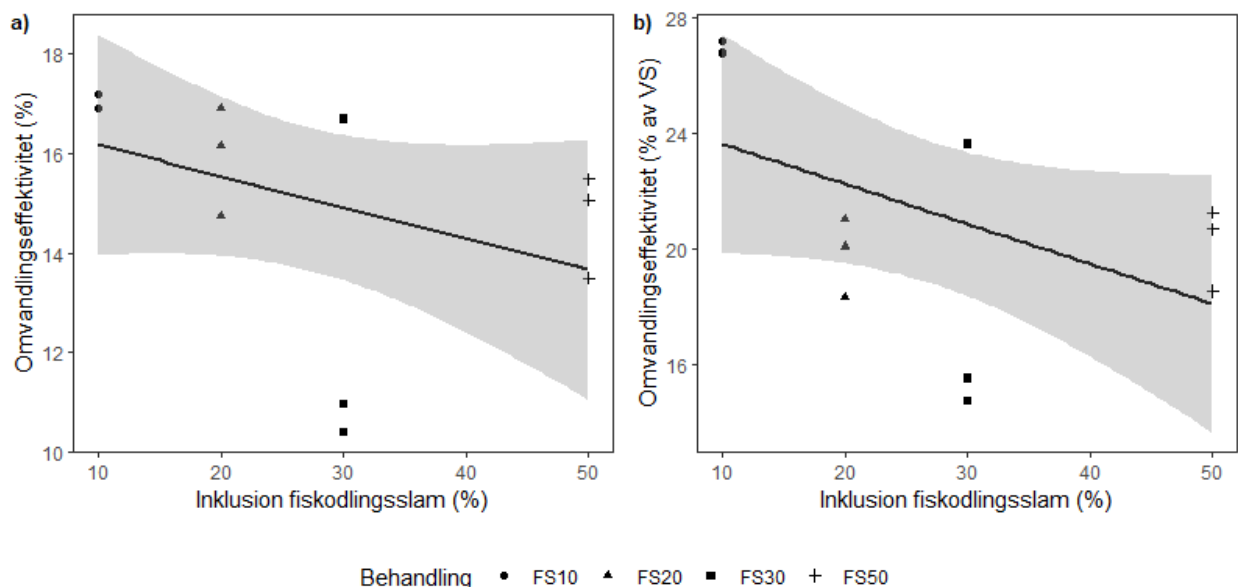
TS mättes genom att torka proverna i 70°C i 48 h, medan askhalten mättes i en muffelugn (LH30/12, Nabertherm GmbH, Tyskland) som hölls vid 200°C i 2 h och följt av uppvärmning till 550°C i 4 h (ISO 18122:2015). Glödförlusthalten beräknades från askhalten.

Alla grafiska representationer gjordes i Rstudio (RStudio Team, 2016).

Resultat och diskussion

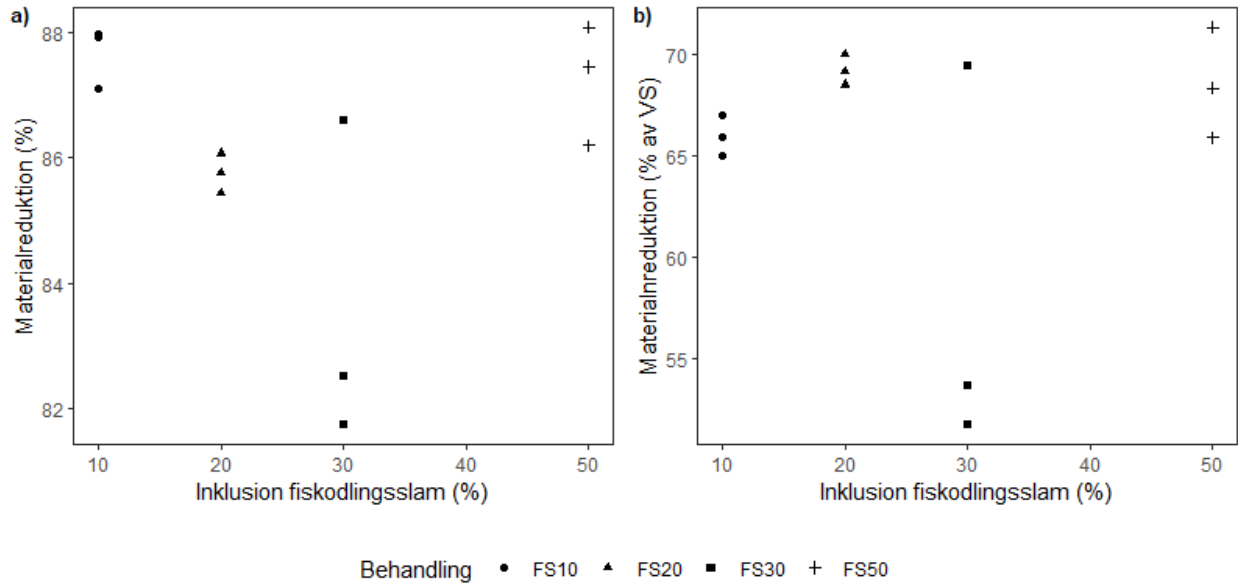
Påverkan på processeffektivitet

Det fanns en trend att avfall-till-biomassa omvandlingseffektiviteten minskade med ökad inklusion av fiskodlings slam både på våtviktbasis och VS basis. Den högsta omvandlingseffektiviteten erhöles i FS10, där 27% av den initiala VS omvandlades till larvbiomassa, medan den längsta omvandlingseffektiviteten erhöles i FS30, där 18% av initialt VS i genomsnitt omvandlades. Dock hade två replikat i FS30 väsentligt lägre omvandlingseffektivitet och verkade avvika från den generella trenden.



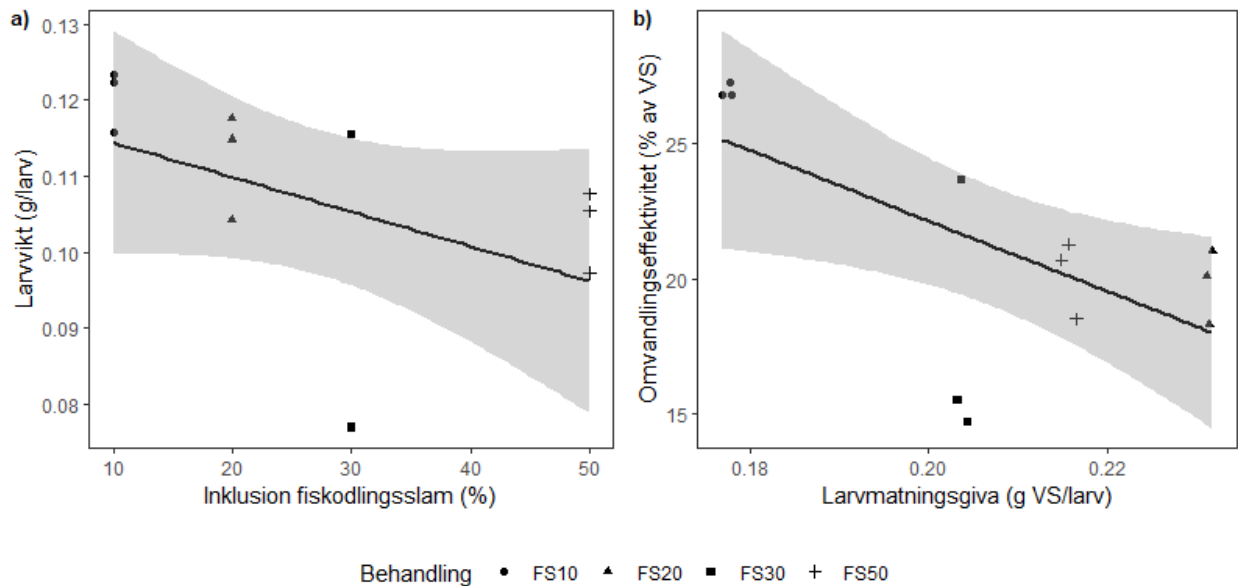
Figur 1. Påverkan på omvandlingseffektiviteten av fiskodlings slamsinklusion på a) våtviktbasis och b) VS basis.

Inklusion av fiskodlings slam verkade inte påverka materialreduktionen (Figur 2). Generellt hade alla behandlingar mycket hög materialreduktion, >85% på våtviktbasis och 65% på VS basis för nästan alla replikat utan två replikat i FS30.



Figur 2. Påverkan på materialreduktionen av fiskodlingsslamsinklusion på a) våtviktsbasis och b) VS basis.

Även med larvvikten fanns en minskande trend med ökad inklusion av fiskodlingssslam (Figur 3a). Även här stack två replikat från FS30 ut. Larvmatningsgivan var tänkt att hållas konstant på 200 mg VS/larv, då det är känt att matningsgivan påverkar omvandlingseffektiviteten (Lalander et al., 2019). Dock lyckades inte detta helt. En tydlig trend av minskad omvandlingseffektivitet med ökad giva kunde ses (Figur 3b), men även i detta fall stack två replikat i FS30 ut. Sambandet med larvmatningsgivan var något tydligare än den med fiskodlingsslamsinklusion (Figur 1b), då FS20 och FS50 hade något högre omvandlingseffektivitet än vad som kunde ha väntats om det enbart var fiskodlingsslamsinklusionen som påverkade.



Figur 3. Påverkan på a) larvvikt (g/larv) med inklusion av fiskodlingssslam, och b) omvandlingseffektivitet på VS basis med larvmatningsgiva (g VS/larv).

Påverkan på larver och larvbiomassasammansättningen

Larvvikten minskade med ökad fiskslamsinklusjon, även fast larvernas överlevnadsgrad inte påverkades utan överlag var mycket hög i alla behandlingar (>93%) (Tabell 2). Att larvvikten i FS30 var betydligt lägre än i de andra behandlingarna beror på de två replikat som avvek från trenden. Orsaken till detta är inte känd.

Ingen större variation sågs för larvbiomassasammansättning. Tyvärr kunde inte Eurofins leverera något värde för råfetthalten p.g.a. svår matris. Att råproteinhalten inte varierar nämnvärt kan indikera att inte heller fetthalten varierade. Dock måste detta analyseras vidare för att säkerställa att så är fallet.

Tabell 2. Larvsvikt, larvöverlevnadsgrad, samt larvbiomassans sammansättning: vattenhalt [%], VS [% av TS] och råproteinhalt [% av TS]. Värdena presenteras som medel och standardavvikelsen (n=3).

	Larvsvikt [mg/larv]		Överlevnadsgrad [%]		Larvbiomassa					
					Vattenhalt [%]		VS [% av TS]		Råprotein [% av TS]	
	Medel	sd	Medel	sd	Medel	sd	Medel	sd	Medel	sd
FS10	120	4	93,8	3,3	60,3	0,81	95,0	0,12	39,0	1,32
FS20	112	7	95,4	3,5	58,3	0,85	95,0	0,19	39,3	2,12
FS30	90	22	94,9	3,3	57,9	2,35	94,9	0,17	38,1	0,44
FS50	103	5	98,1	1,6	59,3	1,01	94,7	0,07	39,2	0,47

Ingen större skillnad i fettsyraprofil kunde ses mellan de olika inklusionsgraderna. Det enda anmärkningsvärda var en något högre grad av omega-3 fettsyran eikosapentaensyra (EPA) i behandlingarna med högre inklusion av fiskodlingsslam. En något lägre halt mättade fettsyror och en marginellt högre halt fleromättade fettsyror kunde även ses i larvbiomassan av de larver som fötts upp på högre halter fiskodlingsslam.

Tabell 3. Fettsyraprofilen av larvbiomassan med de olika inklusionsgraderna. Endast ett replikat per behandling analyserades.

			FS10	FS20	FS30	FS50
C6:0	Kaprinsyra	% av fettsyror	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
C8:0	Kaprylsyra	% av fettsyror	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
C10:0	Kaprinsyra	% av fettsyror	0,8	0,7	0,7	0,7
C12:0	Laurinsyra	% av fettsyror	48,8	45,9	42,3	45,4
C14:0	Myristinsyra	% av fettsyror	10,2	10,1	10,7	9,5
C14:1 n-5	Myristoleinsyra	% av fettsyror	0,2	0,2	0,2	0,2
C15:0	Pentadekansyra	% av fettsyror	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
C15:1 n-5		% av fettsyror	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
C16:0	Palmitinsyra	% av fettsyror	11,4	12,1	13	12,3
C16:1 n-7	Palmitoleinsyra	% av fettsyror	2,5	2,6	2,6	2,9
C17:0	Margarinsyra	% av fettsyror	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
C17:1 n-7	Heptadecensyra	% av fettsyror	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
C18:0	Stearinsyra	% av fettsyror	1,9	2,1	2,8	2,2
C18:1	Oljesyra	% av fettsyror	13,4	14,5	15,3	14,7
C18:2 n-6	Linolsyra	% av fettsyror	7,4	7,8	8,1	7,9

C18:3 n-3	α -Linolensyra	% av fettsyror	1,6	1,6	1,8	1,6
C18:3 n-6	γ -Linolensyra	% av fettsyror	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
C18:4 n-3	Oktadekateraensyra	% av fettsyror	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
C20:0	Archinsyra	% av fettsyror	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
C20:1 n-9	Gondosyra	% av fettsyror	<0,1	<0,1	0,1	0,1
C20:2 n-6	Eikosadiensyra	% av fettsyror	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
C20:3 n-6			<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
C20:3 n-3		% av fettsyror	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
C20:4 n-6	Arkaidonsyra	% av fettsyror	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
C20:4 n-3		% av fettsyror	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
C20:5 n-3	EPA (Omega-3)	% av fettsyror	0,2	0,3	0,5	0,4
C22:0	Behensyra	% av fettsyror	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
C22:1		% av fettsyror	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
C22:2 n-6	Dokosadiensyra	% av fettsyror	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
C22:4 n-6		% av fettsyror	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
C22:5 n-6		% av fettsyror	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
C22:5 n-3	Dokosapenraensyra	% av fettsyror	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
C22:6 n-3	DHA	% av fettsyror	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
C24:0	Lignoserinsyra	% av fettsyror	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
C24:1 n-9	Tetracosensyra	% av fettsyror	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Σ mättade fettsyror		% av fettsyror	73,3	71,1	69,8	70,4
Σ enkeomättade fettsyror		% av fettsyror	16,1	17,5	18,4	17,9
Σ fleromättade fettsyror		% av fettsyror	9,3	9,8	10,4	10,1
Σ fettsyror		% av fettsyror	98,7	98,5	98,6	98,4
Σ oidentifierade komponenter		% av fettsyror	1,3	1,5	1,4	1,6
Σ omega-6 fettsyror		% av fettsyror	7,5	7,9	8,1	7,9
Σ omega-3 fettsyror		% av fettsyror	1,8	2	2,3	2,2
kvot omega-6/omega-3			4,11	4,02	3,51	3,65

Slutsats

Fluglarver föddes upp på substrat med olika inklusionsgrad av fiskodlingsslam: 10%, 20%, 30% och 50%. Larverna växte och överlevde väl i alla behandlingar. Dock visade trenden att omvandlingseffektiviteten och genomsnittslarvvikten minskade med ökad inklusionsgrad. Ingen påverkan på materialreduktion eller larvbiomassasammansättning kunde ses. Trenden visade på en något ökad Omega-3 halt med ökad fiskodlingsslam, även om skillnaden mellan behandlingarna var marginell. Flera detaljerade studier bör göras på fiskodlingsslam som substrat för uppfödning av fluglarver, men denna studie visar att det finns god potential.

Referenser

- European Commission 2020 Circular Economy Action Plan - The European Green Deal, https://ec.europa.eu/environment/circular-economy/pdf/new_circular_economy_action_plan.pdf.
- Ewald, N. (2019) Fatty acid composition of black soldier fly larvae - impact of the rearing substrate.
- Hopkins, I., Newman, L.P., Gill, H. and Danaher, J. 2021. The Influence of Food Waste Rearing Substrates on Black Soldier Fly Larvae Protein Composition: A Systematic Review. *Insects* 12(7), 608.
- Isibika, A., Vinnerås, B., Kibazohi, O., Zurbrügg, C. and Lalander, C. 2021. Co-composting of banana peel and orange peel waste with fish waste to improve conversion by black soldier fly (*Hermetia illucens* (L.), Diptera: Stratiomyidae) larvae. *Journal of Cleaner Production* 318, 128570.
- Lalander, C., Diener, S., Zurbrügg, C. and Vinnerås, B. 2019. Effects of feedstock on larval development and process efficiency in waste treatment with black soldier fly (*Hermetia illucens*). *Journal of Cleaner Production* 208, 211-219.
- Lalander, C., Ermolaev, E., Wiklicky, V. and Vinnerås, B. 2020. Process efficiency and ventilation requirement in black soldier fly larvae composting of substrates with high water content. *Science of The Total Environment* 729, 138968.
- Lopes, I.G., Braos, L.B., Cruz, M.C.P. and Vidotti, R.M. 2021. Valorization of animal waste from aquaculture through composting: Nutrient recovery and nitrogen mineralization. *Aquaculture* 531, 735859.
- Lopes, I.G., Yong, J.W.H. and Lalander, C. 2022. Frass derived from black soldier fly larvae treatment of biodegradable wastes. A critical review and future perspectives. *Waste Management* 142, 65-76.
- Lu, S., Taethaisong, N., Meethip, W., Surakhunthod, J., Sinpru, B., Sroichak, T., Archa, P., Thongpea, S., Paengkoum, S., Purba, R.A.P. and Paengkoum, P. 2022. Nutritional Composition of Black Soldier Fly Larvae (*Hermetia illucens* L.) and Its Potential Uses as Alternative Protein Sources in Animal Diets: A Review. *Insects* 13(9), 831.
- Ojha, S., Bußler, S. and Schlüter, O.K. 2020. Food waste valorisation and circular economy concepts in insect production and processing. *Waste Management* 118, 600-609.
- Purkayastha, D. and Sarkar, S. 2021. Sustainable waste management using black soldier fly larva: a review. *International Journal of Environmental Science and Technology*.
- RStudio Team 2016 RStudio: Integrated Development for R. RStudio, RStudio, Inc., Boston, MA.
- Schmitt, E. and de Vries, W. 2020. Potential benefits of using *Hermetia illucens* frass as a soil amendment on food production and for environmental impact reduction. *Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry* 25, 100335.
- Smetana, S., Palanisamy, M., Mathys, A. and Heinz, V. 2016. Sustainability of insect use for feed and food: Life Cycle Assessment perspective. *Journal of Cleaner Production* 137, 741-751.
- Wang, Y.-S. and Shelomi, M. 2017. Review of Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) as Animal Feed and Human Food. *Foods* 6(10), 91.

PM Miljökassen i förhållande till BMT/BAT

Redogörelse för Mål 8

Inledning

SLU har satt upp ett antal mål för projektet där denna PM åsyftar att redogöra för Mål 8.

Mål 8 omfattar att formulera en rekommendation, som baseras på mål 7¹, hur applicering av tekniken kan påverka myndigheternas bedömning, utifrån nuvarande och kommande lagstiftning för; nuvarande, förnyade, nya odlingstillstånd i olika typer av vatten för svenska kassodlare. I denna rekommendation inkluderas även en rekommendation hur denna teknik ska ses i förhållande till begreppen bästa möjliga teknik (BMT) och bästa tillgängliga teknik (BAT).

Vad gäller miljökrav för teknik förekommer framför allt två begrepp i svensk miljölagstiftning som beskriver olika kravnivåer. Det ena är begreppet bästa möjliga teknik (BMT) och det andra är bästa tillgängliga teknik (BAT). Begreppen förekommer också internationellt. På engelska talar man om Best Possible Techniques och Best Available Techniques. Det sistnämnda begreppet har olika innebörd i olika konventioner och direktiv. Begreppet bästa tillgängliga teknik finns i exempelvis Industriutsläppsdirektivet (IED-direktivet) och utgör en minimireglering. Sverige har, jämfört med IED-direktivet, en striktare tillämpning av vilken teknik som kan krävas och regeringen gör bedömningen att ambitionsnivån inte bör sänkas.² Denna PM avgränsas till att redogöra för BMT eftersom BAT anknyter starkt till IED, vilket inte är relevant för fiskodling i öppna kassar. Mål 8 innehåller ett antal frågeställningar som ska besvaras vid uppföljning av målet.

- 1) Hur förhåller sig den undersökta tekniken utifrån dagens praxis för BMT?
- 2) Hur kan applicering av tekniken påverka myndigheternas bedömning för nuvarande lagstiftning?
- 3) Hur kan applicering av tekniken påverka myndigheternas bedömning för kommande lagstiftning?

I miljöbalkens andra kapitel återfinns de s.k. allmänna hänsynsreglerna vilka ska iakttas av var och en som utövar en verksamhet eller vidtar en åtgärd som inte är av försumbar betydelse.

Redogörelsen av mål 8 anknyter framför allt till principerna i 2 kap. 3 § och 7 § miljöbalken, varför PM:et fokuserar på dessa bestämmelser. Det bör dock noteras att prövningsmyndigheterna, vid prövning av en

¹ Mål 7 omfattar att formulera en analys och rekommendation för hantering, processering samt användning av slamrester utvunna genom partikelåtertag. Detta gäller såväl biologiskt, tekniskt som juridiskt. Uppföljning av mål 7 görs i separat PM.

² Prop. 1997/98:45 del 2, s. 17.

verksamhets eller en åtgärds tillåtlighet, måste göra en sammanvägd bedömning av huruvida verksamheten eller åtgärden uppfyller de allmänna hänsynsreglerna och övriga relevanta bestämmelser i miljöbalken.

Redogörelse för mål 8

Fråga 1. Hur förhåller sig den undersökta tekniken utifrån dagens praxis för BMT

Rättsliga förutsättningar

I det följande redogörs för miljöbalkens 2 kap. 3 § om vad som är bästa möjliga teknik i relation till 2 kap. 7 § om vad som är rimligt att kräva.

2 kap. 3 § miljöbalken har följande lydelse:

”Alla som bedriver eller avser att bedriva en verksamhet eller vidta en åtgärd skall utföra de skyddsåtgärder, iaktta de begränsningar och vidta de försiktighetsmått i övrigt som behövs för att förebygga, hindra eller motverka att verksamheten eller åtgärden medför skada eller olägenhet för människors hälsa eller miljön. I samma syfte skall vid yrkesmässig verksamhet användas bästa möjliga teknik.

Dessa försiktighetsmått skall vidtas så snart det finns skäl att anta att en verksamhet eller åtgärd kan medföra skada eller olägenhet för människors hälsa eller miljön.”

Uttrycket bästa möjliga teknik inrymmer både den använda teknologin och det sätt på vilket en anläggning konstrueras, utformas, byggs, underhålls, leds och drivs samt avvecklas och tas ur bruk. Tekniken måste från teknisk och ekonomisk synpunkt vara industriellt möjlig att använda inom branschen i fråga. Det innebär att tekniken ska vara tillgänglig och inte bara förekomma på experimentstadiet. Tekniken ska vara kommersiellt tillgänglig och användas på någon anläggning³. Det behöver inte vara fråga om en anläggning som ligger i Sverige men det ska, enligt Naturvårdsverkets mening, vara en anläggning i en öppen marknadsekonomi som drivs utan ekonomiskt understöd⁴.

Det angivna utesluter inte att det kan finnas flera tekniska system som håller sådan standard från miljöskyddssynpunkt att de kan få användas. Bedömningen av om det är bästa möjliga teknik ska även innefatta resultatet för miljön i stort, det vill säga även övriga hänsynskrav ska beaktas.

Kravet om bästa möjliga teknik ska tillämpas tillsammans med rimlighetsavvägning (s.k. skälighetsregel) som finns i miljöbalkens 2 kap. 7 §.

2 kap. 7 § miljöbalken har följande lydelse:

”Kraven i 2–5 §§ och 6 § första stycket gäller i den utsträckning det inte kan anses orimligt att uppfylla dem. Vid denna bedömning ska särskild hänsyn tas till nyttan av skyddsåtgärder och andra försiktighetsmått jämfört med kostnaderna för sådana åtgärder. När det är fråga om en totalförsvarsverksamhet eller en åtgärd som behövs för totalförsvaret, ska vid avvägningen hänsyn tas även till detta förhållande.

Trots första stycket ska de krav ställas som behövs för att följa 5 kap. 4 och 5 §§.”

³ Prop. 1997/98:45 del 1, s. 216.

⁴ Bästa möjliga teknik (2 kap. 3 §) (naturvardsverket.se).

De krav som kan ställas efter att en sådan rimlighetsavvägning har skett kan sägas motsvara kravnivån för bästa tillgängliga teknik. En central del av tillämpningen av bestämmelsen i 7 § är att bedöma proportionerna mellan nyttan av ett försiktighetsmått och kostnaderna för att vidta det. Endast om kostnaderna bedöms vara orimligt stora i förhållande till nyttan med åtgärden eller försiktighetsmålet kan det bli aktuellt att avstå från att föreskriva ett sådant krav.

I enlighet med den praxis som utvecklats inom svenskt miljöarbete måste viss hänsyn tas till om det är fråga om en nytillkommande verksamhet eller en befintlig verksamhet. För befintliga verksamheter torde ibland krävas en viss övergångstid för att införa en utrustning som motsvarar vad som kan anses vara bästa möjliga teknik.

Vid val av bästa möjliga teknik ska beaktas bland annat möjligheten att genom val av metod begränsa miljöpåverkan. Det kan exempelvis vara att användningen av en kemisk produkt ersätts med en metod som innebär att kemiska produkter inte behövs, såsom att rengöring med hjälp av kemiska produkter ersätts av mekanisk rengöring eller slipning.

Vad gäller vikten att förebygga eller begränsa miljöpåverkan har olägenhetens karaktär, såsom farlighet och omfattning, betydelse. Även graden av känslighet i det område där påverkan sker och graden av känslighet hos dem som utsätts för störning ska beaktas.

Om de åtgärder som är nödvändiga för att uppnå en godtagbar skyddsnivå medför orimliga kostnader, bör verksamheten inte tillåtas. Det ankommer på verksamhetsutövaren att visa att en åtgärd är orimlig.

Vid rimlighetsavvägningen är det även av betydelse att beakta att det ska vara ekonomiskt rimligt att anskaffa tekniken, dvs kraven som ställs ska vara miljömässigt motiverade utan att vara ekonomiskt orimliga. Rimligheten ska beakta branschförhållandena och inte den aktuella verksamhetsutövarens betalningsförmåga. I detta sammanhang finns anledning att förtydliga att bedömningen enligt 2 kap. 7 § miljöbalken är skild från bedömningen av om en teknik är ekonomiskt tillgänglig enligt 2 kap. 3 § miljöbalken. Först om en teknik bedöms som ekonomiskt tillgänglig kan den anses utgöra bästa möjliga teknik och därefter ska göras en bedömning enligt 2 kap. 7 § miljöbalken om det är skäligt att kräva de kostnader som tekniken innebär.

Enligt 2 kap. 7 § andra stycket miljöbalken ska dock de krav som behövs för att följa en miljö kvalitetsnorm ställas trots rimlighetsavvägningen. Detta innebär att det vid tillämpningen av miljö kvalitetsnormer inte ska göras en sådan rimlighetsavvägning som anges i denna bestämmelse, utan att verksamhetens eller åtgärdens påverkan på möjligheten att följa miljö kvalitetsnormerna i stället blir avgörande för dess tillåtlighet. Detta innebär att rimlighetsavvägningen inte får medföra att en verksamhet tillåts bedrivas så att den orsakar en otillåten försämring eller äventyrande av miljö kvalitetsnormer.

Det är i sammanhanget även värt att påpeka att det inte alltid är tillräckligt att iakttäta kravet på vad som är bästa möjliga teknik. Bestämmelserna i miljöbalkens 2 kap. 9 - 10 §§ (slutavvägningen)⁵ kan hindra en verksamhet, även om bästa möjliga teknik används, och övriga hänsynsregler har beaktats.

⁵ 9 § Kan en verksamhet eller åtgärd befaras föranleda skada eller olägenhet av väsentlig betydelse för människors hälsa eller miljön, även om sådana skyddsåtgärder och andra försiktighetsmått vidtas som kan krävas enligt denna balk, får verksamheten bedrivas eller åtgärden vidtas endast om regeringen finner att det finns särskilda skäl.

En verksamhet eller åtgärd får inte bedrivas eller vidtas om den medför risk för att ett stort antal människor får sina levnadsförhållanden väsentligt försämrade eller miljön försämrats avsevärt.

Vad som sägs i första och andra stycket gäller inte, om regeringen har tillåtit verksamheten enligt 17 kap. 1, 3 eller 4 §. Lag (2002:175).

10 § Om en verksamhet eller åtgärd är av synnerlig betydelse från allmän synpunkt kan regeringen tillåta denna, även om förutsättningarna är sådana som anges i 9 § andra stycket.

Detta gäller dock inte om verksamheten eller åtgärden kan befaras försämra det allmänna hälsotillståndet.

Teknikens förutsättningar

Det kvarstår flera tekniska utmaningar innan tekniken, med att samla upp fekalier och foderspill samt behandla detta i en avvattningsanläggning, uppfyller de rättsliga förutsättningarna var gäller när en teknik kan anses utgöra den bästa möjliga. I det följande sammanfattas några tekniska utmaningar med uppsamlingstekniken och avvattningsstekniken. I huvudrapporten samt i bilagorna 1 och 5 återfinns en utförligare redogörelse.

Sammanfattningsvis har stora framsteg gjorts genom vidareutvecklingen av flera prototyper för att samla upp fekalier och foderspill i ett semislutet system samt behandla detta i en avvattningsanläggning. Drift av anläggningen var framgångsrik till viss del men svårigheter med flertalet tekniska lösningar resulterade i att ingen stabil drift under någon längre tidsperiod kunde uppnås.

Prototyp tre som är den senaste semislutna versionen som testats inom projektet har möjliggjort att pumpning av slam har fungerat bättre än tidigare prototyp och ett jämnare flöde har erhållits vid pumpning av partiklar från uppsamlingsenheten till avvattningsanläggningen. Däremot samlar prototyp tre inte upp lika mycket slam som tidigare prototyp. En utvärdering har även genomförts av möjligheterna till drift av det nya pumpsystemet som togs i drift för prototyp tre under kallare temperaturer. Avvattningsanläggningen är ej brukbar vid minusgrader på grund av frysrisk.

Prototyp tre behöver vidareutvecklas i flera delar för att öka uppsamlingseffektiviteten. För att få tekniken med uppsamling att fungera i storskalig drift behöver vidare utredning ske avseende möjligheter till partikeluppsamling från flertalet kassar ute i vattnet genom att exempelvis använda sig av en båt som tömmer flera uppsamlingsenheter och därefter kan docka in till avvattningsanläggningen på land för avvattning till slam.

Avvattningsanläggningen behöver fungera även vid minusgrader samt att en rening av utgående vatten från trumfiltret skulle även ge en större uppsamling av fosfor.

Projektet har demonstrerat att det är möjligt att pumpa upp det uppsamlade fekalierna och foderspillet och avvattna slam från fiskodling i semisluten kasse. Däremot har vägen varit kantat med många utmaningar, tekniska svårigheter och otillfredsställande resultat. Tydligt är att teknikutveckling tar tid, kräver flera olika och nya kompetenser, resurskrävande då ordinarie drift i verksamheten ska skötas parallellt, och är förenat med höga utvecklingskostnader etcetera. Den utprovade tekniken är inte färdigutvecklad för att kunna användas i kommersiella syften. De erfarenheter som testerna med de olika prototyperna samt avvattningsanläggningen givit bidrar till en ökad kunskap och förståelse för hur man kan arbeta vidare med utveckling av teknik i framtiden.

Eftersom den teknik som utvärderats i projektet inte uppvisar varken hög uppsamlingsgrad eller stabil effektiv drift har det inte varit möjligt att räkna på kostnader som speglar en framtida och mer storskalig användning av tekniken. Den ekonomiska utvärderingen som redogörs för i mål 3 har framför allt kunnat redogöra för kostnaderna kopplade till projektet och utifrån detta kunnat dra vissa slutsatser om kostnader för framtida teknik. Under projekttiden har dock flertalet parametrar inte gått att bestämma varför det inte går att dra allt för stora slutsatser från dessa resultat. Redogörelsen för mål 3 kan ses i sin helhet i bilaga 5.

Sammanfattande bedömning

Bedömningen är att den undersökta tekniken, att samla upp fekalier och foderspill, och därefter avvattning till slam i en avvattningsanläggning som testats inom ramarna för projektet fortsatt är att se som en teknik som inte är industriellt möjlig eller en tillgänglig teknik. Tekniken befinner sig fortsatt på experimentstadiet och en vidare utveckling av tekniken behöver göras innan den kan anses industriellt tillgänglig. Tekniken kan därmed, i dagsläget, inte anses uppfylla kravet på bästa möjliga teknik enligt miljöbalken.

Fråga 2. Hur kan applicering av tekniken påverka myndigheternas bedömning för nuvarande lagstiftning?

Huvudsakliga bestämmelser vid bedömning av tillåtlighet

De huvudsakliga bestämmelserna, utifrån rubricerad frågeställning är miljöbalkens övergripande mål (1 kap. MB) att främja en hållbar utveckling som innebär att nuvarande och kommande generationer tillförsäkras en hälsosam och god miljö samt att miljöbalken ska tillämpas så att:

1. människors hälsa och miljön skyddas mot skador och olägenheter oavsett om dessa orsakas av förorening eller annan påverkan,
2. värdefulla natur- och kulturmiljöer skyddas och vårdas,
3. den biologiska mångfalden bevaras,
4. mark, vatten och fysisk miljö i övrigt används så att en från ekologisk, social och kulturell och samhällsekonomisk synpunkt långsiktigt god hushållning tryggas, och
5. återanvändning och återvinning liksom annan hushållning med material, råvaror och energi främjas så att ett kretslopp uppnås.

Bestämmelsen om hållbar utveckling måste läsas tillsammans med andra bestämmelser i miljöbalken. I det avseendet är de allmänna hänsynsreglerna m.m. i 2 kap. miljöbalken viktiga eftersom de anger de materiella miljökraven.

Prövningsmyndigheterna har att beakta vid bedömningen av en fiskodlings tillåtlighet de allmänna hänsynsreglerna och övriga principer i 2 kapitlet MB. Prövningsmyndighetens uppgift vid bedömning av en fiskodlings tillåtlighet är sammanfattningsvis att:

- Granska verksamhetsutövarens framställan av hur miljöbalkens regler efterlevs (Bevisbördesregeln 1 §).
- Ställa krav som innebär att verksamhetsutövaren har erforderliga kunskaper om verksamhetens risker och påverkan på miljö och hälsa, detta kan t.ex. preciseras i villor för verksamheten. Krav kan även ställas på att den som tar fram MKB har tillräcklig kunskap genom att prövningsmyndigheten godkänner MKB (Kunskapskravet 2 §).
- Pröva vilka skyddsåtgärder, begränsningar och övriga försiktighetsmått som behövs (Försiktighetsprincipen 3 §).
- Bedöma vad som är BMT och pröva vilka försiktighetsmått som ska föreskrivas (Bästa möjliga teknik 3 § 1).
- Redovisa sin bedömning så att det tydligt framgår av tillståndet vilka avvägningar myndigheten har gjort samt villkor som meddelats med stöd av produktvalsprincipen (produktvalsprincipen 4 §).

5 (11)

- Bedöma om hushållning och avfall samt energi är tillräckligt utredda och om principerna uppfylls och redovisa sin bedömning samt att det tydligt framgår av tillståndet vilka avvägningar myndigheten har gjort samt villkor som meddelats (Kretslopps- och hushållningsprincipen 5 §).
- Bedöma om lokaliseringen är lämplig och om alternativa lokaliseringar är tillräckligt utredda (Lokaliseringsprincipen 6 §).
- Granska verksamhetsutövarens föreslagna skyddsåtgärder och i ett första skede avgöra om de är tillräckliga för att uppnå syftet samt avgöra om det är orimligt att ställa ytterligare krav (Rimlighetsavvägningen 7 §).
- Förhålla sig till att enligt 7 § andra stycket MB ska dock de krav som behövs för att följa en miljökvalitetsnorm ställas trots rimlighetsavvägningen. Detta innebär att rimlighetsavvägningen inte får medföra att en verksamhet tillåts bedrivas så att den orsakar en otillåten försämring eller äventyrande av miljökvalitetsnormer (5 kap. 4 och 5 §§).
- Förhålla sig till att en verksamheter som kan befaras föranleda skada för hälsa eller miljön trots att försiktighetsmått och skyddsåtgärder som krävs enligt balken vidtagits endast får tillåtas om regeringen finner att det finns särskilda skäl (stoppregeln 9 §).

Prövningsmyndigheten har även att beakta bestämmelserna om hushållning med mark och vattenområden i 3 - 4 kap., miljökvalitetsnormer i 5 kapitlet samt skydd av områden i 6 kap. MB, vilka inte redogörs för vidare i detalj i denna PM. Men sammanfattningsvis kan i sammanhanget nämnas att vid lokaliseringsbedömningen kan andra bestämmelser i miljöbalken påverka valet av plats. Exempelvis om en verksamhet är tänkt att placeras direkt utanför ett strandskyddat område, hindrar inte strandskyddsbestämmelserna att verksamheten lokaliseras på den tänkta platsen. Lokaliseringen skulle dock kunna bedömas olämplig efter en prövning mot 2 kap. 6 § miljöbalken om vattenbruksverksamheten skulle motverka syftet med strandskyddet. Vissa bestämmelser i artskyddsförordningen och vissa miljökvalitetsnormer kan också hindra att en plats används för ett visst ändamål. Precis som att även skyddade områden och arter kan aktualiseras vid lokaliseringsprövningen. Miljökvalitetsnormerna kan även exempelvis aktualiseras vid skälighetsregeln (rimlighetsavvägning 2 kap. 7 § MB).

Även andra bestämmelser kan bli aktuella att beakta och förhålla sig till vid bedömning av tillåtlighet vilka inte redogörs för vidare i denna PM.

I det följande redogörs för hur bästa möjliga teknik har tillämpats i några av de äldre och senare avgörandena för odling av fisk i öppna kassar utifrån nuvarande miljölagstiftning.

Redogörelse för tidigare praxis 2004 - 2005

I två avgöranden i Mark- och miljööverdomstolen⁶ under 2004 - 2005 gällande tillstånd för fiskodlingsverksamhet i öppna kassar, framkommer i domskälen sammanfattningsvis att:

- *Lokaliseringen* utgör inget hinder mot bifall till ansökan (2 kap. 6 § MB). Utsläppen av fosfor och kväve är liten, påverkan på natur- och kulturmiljön, turism- och friluftsliv är mycket begränsad. Finns inget

⁶ MÖD 2004:69 (Omnefjärden) och MÖD 2005:42 (Leksand).

hinder mot lokaliseringen enligt bestämmelserna för hushållning med mark- och vattenområden (3 - 4 kap. MB).

- Odling i s.k. öppna kassar utgör *bästa möjliga teknik* för den sökta verksamheten. Uppfödning till matfiskstorlek i landbaserade anläggningar förekommer inte i kommersiell skala. Försöksanläggningar har förekommit men kostnaderna har varit för höga. Inte rimligt att ställa krav på sådan teknik (2 kap. 7 § MB). Det finns begränsade möjligheter att minska näringsbelastningen; teknik saknas. De krav som kan ställas enligt 2 kap. 3 § MB är därmed uttömda (*Försiktighetsprincipen, Bästa möjliga teknik*).
- Utsläppen och miljöpåverkan är inte sådana att *stoppregeln* är tillämplig (2 kap. 9 § MB).

Redogörelse för tidigare praxis 2017 - 2018

I flera avgöranden under 2017–2018 i Mark- och miljööverdomstolen (MÖD)⁷, gällande tillstånd för fiskodlingsverksamhet i öppna kassar, framkommer i domskälen sammanfattningsvis att:

- Kraven på bolagens redovisning av alternativa produktionsmetoder ska ställas högt. Bolagen hade presenterat begränsade utredningar, det saknades bl.a. uppgifter om produktionskostnader och miljöpåverkan för alternativa produktionsmetoder (2 kap. 1 - 2 §§ MB). Bolagen hade inte visat att fiskodling i öppna kassar fortfarande utgjorde bästa möjliga teknik (2 kap. 3 § MB).
- Råder osäkerheter vad gäller bedömningar av vilken miljöpåverkan som kan förväntas (försiktighetsprincipen 2 kap. 3 § MB) samt lokaliseringen av verksamheten till områden med ogynnsamma förutsättningar (2 kap. 6 § MB).
- Råder osäkerheter vad gäller bedömningar av påverkan på vattenförekomsten och den ekologiska statusen som verksamhetens lokala påverkan (Rimlighetsbedömning och miljökvalitetsnormer 2 kap. 7 §, 5 kap. MB). Påverkan på riksintressen enligt 3 kap. 6 § och 4 kap. MB lyfts även.

I avgörandena anför domstolen att den valda tekniken (odling i öppna kassar) inte ger någon möjlighet till uppsamling eller rening av foderspill och fekalier. Domstolen ansåg också att det var osäkert vilken miljöpåverkan som respektive verksamhet kunde tänkas ge upphov till. På grund av detta och då recipientförhållandena var ogynnsamma beslutade MÖD i tre av fallen att verksamheterna inte kunde tillåtas annat än under en avvecklingstid om tre år. I ett av fallen gavs ett tidsbegränsat tillstånd om endast fem år och i det femte målet fann MÖD att verksamheten inte kunde tillåtas i den omfattning som mark- och miljödomstolen hade beslutat.

Utgångspunkten för domstolens resonemang i avgörandena var att det var svårt att bedöma respektive verksamhets påverkan på miljön. I avgörandena anför domstolen att det kan ifrågasättas om den teknik som planerades tillämpas - öppna kassar som inte ger möjlighet till någon uppsamling eller rening av foderrester och fekalier - utgör bästa möjliga teknik. Domstolen anför vidare att det är fråga om en i förhållande till andra utsläppskällor ansenlig mängd fosfor och kväve som släpps ut, samtidigt som tekniken medger inte någon

⁷ MÖD M 2620-16 (Köpmanholmen). MÖD M 8882-15 (Mjältösundet). MÖD M 8373-15 (Mjällom). MÖD M 10773-16 (Landösjön). MÖD M 8374-15 (Storsjön).

annan metod för begränsning av utsläppet än minskad produktion. Domstolen påpekar också att andra typer av verksamheter får tåla höga kostnader för att begränsa sina utsläpp; det gäller exempelvis utsläpp av avloppsvatten från industrier och hushåll. Mot bakgrund av den teknik som valts, osäkerheterna i bedömningarna av vilken miljöpåverkan som kunde förväntas samt lokaliseringen av verksamheterna till områden med ogynnsamma recipientförutsättningar, kunde fiskodlingarna inte tillåtas på de aktuella platserna. Domstolens avgöranden utgör således en sammanvägning enligt 2 kap. 1, 2, 3, 6, 7 §§ MB allmänna hänsynsregler och 3 - 4 kap. hushållning med mark – och vattenområden som 5 kap. MB miljö kvalitetsnormer.

Redogörelse för ny MMD-praxis

Under 2020–2022 avgjordes sex nya mål i mark- och miljödomstolarna (MMD)⁸ gällande tillstånd till fortsatt verksamhet, utökad verksamhet respektive ny verksamhet för odling av fisk i öppna kassar. Samtliga avgöranden överklagades till Mark- och miljööverdomstolen. För fem av målen meddelades ej prövningstillstånd och mark- och miljödomstolarnas avgöranden står därmed fast⁹. I ett fall meddelades prövningstillstånd, men MÖD beslutade att avvisa överklagandet¹⁰.

Sammanfattningsvis framkommer i de nya avgörandena att:

- MÖD:s tidigare avgöranden kan inte uppfattas som att domstolen generellt har avfärdat användandet av öppna kassar, utan att en bedömning ska göras i det enskilda fallet. I tidigare praxis har MÖD huvudsakligen lyft att sökanden inte uppfyllt utredningskraven samt osäkerheter om vilken miljöpåverkan som kan förväntas och lokaliseringen av verksamheten.
- Ett mycket mer omfattande underlag avseende miljöpåverkan, tekniska möjligheter och ekonomiska förutsättningar än tidigare har tagits fram och lämnats in (2 kap. 1 - 3 §§ MB)
- RAS och s.k. semislutna system kan inte anses utgöra tekniskt eller ekonomiskt tillgängliga alternativ för de i målen sökta verksamheterna. Odling med öppna kassar utgör *bästa möjliga teknik* i miljöbalkens mening för den aktuella *lokaliseringen* av verksamheten (2 kap. 3, 6 §§ MB)
- För de fall RAS-tekniken är så pass etablerad att den kan anses industriellt tillgänglig anser domstolen att det inte är *rimligt enligt 2 kap. 7 § MB* att kräva att bolaget övergår till den tekniken. Kostnaderna är för höga i förhållande till nyttan av att använda tekniken vid angiven lokalisering. Domstolen har delat sökandens bedömning att semislutna system inte är tillgängliga för storskalig produktion av matfisk då kunskap för industriell skala saknas avseende teknik, miljöeffekter, effektivitet, ekonomi, fiskvälfärd. Då varken RAS eller semislutna system kan anses vara industriellt tillgängliga är domstolens bedömning att odling med öppna kassar för den aktuella lokaliseringen och verksamheten utgör *bästa möjliga teknik* enligt miljöbalkens mening (2 kap. 3, 7 §§ MB).

⁸ MMD Nacka M 1633-20 och M 2847-21, MMD Umeå M 353-20 och M 3734-19, MMD Östersund M 1929-20. MMD Östersund Mål nr. 1901-21.

⁹ MMD Umeå Mål nr. 353-20. MMD Umeå Mål nr. 3734-19. MMD Nacka Mål nr 2847-21. MMD Östersund Mål nr. 1929-20. MMD Östersund Mål nr. 1901-21.

¹⁰ MÖD Mål M 619-21. MÖD avvisade Länsstyrelsen i Örebro länsöverklagande.

- Ansökta *lokaliseringar* är lämplig för de aktuella verksamheterna och placeringen i sjön är lämplig (2 kap. 6 § MB).
- Sökta verksamheter har även bedömts tillåtliga även efter en rimlighetsavvägning enligt 2 kap. 7 § och beaktat 5 kap. 4 § MB. Ansökta verksamheter medför inte ett äventyrande för uppnående av MKN eller att statusklass riskerar att försämrats.
- Det är inte frågan om en miljöpåverkan i sådan omfattning att en fortsatt verksamhet är otillåtlig (stoppregeln 2 kap. 9 - 10 §§ MB inte tillämplig).

Sammanfattningsvis har domstolen vid en sammantagen bedömning bedömt att verksamheterna är tillåtliga och fortsatta, utökade och nya tillstånd kan meddelas. Domstolens avgöranden utgör en sammanvägning enligt 2 kap. och 3 - 5 kap. MB. Domstolens avgöranden utgör således en sammanvägning enligt 2 kap. MB allmänna hänsynsregler och 3 - 4 kap. hushållning med mark – och vattenområden som 5 kap. MB miljö kvalitetsnormer.

Sammanfattande bedömning

Prövningsmyndigheternas bedömning av tillåtligheten av fiskodlingar i öppna kassar utifrån nuvarande lagstiftning och beaktat den tekniken som utvecklats och testats inom ramarna för projektet kan ha haft en viss betydelse i de senaste avgörandena från 2020 - 2022.

Domstolen har, i de MMD-avgöranden som redovisats ovan, uttalat att verksamhetsutövarna har redovisat omfattande redovisningar och utredningar samt visat på att öppna kassar utgör bästa möjliga och tillgängliga teknik för de i målen ansökta verksamheterna och på valda lokaliseringar.

Den semisluta tekniken som utvecklats och testats inom ramarna för projektet har inte prövats av domstolarna i de senaste målen. Utan domstolarna har utifrån vetskapen om att projektet pågår föreskrivit utredningsvillkor för verksamhetsutövarna.

I de nya avgörandena regleras att verksamhetsutövarna sammanfattningsvis, men med vissa skillnader i lydelse mellan avgörandena, under en provotid ska utreda möjligheterna att odla regnbåge respektive röding i ett odlingssystem som innebär en möjlighet att samla upp fekalier och foderrester. I utredningskraven ingår även att utvärdera det nya odlingssystemet avseende tekniska, ekonomiska och miljömässiga förutsättningar samt att hänsyn även ska tas till fiskens behov av näring, hälsa och livsmiljö.

Det är svårt att uttala sig om prövningsmyndigheternas bedömning av tillåtligheten för fiskodlingar i öppna kassar i framtiden och utifrån nuvarande lagstiftning kan tänkas förändras.

Den semislutna tekniken som utvecklats och testats inom projektet kan i dagsläget, inte anses uppfylla kravet på bästa möjliga teknik enligt miljöbalken, även om det i sak inte har prövats. Om bedömningen av om tekniken uppfyller kraven på miljöbalkens bästa möjliga teknik förändras i framtiden beror bland annat av hur den fortsatta teknikutvecklingen fortskrider.

Fråga 3. Hur kan applicering av tekniken påverka myndigheternas bedömning för kommande lagstiftning?

Innan vi vet om tekniken att samla upp fekalier och foderspill i framtiden kan uppfylla lagkraven om bästa möjliga och tillgängliga teknik kan vi i dagsläget endast spekulera i hur myndigheternas bedömning för kommande lagstiftning kan komma att påverkas.

Myndigheternas bedömning för kommande lagstiftning kan komma att påverkas av bland annat:

- Hur vidareutveckling av tekniken faller ut, både avseende uppsamlingstekniken som avvattningstekniken.
- Hur effektivt uppsamlingssystemet kan bli efter ytterligare teknikutveckling.

Myndigheternas bedömning kan även påverkas av att det även finns flera tekniskt möjliga vägar fram efter avvattning av slammet likaså eventuell behandling av rejektvattnet. Det behöver exempelvis:

- Utredas vidare hur lagring av slammet ska ske på bästa sätt.
- Utredas vidare de olika alternativ som finns för torkning och biologisk behandling samt de olika möjliga cirkulära flödena som slammet kan nyttas t.ex. gödsel, biogas, kompostering.

Det finns inga juridiska hinder för att fiskslam ska kunna användas som gödsel, i biogas eller komposteringsanläggningar, se bilaga 10.

De alternativa möjliga vägarna fram och vad som är BMT för respektive tekniskt utformningsval kommer bland annat att styras av var verksamhetsutövaren väljer att lokalisera sin verksamhet.

I de fall en verksamhetsutövare vill etablera en fiskodling i ett vattensystem där särskild hänsyn kan behöva tas kan nyttan av att använda uppsamlingssystemet vara större än i ett vattensystem där behovet av särskild hänsyn inte är lika stort. Exempelvis om vattensystemet där verksamhetsutövaren önskar lokalisera sin verksamhet är eller riskerar att få problem med för höga halter av näringsämnen kan nyttan av ett uppsamlingssystem vara större än om verksamhetsutövaren önskar lokalisera sin verksamhet i ett näringsfattigt vattensystem där det kan finnas en miljönytta med att tillföra näringsämnen och på så sätt bidra till att stärka den biologiska mångfalden lokalt i vattensystemet.

Lokaliseringen kan även påverka hur slammet ska hanteras efter avvattning och vad som är det bästa valet ur ett hushållnings- och kretsloppsperspektiv, utöver bästa möjliga teknik. Är verksamheten lokaliserad nära en lantbrukare som kan nyttja slammet som gödsel eller exempelvis nära en biogasanläggning kan påverka vilket alternativ som är bäst och därmed myndigheternas bedömning.

Hur appliceringen av tekniken kan påverka kommande lagstiftning kan även komma att bero av om det sker ändringar i den lagstiftning som odling av fisk omfattas av. Det pågår en statlig utredning, En moderniserad fiskelag och förbättrade förutsättningar att bedriva vattenbruk (direktiv 2022:92) som bland annat ska föreslå förenklade förutsättningar för att bedriva vattenbruk, och ta ställning till om det är ändamålsenligt att samla de bestämmelser som reglerar vattenbruket i en ny lag med tillhörande förordning.

Två andra statliga utredningar som nyligen har lämnat in betänkanden, Klimaträttsutredningen (SOU 2021:21) och Miljöprövningsutredningen (SOU 2022:33) kan komma att ha en viss inverkan i framtiden, förutsatt att betänkandena tas vidare till konkreta lagändringar. Båda dessa utredningar har under 2022 varit ute på remiss till berörda myndigheter, organisationer med flera. Nästa steg i processen är att Regeringen bearbetar föreslagen i utredningen och skriver förslag till lag som vanligen lämnas till Lagrådet (remissförfarande).

Synpunkter från Lagrådet kan innebära vidare bearbetningar och därefter ges Riksdagens utskott möjlighet att lämna synpunkter på förslaget. Därefter kan Riksdagen rösta om förslaget, vid majoritet i Riksdagen kan ny lagstiftning utfärdas.

Om dessa utredningar, som nämns ovan, utmynnar i ny lagstiftning och beroende på dessas utformning kan det innebära att fiskodling i öppna kassar som är ett bra exempel på klimatsmart livsmedelproduktion, och att tekniken blir än mer klimatsmart, och om tekniken som testats inom projektet visar sig fungera på så sätt som planerat och blir ekonomiskt rimlig att tillämpa kan detta påverka myndigheternas bedömning.

Rekommendation

Med utgångspunkten från frågeställningarna ovan är rekommendationen att det behöver göras ytterligare utveckling av tekniken och mer utredningar och undersökningar innan tekniken eventuellt kan bli en industriellt tillgänglig teknik för branschen. En rekommendation av hur applicering av tekniken kan påverka myndigheternas bedömning kan tidigast göras när vi har en ny teknik som är att ses som bästa möjliga teknik.

Om tekniken visar sig bli industriellt tillgänglig i framtiden kan den skapa ökade möjligheter för verksamhetsutövarna att bedriva fiskodling på fler lokaliseringar än idag och öka produktion vid befintliga anläggningar.

För att skapa förutsättningar att utveckla ny teknik och vidareutveckla befintlig teknik inom ramarna för befintligt regelverk är rekommendationen, vid beslut om fortsatta och nya miljötillstånd för fiskodlingar i öppna kassar, att dessa ska meddelas utan tidsbegränsning dvs med s.k. tillsvidare tillstånd alternativt med tidsbegränsning om minst 30 år.

Vid utveckling av ny lagstiftning bör en annan väg fram vara att möjliggöra för s.k. *”utviklingstillatelse*” som finns i Norges lagstiftning. Detta i syfte att underlätta för verksamhetsutövare att utveckla ny teknik och vidareutveckla befintlig teknik. Dessa utvecklingstillstånd kan tilldelas projekt som innebär en betydande innovation och stora investeringar. Syftet med dessa är att underlätta utvecklingen av teknik som kan bidra till att lösa en eller flera av de utmaningar som en bransch står inför. Det kan exempelvis vara konstruktion av prototyper, testanläggningar, industriell design, installation av utrustning och fullskalig provproduktion.

Utveckling av ny och befintlig teknik är en ständigt pågående process och som tar tid. Ny teknik och vidareutveckling av tekniken innebär ökade investeringskostnader och kan även innebära ökade driftkostnader vilket bland annat påverkar avskrivningstiden. För att verksamhetsutövare tillsammans med exempelvis forskningen och olika teknikleverantörer ska kunna driva innovationer och utveckling av teknik behöver vi säkerställa att vi har robusta företag som kan bedriva sin verksamhet långsiktigt hållbart. Hållbarhet behöver betraktas och bedömas i flera dimensioner. Verksamheter behöver kunna bedrivas hållbart både socialt som tekniskt- ekonomiskt och miljömässigt. Vid odling av fisk måste även hållbarheten inkludera och säkerställa fiskens hälsa och fiskens välfärd. Beakta behöver även tas till att det är en bransch som kan bidra till svensk livsmedelsförsörjning och beredskap.

PM Resultatspridning och kommunikation

Projektets mål 9 och 10 omfattar spridning av projektet och dess resultat genom publicering och kommunikationsinsatser av olika slag.

Mål 9. *Resultaten från uppsatta mål ska både formuleras för vetenskaplig publicering i tillämpliga tidskrifter samt vara lämpligt för såväl myndighetssverige som näringen och allmänhet. Detta kan kräva att resultatet formuleras i flera riktade rapporter. Publicering i vetenskapliga tidskrifter ska ske i samarbete med SLU*

Mål 10. *Resultaten ska utöver vetenskaplig spridning genom publicering i vetenskapliga tidskrifter och presentationer vid vetenskapliga möten också vara väl känt i näringen och hos relevanta myndigheter som ett resultat av projektets informationsarbete*

Projektet har väckt mycket uppmärksamhet och information om projektet samt dess resultat har presenterats vid många tillfällen och för en bred palett av målgrupper. Projektgruppen har fått förfrågningar kring att presentera projektet och olika aspekter/vinklingar vid ett stort antal tillfällen. Detta har starkt bidragit till att kunskap om projektet idag finns både hos fiskodlare, forskare, tjänstemän, politiker och allmänheten.

Projektet har genom detta även spridit en positiv bild av det utvecklingsarbete som pågår vilket vi i projektgruppen upplever har kommit näringen till godo.

Vidare har teknikutvecklingen och arbetet på plats inspirerat och givit upphov till ytterligare frågeställningar och forskningsfrågor vilka vissa har resulterat i bidragsgivna projekt och studier.

Genomförda kommunikationsinsatser

Nyhetsbrev

Under projektet har nyhetsbrev skickats ut till projektets deltagare, rådgivningsgrupp, referensgruppen samt andra som anmält intresse för pågående aktiviteter. Nyhetsbrevet har även spridits via Matfiskodlarnas hemsida och nyhetsbrev samt Nkfvs webbsida (nationellt kompetenscentrum för vattenbruk).

Muntliga presentationer

Vetenskapliga presentationer

Nationella vattenbrukskonferensen, mars 2018, Sundsvall. Anders Kiessling, SLU, muntlig presentation: Partikelåtertag från öppna kassar. Vid konferensen deltar akademien, näringen, myndigheter med flera. Den vänder sig till samtliga aktiva inom det svenska vattenbruket.

Nationella Vattenbrukskonferensen, mars 2022, Strömstad, Hanna Carlberg, SLU, muntlig presentation: Uppsamling av partikulärt spill och slamhantering från odlad fisk i öppna system.

Workshop: Integrated fish and plant production, muntlig presentation: Fish manure resources from Swedish fish farms. Arrangerat av SLU aquaculture och SLU Partnership Alnarp, Alnarp 27 oktober 2021. Hanna Carlberg

SLU aquaculture, Krusenberg, 13 September 2022. The fate of phosphorus in Swedish open cage fish farming, Hanna Carlberg, SLU. SLU-internt tvådagarsmöte för samtliga forskare aktiva inom vattenbruk.

Presentationer för myndigheter, tjänstemän, allmänheten och politiker
Projektet har presenterats vid flertalet tillfällen för mark- och miljödomstolar vid olika domstolsförhandlingar gällande tillståndsprövningar enligt miljöbalken för olika fiskodlingsföretag. Wenche Hansen, dåvarande Sweco Environment AB samt Hanna Carlberg dåvarande Sweco Environment samt Sweco Sverige AB.

Projektet har presenterats för tjänstemän vid länsstyrelsen Jämtland samt Strömsunds kommun, närboende till fiskodlingen i Postviken samt allmänheten vid ett samrådsmöte den 29 oktober 2019 i bygdegården i Äspnäs.

En broschyr togs fram under 2020 för att informera om pågående projekt kopplat till vattenbruk i Jämtland.

Informationsmöte om vattenbruk och pågående aktiviteter inom miljökassen för lokala politiker och tjänstemän i Strömsunds kommun, bygdegården Äspnäs 17 november 2021. Hanna Carlberg dåvarande Sweco.

Webbinarium Ökad hållbar blå livsmedelsproduktion i hela Sverige, tema teknik och miljö hösten 2021 arrangerat av Landsbygdsnätverket och Dalarna science park. Presentation av Hanna Carlberg, Sweco

Webbinarium, dialogmöte med tema målkonflikter fiskodling i Dalarna, hösten 2021. Anders Kiessling SLU samt Hanna Carlberg Sweco

Informationsspridning om hydrodynamisk modelleringen för vattenbruk har även skett genom digitalt seminarie i regi av Landsbygdsnätverket med deltagare från kommuner, regioner, myndigheter (Länsstyrelser, Jordbruksverket), intresseorganisationer (Vattenbrukscentrum, Matfiskodlarna), odlare och konsulter.

Dialogmöte för Matfiskodlarnas medlemmar 3 september 2021, Presentation av projektet och läget just nu samt resultat. Hanna Carlberg Sweco samt livari Valli Vattudalens fisk.

Matfiskodlarna har även nämnt projektet kortfattat vid olika dialogmöten med kommunerna i Jämtland, Dalarna samt Värmland.

Heldagsmöte arrangerat av Jordbruksverket med inbjudna gäster från Estland den 27 april 2022 där ett mindre antal pågående projekt i Sverige lyftes fram. Miljökassen- Collection of particles and handling of sludge from fish farming in open systems, Hanna Carlberg, SLU.

Inspirationsdag om fiskodling på Åland, februari 2023. Arrangerat av Ålands fiskodlarförening samt fiskeribyrån. Hanna Carlberg och Anders Kiessling presenterar projektet och svarar på frågor.

Projektet har utöver detta presenterats internt för olika grupperingar inom Sweco Sverige samt SLU och där även för studenter. Vattudalens Fisk har även informerat om projektet vid matfiskodlarnas interna medlemsmöten under ffa 2021-2022.

Referens- och rådgivningsgruppsmöten

Dessa möten har hållits kontinuerligt under projektet. Dock med en högre mötesfrekvens under projektens första del då behovet av dessa stödjande grupper varit större tidigare under projektet än senare. Dialogen har varit god och givande, dock har flertalet personer under projektets gång bytt arbete vilket inneburit avhopp och byte av personer i dessa grupperingar.

Studiebesök och workshops

Inom ramarna för projektet har ett antal studiebesök genomförts vilka även anses vara relevanta för projektets spridning. Dels för att deltagarna fick för projektet viktiga erfarenheter men även för att de i sin tur spridit kunskap vidare genom människor de träffat antingen vid studiebesöken eller när de kommit åter till sina respektive arbetsplatser.

Under oktober 2019 planerades ett två dagar långt möte för rådgivnings- respektive referensgruppen inom projektet i Strömsund där ett studiebesök på fiskodlingen i Postviken där anläggningen finns ingick i programmet. Syftet med workshopen var att sprida information om projektet, skapa en bred förankring samt skapa möjlighet till utbyte av kunskap mellan olika experter.

Dessvärre fastnade ca hälften av deltagarna på Arlanda på grund av dåligt väder och mötet fick planeras om på plats. Presentationer om projektets status och pågående aktiviteter mm genomfördes som planerat men ett par planerade pass sköts upp och hölls istället digitalt då vi fann det mycket viktigt att representanter från centrala myndigheter deltog vid dessa workshops/diskussioner. Vid studiebesöket fick samtliga deltagare möjlighet att se anläggningen på plats i Postviken vilket bedömdes som mycket värdefullt för en bättre förståelse för både funktion men även storlek, svårigheter och omfattning av projektet.

Studiebesök vid testanläggningen i Norge, Sirdalsvannet samt Egersunds fabrik i Egersund, oktober 2018. Deltagare från SLU, Vattudalens fisk, Sweco och Egersund. Vid samma resa genomfördes även ett möte med ett urval av företag för att presentera och diskutera lösningar för avvattningsanläggningen.

Matfiskodlarnas medlemsföretag genomförde i oktober 2022 ett studiebesök till Vattudalens fisks anläggning i Postviken och pilotanläggningen.

Workshops

Interna workshops

14–15 Oktober 2019 Hölls projektworkshop i Strömsund (se information ovan). I programmet planerades dels för en workshop rörande hinder/utmaningar att använda slam utifrån befintlig lagstiftning samt hinder/utmaningar att använda slam/gödsel utifrån olika ändamål och utifrån tekniska och ekonomiska aspekter. På grund av inställda flyg hölls dessa workshops senare online, 18 respektive 11 februari 2020.

Workshop hydrodynamisk modellering och påverkan på vattenmiljön från fiskodling baserat på resultat från projektet miljökassen. Den 9 december 2022. Deltagare från Sweco och SLU hade tillsammans en workshop för att diskutera vad vi lärt oss och vad vi fortfarande inte vet om fosfor och dess tillgänglighet från odling av fisk.

Externa vetenskapliga workshops

Parallellt med detta projekt har ett projekt med liknande inriktning pågått i Danmark med Danske tekniske universitet (DTU) samt representanter från foderindustrin och det danska vattenbruket. Det svenska och det danska projektet har haft dialog och ett par möten där projekten presenterats och resultat och möjliga vägar framåt diskuterats.

20 augusti 2020. Vetenskapligt halvdagsmöte online. Presentation av det svenska respektive danska projekten och ingående studier och undersökningar som genomförts eller planeras för. Deltagare från SLU; DTU, Sweco, Vattudalens fisk, Egersund, Aquapri, Biomar, Dansk akvakultur m fl

11 januari 2022. Vetenskapligt möte online. Presentation av projektet (SLU, Sweco och Vattudalens fisk) och mer ingående presentationer av resultat från försöken med vattenrening, "purification of

nutrient rich waters” (Andrea Nodbrant Axolot solutions) samt studierna av slammet och dess egenskaper som gödselmedel: Sludge as manure, green house studies, Jean Yong, SLU.

Projektet har även skapat kontaktytor mot norska Nibio och där EU-projektet SEE2LAND. Genom detta har ett nätverk, nordic network on fish manure bildats och ett mindre antal möten hållit för att diskutera projekten och vidare samarbeten och ansökningar. Ett möte har även hållits med det norska mattillsynet inom ramarna för detta samarbete.

Nordic network on fish manure 3 juni 2021, 15 april 2021. Deltagare från Nibio, SLU, Umeå Universitet samt Sweco.

Samverkansmöte med EU-projektet SEE2LAND som fokuserar på fiskslam och lagstiftning. 13 oktober 2021. Nibio, Norska mattillsynet m fl.

Artiklar, information mm om projektet på webben

Landsbygdsnätverket , 2021-03-21 [De testar innovativ metod för mer miljövänlig kassodling - Landsbygdsnätverket \(landsbygdsnatverket.se\)](#)

SLU, [Miljökassen – ett led i cirkulär matproduktion | Externwebben \(slu.se\)](#)

NKFV, Nationellt kompetenscentrum för vattenbruk har kontinuerligt lagt ut information om projektet och hjälpt till att sprida nyhetsbrev via sin hemsida.

Ett antal vetenskapliga publikationer planeras utifrån projektets resultat. Delar av de resultat som projektet givit upphov till återfinns i ett antal rapporter som tagits fram vilka, liksom denna bilaga bifogas slutrapporten för projektet.

Projektgruppen har även fått ett flertal förfrågningar om att efter projektets slut presentera resultaten för olika målgrupper