



2015-11-11

**Förslag till uppföljande  
undersökningar av sediment  
under fiskodlingar  
– baserat på det norska MOM-systemet**

*Tina Hedlund  
Aquanord AB*

## Innehåll

Det norska MOM-systemet .....	2
Bottenundersökningar enligt MOM-systemet .....	2
B-undersökningar .....	2
C-undersökningar .....	3
Överföring av MOM-systemet till limniska system och brackvattenmiljöer.....	3
B-undersökningar .....	3
C-undersökningar .....	5
Referenser .....	5
Övriga .....	5

## Det norska MOM-systemet

I Norge har det tagits fram tydliga och omfattande regler och instruktioner om vad som gäller både innan och efter etablering av fiskodling i form av kontroller, program och provtagningar (Renman 2013). Dessa går under samlingsnamnet MOM (Matfiskanlegg – Övervakning – Modellering, eller Modellering Ongrowing fish farms Monitoring). 1998 påbörjade spröcesen att göra MOM-undersökningar till en obligatorisk del av övervakningen av fiskodlingsanläggningar och 2005 infördes det även krav på att vissa MOM-undersökningar skall genomföras av ackrediterade eller godkända firmor (Renman 2013).

MOM-systemet utgår från att miljöeffekten från en fiskodling kan regleras, att övervakningsnivån bör anpassas efter påverkansgraden och att standarden består av delenheter som kan bytas ut eller modifieras om ny kunskap framkommer eller nya bestämmelser i lagar eller föreskrifter gör detta nödvändigt.

## Bottenundersökningar enligt MOM-systemet

2007 fastslog en norsk standard för miljöövervakning av bottenpåverkan från marina fiskodlingar (Miljøovervakning av bunnpåverking fra marine akvakulturanlegg, NS 9410:2007). Denna baseras på att utsläppen från en fiskodling består av större partiklar (foderspill och intakta fekalier), mindre partiklar (foderdamm och finfördelad avföring) samt lösta ämnen (näringssämnen, organiska föreningar och kemikalier mm) varav de två första grupperna sedimenterar på mjukbottnar (sedimentationsbottnar). Bottenundersökningarna i MOM-systemet genomförs därför primärt på mjukbottnar, vilket definieras som bottnar där prov är möjliga att ta med ekmanhuggare eller liknande.

MOM-systemet delar även upp omgivningen i tre zoner beroende på avståndet från odlingen och källan till eventuell påverkan (tabell 1) i området. Beroende på avståndet och graden av påverkan delas undersökningarna även upp i tre nivåer; A- B- och C-undersökningar (Renman 2013). A-undersökningarna ligger helt inom närzonen och kan utföras av fiskodlingens egen personal (Renman 2013). Dessa går ut på att använda sedimentfällor för att hålla sedimentationen under uppsikt (Renman 2013), men detta steg har utgått ur den Norska Standarden vid den senaste revideringen (Standard Norge 2007).

Tabell 1. Zonindelning enligt MOM-systemet.

Zonindelning	Närområde	Övergångszon	Fjärrzon
Definition	Område under och i omedelbar anslutning till odlingen där det mesta av de större partiklarna vanligen sedimenterar.	Område mellan närområdet och fjärrzonen där mindre partiklar sedimenterar. På djupa strömstarka områden kan även en viss andel större partiklar sedimentera här.	Område utanför övergångszonen.
Påverkningskälla	Fiskodling.	Fiskodling är huvudkällan men även andra källor kan vara av betydelse.	Fiskodlingen är bara en av flera källor.
Potentiell påverkan	Ändringar av fysiska, kemiska och biologiska förhållanden i botten	Vanligen en mindre påverkan än i närområdet.	Ökad primärproduktion och syreförbrukning i djupvattnet. Syrebrist i recipienter med dålig vattenomsättning.
Undersökning	Primärt B	Primärt C	C
Miljöstandard	Egna gränsvärden enligt MOM	Egna gränsvärden enligt MOM	Klassificering av miljö kvalitet i fjorder og kystvann, SFTs veiledning

## B-undersökningar

B-undersökningar innebär en trendövervakning av bottenförhållandena under odlingsanläggningen. Genom att undersökningen genomförs regelbundet, med en frekvens bestämd utifrån hur stor miljöbelastningen är, kan man följa miljöpåverkan löpande. Frekvensen varierar mellan vart annat år

vid ett mycket bra tillstånd till var 6:e månad vid ett dåligt tillstånd i sedimentet. Om tillståndet uppgår till mycket dåligt skall en utvidgad B-undersökning med extra mätpunkter och kemiska analyser av sedimentet genomföras inom två månader (Standard Norge 2007). Vid provtagningen skall kartor finnas tillgängliga som minst täcker förankringsområdet och alla relevanta topografiska förhållanden i området. Provtagningspunkter och odlingsområdet skall koordinatsättas och markeras i kartan.

Eftersom B-undersökningen i MOM-systemet kombinerar flera parametrar är den relativt okänslig för en avvikelse i en enskild parameter. Undersökningen är även framtagen för att vara billig att genomföra och enkel att utvärdera för att snabbt få ett resultat. Den kan användas för alla grader av påverkan men resultatet är mest känsligt vid högre belastningar (Standard Norge 2007). Insamlingen av material genomförs med lätt utrustning (Ekmanhuggare eller liknande) från odlingen eller från båt och genomförs av personer med tillräcklig kompetens. Inom varje område skall mellan 10 och 20 prover tas och proverna fördelas inom odlingsområdet utifrån bottentopografi, strömriktning och odlings utformning så att de tillsammans ger en representativ bild av närområdet. Undersökningarna skall genomföras vid den tidpunkt på året då utfodringen är som störst.

Tre olika parametrar undersöks och poängsätts efter påverkansgrad inom MOM-systemet där en högre poängsumma visar på en större påverkan.

1. Bottenfaunaundersökning – förekomst av djur större än 1mm i sedimentet.
2. Kemisk undersökning – kvantitativ undersökning av pH och redoxpotential i sedimentet
3. Sensorisk undersökning av sediment – kvalitativ undersökning av förekomst av gasbubblor, lukt, konsistens, färg samt volym och tjocklek av sedimenterat slam.

### **C-undersökningar**

C-undersökningen är en undersökning av bottenförhållandena från närområdet och med ökande avstånd från källan inom recipienten. Enligt det norska MOM-systemet som baseras på marina miljöer skall minst tre provtagningslokaler läggas ut från övergångszonen nära odlingen till den djupaste punkten nedströms odlingen. Utvärderingarna sker efter den norska handboken "Klassificering av miljøkvalitet i fjorder og kystvann. Veiledning".

## **Överföring av MOM-systemet till limniska system och brackvattenmiljöer**

### **B-undersökningar**

Det går inte att på ett enkelt och direkt sätt överföra det norska systemet, som är utformat för marina förhållanden, till ett svenskt system för sötvatten eller brackvatten. Ett antal modifieringar och uteslutningar av delar måste genomföras då ekologiska- och kemiskaförutsättningar skiljer sig kraftigt åt mellan saltvatten, brackvatten och sötvatten.

### **Bottenfaunaundersökningar.**

Enligt Aqvanord ABs erfarenhet från den nationella miljöövervakningen i de opåverkade sjöarna Stor-Arasjön, Storsvindeln och Stor-Tjulträsket är det sällsynt att upptäcka bottenfauna större än 1mm i sållet vid själva provtagningen. Förekomst av djur större än 1 mm blir därför ett dåligt, eller möjligen mycket grovt mått, på bottenförhållandena under en odling. Alternativet är att genomföra en standardiserad provtagning med utplockning och artbestämning av samtliga individer för att kunna utvärdera sammansättningen av och påverkan på bottenfaunan. Detta är dock något som kräver utbildning och erfarenhet, är förhållandevis tidskrävande och därmed även är förhållandevis dyrt samt tar mycket längre tid innan resultat erhålls. En stor del av vinsten med att ha bottenfauna som en snabb och billig indikator på bottenförhållandena försvinner därmed.

### **Kemiska undersökningar**

Analyserna av pH och redoxpotential är anpassade utifrån marina förhållanden för att undersöka syrgasförbrukningen och de kemiska processerna i sedimentet. Ett i limniska förhållanden lämpligare och enklare mått hade kunnat vara att mäta syrgashalten direkt i sedimentet eller i bottenvattnet. Erfarenhet från Pelagia Miljökonsult AB visar dock att provtagningar av syrgashalten ofta kan vara svårt att genomföra med precision i direkt anslutning till sedimentytan. Resultaten kan därmed bli

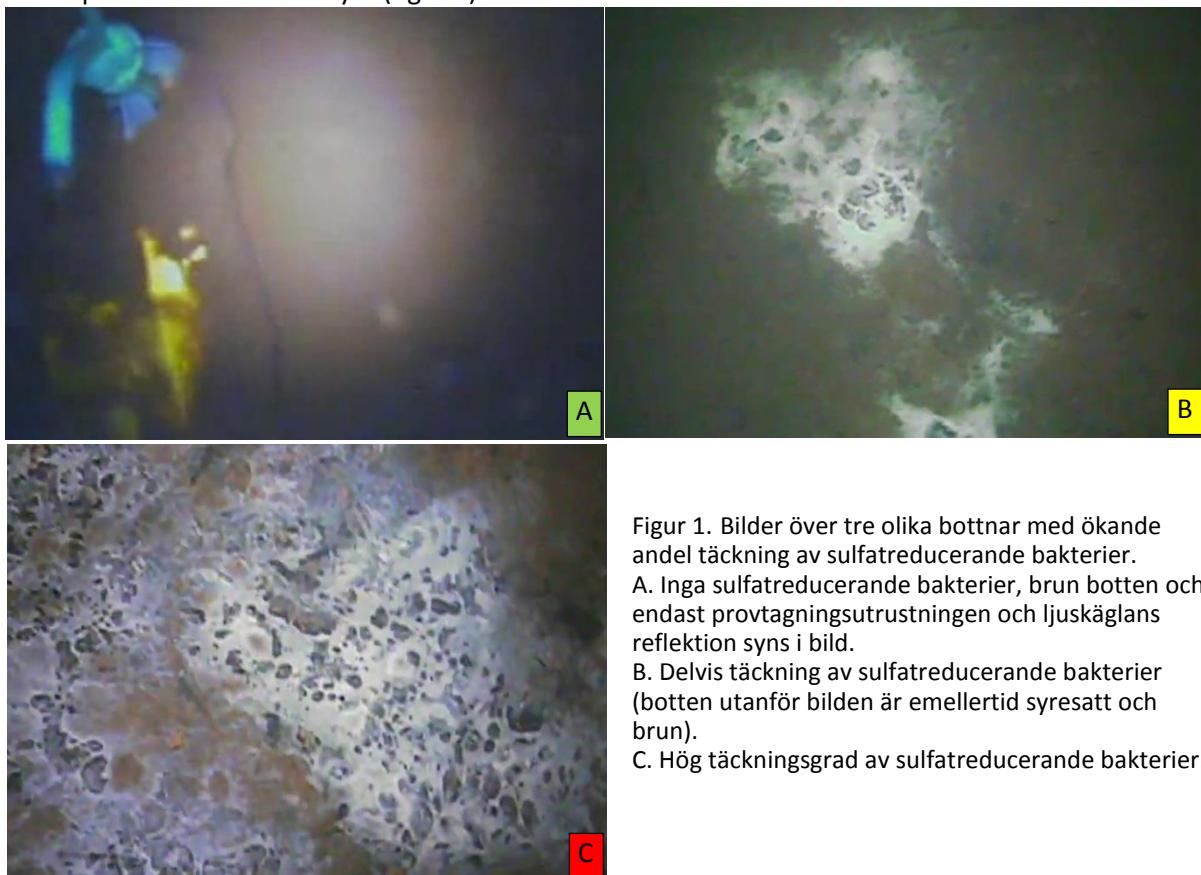
varierade och svåra att tolka i jämförelse med vad resultatet enligt sedimentundersökningarna visar. Sedimentundersökningarna ger därför ger den bästa, stabilaste och mest rättvisande bilden av bottenförhållandena men syrgasprovtagning kan vid behov genomföras som en kompletterande undersökning som kan ge extra information.

### *Sedimentundersökningar*

Den tredje delen av MOM-systemet är därmed den enda del som någorlunda enkelt kan översättas till limniska eller bräckta förhållanden och som därmed är den lämpligaste att utföra. Denna måste dock modifieras något från de marian förutsättningarna och kan även utvecklas ytterligare.

Förekomsten av gasbubblor, lukt och konsistens går att undersöka i enlighet med MOM-systemet. Även färgen bör gå att undersöka, men en jämförelse mellan det påverkade och ett opåverkat referensområde, då färgen kan variera vid sedimentation på olika bottenar och av olika material. Tjockleken på sedimentlagret bör undersökas, emellertid kan inte den norska skalan för sedimenttjocklek användas då redan det naturliga sedimentlagret i de flesta sjöar överskrider gränsen för den sämsta klassificeringen inom MOM-systemet. Detta beror på att genomströmningen i de norska fjordarna är väsentligt mycket högre på grund av förekomsten av tidvatten än i sjöar eller Östersjöns brackvatten. Detta medför en lägre ackumulering av organiska ämnen i marina fjordmiljöer och även nedbrytningshastigheten kan eventuellt samtidigt vara mycket högre med syresättning genom tidvattenströmmar. För jämförelser skall därför sedimenttjockleken efter att verksamheten påbörjats jämföras mot det naturliga sedimentlagret innan odlingsverksamheten påbörjades, alternativt mot ett likartat referensområde uppströms odlingen. Utifrån sedimentets tjocklek och utbredning kan även volymen skattas om detta anses vara relevant.

Ett tillägg till undersökningarna inom MOM-systemet som verkar fungera väl i bräckt eller sött vatten är filmning av bottensubstratets yta för att bedöma syretillgången i sedimentytan. Bottenområden med syrebrist är lätta att upptäcka genom att ett tydligt lager av vita sulfatreducerande bakterier bildas på bottensubstratets yta (figur 1).



Figur 1. Bilder över tre olika bottenar med ökande andel täckning av sulfatreducerande bakterier.  
A. Inga sulfatreducerande bakterier, brun botten och endast provtagningsutrustningen och ljuskäglans reflektion syns i bild.  
B. Delvis täckning av sulfatreducerande bakterier (botten utanför bilden är emellertid syresatt och brun).  
C. Hög täckningsgrad av sulfatreducerande bakterier.

Skillnaden mellan ett dåligt och mycket dåligt tillstånd i sedimentet i det norska MOM-systemet är satt till den största ackumuleringen som tillåter att grävande bottenjur större än 1 mm lever i sedimentet. I detta läge brukar vanligen även metangas och vätesulfid frigöras från sedimentet. Översatt till limniska förhållanden och ovan förslagna modifieringar skulle det kunna innebära följande förslag till åtgärder utifrån filmning av botten:

Tabell 2. Förslag till klassificering av botten inom närområdet utifrån filmning.

Täckningsgrad sulfatreducerande bakterier	Klassificering	Åtgärd
0%	Ingen påverkan	Ingen
10-30%	Viss påverkan	Utöka provtagningsintensiteten
>30%	Tydlig påverkan	Flytta odlingen

Ett förslag till provtagningsintervall för de olika undersökningarna visas i tabellen nedan. Även områden som har uppvisat tydlig påverkan och där odlingen flyttats bort bör följas upp. Detta dels för att undersöka hur området återhämtar sig och dels för att kunna bedöma när det, om möjligt, går att flytta tillbaka odlingen till den ursprungliga platsen. Då ingen ny sedimentation sker i dessa områden bör dock sedimentationsprovtagningen kunna genomföras i ett glesare provtagningsintervall än i områden med viss påverkan där odlingsverksamheten finns kvar. Valet att det tätaste intervallet mellan provtagningsstillfällena är "årligen" till skillnad från det norska systemets "sex månader" baseras på att nästan ingen odling sker under vinterhalvåret i limniska miljöer. Detta eftersom sjöarna isläggs och vattentemperaturen är mycket låg, till skillnad från marina miljöer där vattentemperaturen är mer jämn under året och odlings säsongen är längre. Filmning bör liksom enligt det norska MOM-systemets bottenundersökningar genomföras i ett flertal punkter under och i anslutning till odlingen för att både få en bild av situationen under odlingen men även utbredningen av sedimenten. Den övriga sedimentprovtagningen kan dock genomföras i något färre punkter än filmningen, men även dessa skall ge en bild av påverkan både under odlingen och i dess utkant. Samtliga provtagningspunkter skall koordinatsättas för att samma punkter skall kunna följas upp vid senare tillfällen.

Tabell 3. Förslag till provtagningsintervall. Samtliga provtagningsparametrar skall även provtas innan verksamheten påbörjas vid en ny anläggning. I annat fall provtas ett referensområde uppströms i samband med första provtagningsstillfället. Till "sedimentprovtagning" hör gasbubblor, lukt, konsistens, färg, tjocklek, volym, halt av näringsämnen och organiska ämnen.

Klassificering	Filmning	Sedimentprovtagning
Ingen påverkan	Vart tredje år	
Viss påverkan	Varje år	Vid klassificering till "viss påverkan" och därefter varje år tills annan klassificering.
Tydlig påverkan	(Flytt, se nedan)	
Uppföljning flyttad odling	Varje år	Var tredje år (dock minst första och sista året)

### C-undersökningar

Då de norska C-undersökningarna utvärderas enligt "klassificering av miljökvalitet i fjorder og kystvann. Veiledning" bör detta kunna ersättas med undersökningar enligt den svenska handboken "Status, potential och kvalitetskrav för sjöar, vattendrag, kustvatten och vatten i övergångszon". Provtagningen enligt det norska MOM-systemet tas från odlingen och till den djupaste punkten utanför odlingen och bör i limniska system kunna ersättas med liknade provtagningar mot den djupaste punkten i sjön, (om någon sådan finns nedströms odlingen), alternativt mot sjöns utlopp.

### Referenser

- Renman, O. 2013. Utvärderingar av strömmätningar vid Höga kusten. Strömmars betydelse för lokalisering av odlingslokaler och utformning av kontrollprogram i kustområden. Examensarbete i Naturgeografi. Umeå Universitet.
- Standard Norge. 2007. Miljøovervakning av bunnpåverking fra marine akvakulturanlegg. NS 9410:2007.

### Övriga

Peder Larsson, Pelagia Miljökonsult AB, personlig kommunikation 2015-11-03.