

RAPPORT

Bruk av Salsnes filterteknologi for fjerning av lakselus fra pumpevann ved et lakseslakteri

Prestvik Ø., Erikson U. og Arff J

SINTEF Fiskeri og havbruk AS

Havbruksteknologi

Februar 2010

RAPPORT

Bruk av Salsnes filterteknologi for fjerning av lakselus fra pumpevann ved et lakseslakteri

Prestvik Ø., Erikson U. og Arff J.

SINTEF Fiskeri og havbruk

Februar 2010



SINTEF Fiskeri og havbruk AS

 Postadresse: 7465 Trondheim
 Besøksadresse:
 SINTEF Sealab
 Brattørkaia 17C

 Telefon: 4000 5350
 Telefaks: 932 70 701

 E-post: fish@sintef.no
 Internet: www.sintef.no

Foretaksregisteret: NO 980 478 270 MVA

TITTEL

Bruk av Salsnes filterteknologi for fjerning av lakselus fra pumpevann ved et lakseslakteri

FORFATTER(E)

Ø. Prestvik, U. Erikson og J. Arff

OPPDRAGSGIVER(E)

Salsnes Filter AS

RAPPORTNR. SFH80 A104017	GRADERING Åpen	OPPDRAGSGIVERS REF. Jörg Mentzen	
GRADER. DENNE SIDE Åpen	ISBN 978-82-14-04941-1	PROSJEKTNR. 840297.01	ANTALL SIDER OG VEDLEGG 14 + 7 vedlegg
ELEKTRONISK ARKIVKODE Rapport_24.02.2010_endelig.doc		PROSJEKTLEDER (NAVN, SIGN.) Øyvind Prestvik <i>[Signature]</i>	VERIFISERT AV (NAVN, SIGN.) Leif Magne Sunde <i>[Signature]</i>
ARKIVKODE	DATO 2010-02-24	GODKJENT AV (NAVN, STILLING, SIGN.) Jostein Storøy, forskningssjef <i>[Signature]</i> <i>for Jostein Storøy, Torune Galloway, forskningssjef</i>	

SAMMENDRAG

Filterteknologi fra Salsnes Filter AS for fjerning av lakselus i pumpevann ble testet ved slakteriet til Midt Norsk Havbruk AS, januar 2010. Vannprøver for mikroskopering ble hentet utenfor ventemerd, i ventemerd før pumping, etter pumping like før filtrering, og etter filtrering. Det ble også hentet prøver av avspylt filtermasse. Videre ble fastsittende, bevegelige stadier av lakselus telt før og etter pumping.

Det ble ikke påvist lakselus utenfor ventemerd. I ventemerd før pumping ble det kun funnet frittlevende lusestadier. Telling av fastsittende lus på laks før og etter pumping viste at en viss andel lus løsnet fra fisken i det den ble pumpet fra ventemerd til slakteri.

Filterteknologien til Salsnes Filter fjernet parasittiske stadier av lakselus i pumpevannet effektivt, men det ble observert frittlevende stadier i rensert vann. Disse har bredde mindre enn lysåpning i filteret, som var 350 µm. Ved å velge en lysåpning på 100 - 150 µm, kan man forvente å fjerne frittlevende stadier av lus. En kan da sannsynligvis oppnå 100 % fjerning av lakselus fra pumpevannet.

I tillegg til lakselus, inneholdt avspylt filtermasse betydelige mengder fiskeskjell og slim, noe som tyder på at Salsnes Filterteknologi også fjerner organisk stoff (TOC) fra pumpevannet.

Filtrering av pumpevann ved slakteri ved bruk av filterteknologi fra Salsnes Filter kan være et viktig tiltak i kampen mot lakselus.

STIKKORD	NORSK	ENGELSK
GRUPPE 1	Havbruk	Aquaculture
GRUPPE 2	Laks	Atlantic salmon
EGENVALGTE	Vannbehandling	Water treatment
	Partikkelfjerning	Removal of solids
	Lakselus	Salmon lice

INNHALDSFORTEGNELSE

1	Innledning	3
2	Materialer og metoder	4
2.1	Fisk	4
2.2	Prøveuttak og prosesslinje	4
2.3	Vannkvalitet	5
2.4	Uttak av prøver til mikroskopiske undersøkelser	5
2.5	Bedømming av lakselus på slaktefisk.....	6
2.6	Bedømming av lakselus i vannprøver	7
3	Resultater og diskusjon	8
3.1	Antall fastsittende lus på fisk før og etter pumping.....	8
3.2	Andre observasjoner	8
3.3	Mikroskopisk analyse av vannprøver	9
3.3.1	Parasittiske stadier av lakselus	9
3.3.2	Frittlevende stadier av lakselus	10
3.3.2	Andre observasjoner	10
3.1	Vurdering av overlevelse hos lus	11
4.	Konklusjoner	12
5	Referanser	13
6	Vedlegg	14

1 Innledning

Salsnes Filter (SF) utvikler og leverer SF filterteknologi for rensing av organiske stoffer og partikler i vann. Vanlige applikasjoner er rensing av kommunalt avløpsvann og filtrering i landbaserte oppdrettsanlegg.

SF vurderer muligheten for å bruke SF filterteknologi i lakseslakterier, da det har vist seg at laks (*Salmo salar*) mister lakselus (*Lepeophtheirus salmonis*) under pumping fra ventemerde til slakteri. Ved praktisk talt alle lakseslakterier i Norge blir pumpevannet drenert vekk i en silkepose plassert like foran neste prosessstrinn, som er bedøving/avliving. Tradisjonelt føres dette pumpevannet urensset tilbake til sjøen.

Etter hvert har en i lakseindustrien blitt klar over at en bør sette inn tiltak på flere plan for å redusere faren for lusepåslag. Et slikt tiltak er å rense pumpevannet ved slakterier før vannet returneres til sjøen. SF filterteknologi er på grunn av dette installert ved lakseslakteriet til Midt-Norsk Havbruk AS (MNH) og deres datterselskap Nils Williksen AS. Produktdatablad for den aktuelle filtertypen er vist i Vedlegg 1.

For å dokumentere filterets renseeffekt på lakselus ble SINTEF Fiskeri og havbruk (SFH) engasjert av SF og MNH i desember 2009. Denne rapporten viser hvilke metoder som er benyttet under gjennomføringen av testen, forsøksresultater og konklusjoner.

Vi vil takke følgende personer for konstruktive innspill og god hjelp i forbindelse med gjennomføring og finansiering av prosjektet:

Jörg Mentzen	Salsnes Filter AS
Otto Sjølien	Salsnes Filter AS
Tore Holand	Midt-Norsk Havbruk AS
Gudbrand Sørheim	Midt-Norsk Havbruk AS
Nils Williksen	Nils Williksen AS
Ståle Ramstad	Nils Williksen AS
Terje Bakken	Kompetansेमegling Trøndelag
Trude Olafsen	akvARENA
Gunvor Øie	SINTEF Fiskeri og havbruk AS
Lasse Darell	SINTEF Fiskeri og havbruk AS

2 Materialer og metoder

2.1 Fisk

Feltarbeidet ble utført 12. januar 2010. Laksen (Stamme: Aqua Gen; Årgang: høst 2008) som ble slaktet denne dagen hadde snittvekt på 5,8 kg (rund). Siden utsett hadde fisken blitt behandlet med avlusningsmidlene; 'Slice' (1 x), 'AlphaMax' (3 x) og 'Salmosan' (3 x).

Fisken var transportert med brønnbåten *M/S Gripfisk* før den ble overført til ventemerd to dager før slakting. Brønnbåten var før transport rengjort og desinfisert med ozon og desinfeksjonsvesken *AquaDes*. Laksen var sultet i 10 dager før slakting. Slaktingen av fisk fra den aktuelle ventemerden startet ca kl 07:00 og pågikk fram til kl 14:30. Det ble slaktet i overkant av 87 tonn rund fisk denne dagen og superiorandelen var på 89 %.

2.2 Prøveuttak og prosesslinje

Fig. 1 viser den delen av prosesslinjen som ble studert i dette arbeidet. Figuren viser også hvor vannprøver og fisk til lusetelling ble tatt ut. Fisken ble pumpet ved bruk av to C-flow trykk/vakuumpumper koplet i parallell. Pumpen var plassert på ventemerden slik at løftehøyden på sugesiden var lav (2 - 3 m). Fisken ble pumpet ca 100 m gjennom rør med diameter 14" inn på slakteriet. Løftehøyden på trykksiden var 5 - 6 m. For mer informasjon om prosesslinjen, se Vedlegg 2.

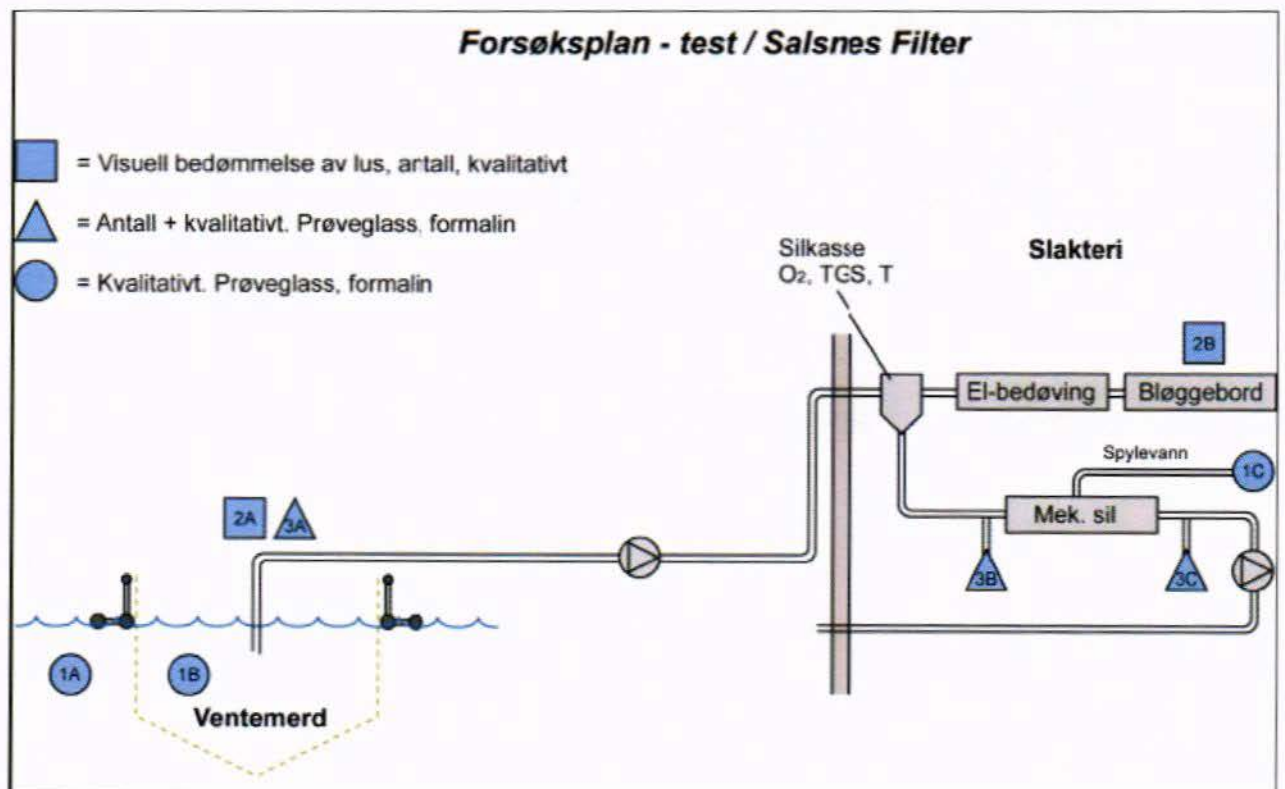


Fig. 1 Forsøksplan. Telling av lus på laksen ble foretatt før pumping ved ventemerd (2A) og etter pumping ved bløggebord (2B). Vannprøver ble hentet utenfor ventemerd (1A), i ventemerd under trenging (1B), før filtrering (3B), og etter filtrering (3C). I tillegg ble det hentet prøver fra avspylt filtermasse (1C) (fra automatisk rengjøring av filterduk)

2.3 Vannkvalitet

Vannkvalitet (temperatur, oksygenmetning, total gassmetning og nitrogenmetning) ble registrert før pumping i ventemerde, og like før filtrering (Tabell 1). Med hensyn til fiskens krav, ser vi at den hadde tilstrekkelig med oksygen for respirasjon og at vannet var svakt overmettet med hensyn på totalgassmetning og nitrogenmetning. Det er lite trolig at den svake overmetningen skapte problemer for fisken under trengning og pumpetransport.

Tabell 1 Midlere vanntemperatur og gassmetning i ventemerde og like etter pumping og avsiling, før filtrering (n = 12 - 14)

	kl 09 - 10 Før pumping, i ventemerde	kl 12 - 14 Etter pumping, før filtrering
Vanntemperatur, °C	4,5	4,5
Oksygenmetning, %	74	97
Totalgassmetning, %	94	103
Nitrogenmetning, %	99	105

2.4 Uttak av prøver til mikroskopiske undersøkelser

Vannprøver for mikroskopering ble tatt ut på følgende steder og med følgende gjentak (se også Fig. 1):

- Utenfor ventemerde 1A (n = 2)
- Inne i ventemerde 1B (n = 2)
- Før filtrering 3B (n = 5)
- Etter filtrering 3C (n = 4)

Vannprøvene ble hentet med en 10 L bøtte. Prosedyren ble gjentatt fem ganger, slik at totalt prøvevolum alltid ble 50 L. For innhenting av vannprøver i, og utenfor ventemerde, ble bøtta påmontert et lodd før den ble senket ned til 2 - 3 m dyp (Fig. 2). Vannprøve før filtrering ble hentet i vannsøyle ovenfor filterduk. Vannprøver etter filtrering ble hentet fra tappeanordning på SF filterteknologi. Alle vannprøvene ble filtrert gjennom en zooplanktonhåv med maskevidde 100 µm (Fig. 3). Her ble partikulært materiale og levende organismer (som lus) oppkonsentrert i en samle kopp på 35 mL. Dette volumet ble overført til prøveflasker før prøven ble fiksert ved tilsats av 2 mL av en 20 % formalinløsning.

Det ble også samlet inn prøver av avspylt filtermasse (1C, Fig. 1), samt ufiltrert vann (3B, Fig 1) for å studere lakselus fra pumpevann mellom ventemerde og slakteri. Rent sjøvann ble tilsatt prøvene, slik at totalvolumet i hver flaske ble 500 mL (prøveflaskevolum). Disse prøvene ble ikke formalinbehandlet. Prøvene ble oppbevart nedkjølt i lukkede beholdere uten oksygentilførsel og transportert til SFH samme dag. Her ble flaskene oppbevart uten lokk ved 12 °C, før de ble overført til glassboller med ferskt sjøvann påfølgende dag (13. januar).

15. januar ble eggstrenger plukket fra prøvene av filtermasse og oppkonsentrert gjennom en zooplanktonhåv med maskevidde (20 µm), før løse luseegg og eggstrenger ble overført til et forsøkskar med friskt sjøvann. Målet var å undersøke luseeggens levedyktighet i et overlevelsesforsøk. Forsøkskaret ble daglig tilsatt alger (*Rhodomonas*).

Det ble tatt ut prøver til mikroskopisk analyse og fotodokumentasjon den 19- 28. januar. Forsøket ble avsluttet etter to uker.



Fig. 2 Uttak av vannprøve i ventemerd, før pumping, ved hjelp av nedsenket 10 L bøtte, markert med gul ring



Fig. 3 Filtrering av vannprøver ved bruk av zooplanktonhåv (maskevidde 100 μm)

2.5 Bedømming av lakselus på slaktefisk

Bevegelige og fastsittende stadier av lakselus ble bedømt på slaktefisk ($n = 30$) før og etter pumping i samarbeid med trenet person fra MNH (Vedlegg 3). Inne i slakteriet ble bedømmingen utført av samme person, før bløgging og etter at laksen var elektrobedøvd.

2.6 Bedømming av lakselus i vannprøver

Vannprøvene ble analysert kvalitativt og kvantitativt ved SFH. Alle stadier av lus ble bedømt ved mikroskopering. Hver enkelt prøve ble undersøkt ved at hele prøven ble tømt i en petriskål som så ble mikroskopert. Påvisninger av de ulike lusestadiene ble notert ned fortløpende. Fotodokumentasjon ble også benyttet. Resultatene (formalinbehandlede prøver) ble kvantifisert ved at antall lus i de ulike stadiene ble telt opp og relatert til et filtrert prøvevolum på 50 L.

3 Resultater og diskusjon

3.1 Antall fastsittende lus på fisk før og etter pumping

Fig. 4 viser antall lakselus per fisk i ventemerd, samt etter pumping og elektrobedøving. Tallene viser summen av hunn- og hannlus. Vi ser at pumpetransporten av fisk fra ventemerd fram til bløgging medførte at midlere antall lus per fisk ble redusert. Reduksjonen i antall lus for de ulike stadiene var grovt sett; fra 3 til 2 (voksne, kjønnsmoden), fra 8 til 2 (bevegelig preadult), og fra 2 til < 1 (fastsittende Chalimus I-IV). For fysiske mål på de ulike lusestadiet, se Vedlegg 4.

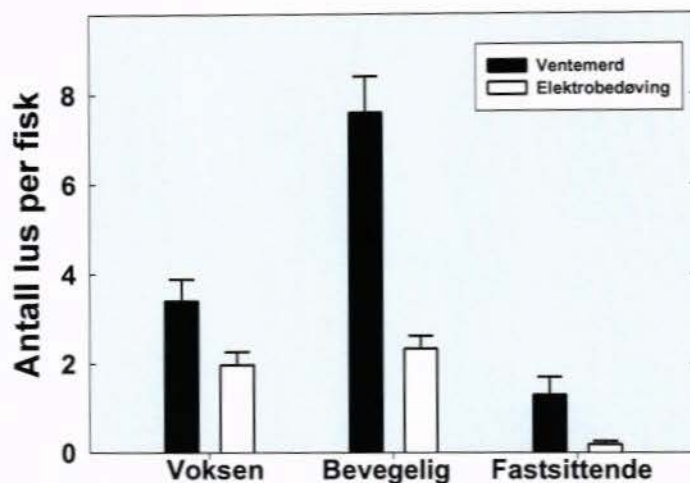


Fig. 4 Midlere antall lus (hunn- og hannlus) per slaktelaks i ventemerd, samt etter pumping og elektrobedøving. Vi ser at en viss andel lus løsner fra laksen under pumpetransport fra ventemerd til slakteri. Terminologi i figur: 'Voksen' = adult, kjønnsmoden lus eventuelt med eggstrenger, 'Bevegelig' = 'preadult I & II', 'Fastsittende' = Chalimus I - IV

3.2 Andre observasjoner

I tillegg til lus, ble det observert mye fiskeskjell og slim i filtermassen (prøve 1C, Fig. 1). Det er fra før kjent at trykk-/vakuumpumping er stressende for laksefisk (Mejdell et al. 2009; Erikson 2008). Når laks utsettes for stress skiller fisken ut slim (glykoproteiner). Sannsynligvis løsner dette etter hvert, noe som trolig er årsaken til at en kan observere skumming når laksen holdes ved høye fisketettheter, spesielt i lukkede systemer som for eksempel i brønnbåter som går med stengte inntaksventiler. Vannprøver fra slike systemer viser ofte et høyt innhold av total organisk karbon (TOC) (Erikson 2008). En sannsynlig forklaring på at lus løsner fra laksen ved pumping kan derfor være: (a) stress, trengsel og mekaniske påkjenninger for fisken under pumpeprosessen; (b) tap av slim; (c) et stort slimtap vil trolig føre til at fisken lettere mister skjell; (d) ved tap av slim og skjell, følger lusa med. 'Lusefjerningen' i denne sammenheng er derfor en konsekvens av uheldige omstendigheter. Her må dog påpekes at det per i dag ikke umiddelbart finnes alternativ teknologi tilgjengelig for å overføre levende fisk fra ventemerd til slakteri på en mer skånsom måte. Resultatene viser videre at det er et behov for å samle opp lus som løsner fra laks i denne prosessen ved hjelp av mekanisk siling.

Etter pumping var det svært mye skumming i ufiltrert vann (se Vedlegg 2). Dette er i tråd med tidligere publiserte data vedrørende høye verdier av TOC, trolig på grunn av slimtap (se diskusjon ovenfor). Ved filtrering av rensert vann med zooplanktonhåv skummet vannet betydelig mindre

enn før filtrering. Videre observerte vi at den avspylte filtermassen hadde tildels et skumaktig preg, som inneholdt lakseskjell og lakselus (Fig. 5). Mye tyder derfor på at SF filterteknologi i ukjent grad også fjerner skum (TOC) fra pumpevannet, i tillegg til lakselus og lakseskjell.

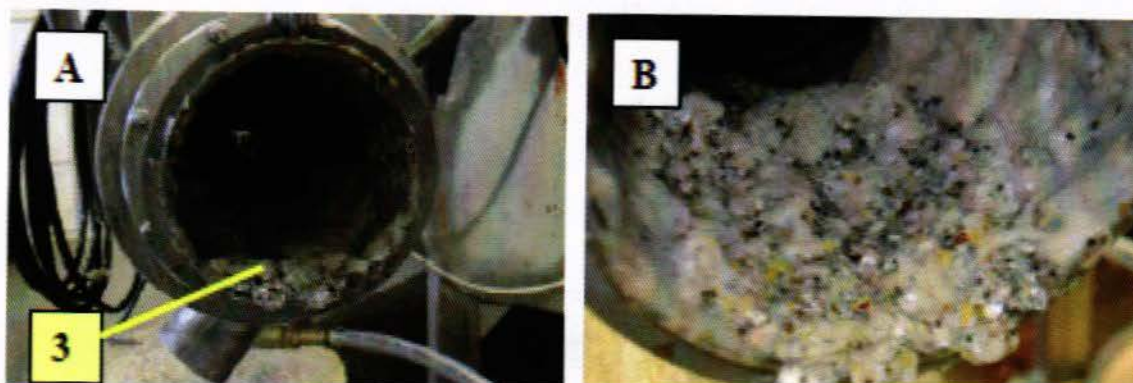


Fig. 5 (A) Uttak av oppsamlet filtermasse (3). (B) Nærbilde av filtermassen som besto av store mengder lakseskjell, lakselus i ulike stadier, slim, diverse faste partikler, og trolig også annet organisk materiale. Filtermassen gikk til ensilasjetank for destruering

3.3 Mikroskopisk analyse av vannprøver

3.3.1 Parasittiske stadier av lakselus

Overlevelse av parasittiske stadier (Chalimus, preadulte og adulte individ) og eggstrenger som blir tilført sjøen via urensset utslipp fra lakseslakterier, kan utgjøre en risiko for spredning av lus mellom oppdrettslokaliteter og til ville laksebestander.

I dette forsøket ble det påvist eggstrenger og parasittiske stadier av lakselus før filtrering, men ikke i ventemerde, eller i rensset vann (Fig. 6; Vedlegg 5 og Vedlegg 6). Dette tyder på at eggstrenger og parasittiske lusestadier løsner fra vertsfisken under pumping fra ventemerde til slaktelinje, og at disse ikke passerer filteret med maskevidde 350 μm . Med en god løsning for oppsamling og destruering av filtermasse vil risikoen for tilførsel av eggstrenger og parasittiske lusestadier til sjø og mulig spredning med havstrømmer bli stoppet. Hos MNH blir denne filtermassen destruert ved ensilering.

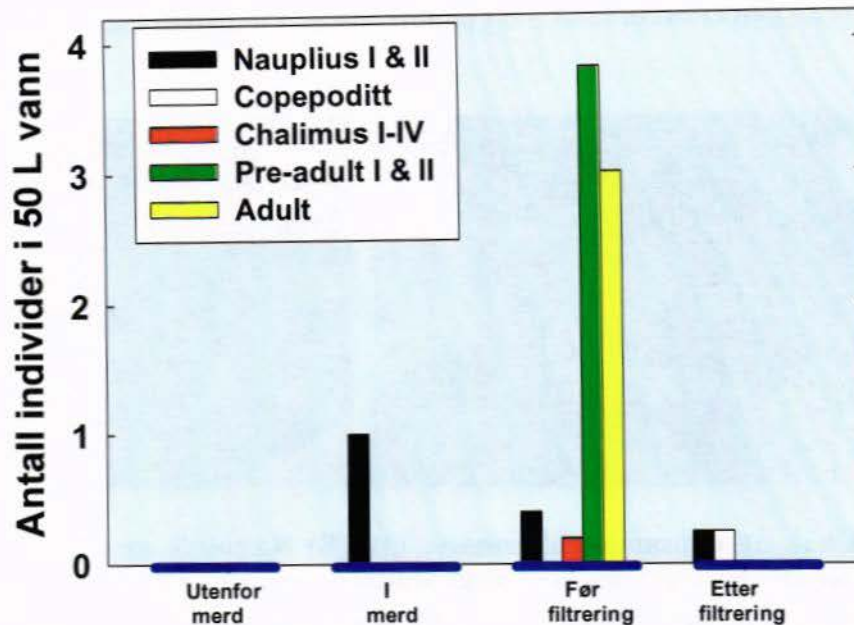


Fig. 6 Midlere antall av ulike stadier lakselus i vannprøver tatt utenfor ventemerdd, i ventemerdd under trenging, like før filtrering (etter pumping), og etter filtrering. Antall lus på hvert punkt er basert på filtrering av 50 L sjøvann gjennom en zooplanktonhåv med lysåpning 100 μm . Figuren viser også at lus i bevegelige stadier løsner fra fisken i forbindelse med pumpeprosessen og at disse fjernes i filterteknologien fra Salsnes Filter (lysåpning 350 μm)

3.3.2 Frittlevende stadier av lakselus

Lakselus har tre frittlevende (planktoniske) larvestadier (nauplius I og II, samt copepoditt) som utgjør en risiko for smittespredning mellom oppdrettslokaliteter og til ville laksebestander via passiv transport med havstrømmer.

I prøvene av rensset vann, ble det påvist frittlevende stadier av lakselus, noe som betyr at disse passerte filterduk med lysåpning 350 μm . Med bakgrunn i data publisert av Schram (2004) (Vedlegg 4) ser vi at det er bredden på luselarvene (< 300 μm), og ikke lengden (> 500 μm), som er avgjørende for hvorvidt de passerer silduken eller ikke. Det ser derfor ut til at larvestadiene av lakselus kan orientere seg parallelt med vannstrømmen i det de passer filterduken. Ved valg av maskevidde på silduk må man således vurdere hvor stor lysåpningen maksimalt kan være med utgangspunkt i luselarvenes bredde. Ved å velge en lysåpning på 100 - 150 μm , kan man forvente å fjerne frittlevende lusestadier. En kan da sannsynligvis oppnå 100 % fjerning av lakselus fra pumpevannet.

3.3.2 Andre observasjoner

I tillegg til både frittlevende planktoniske og parasittiske stadier av lakselus, ble det også observert planktonorganismer (dyreplankton og planktonalger) med størrelse inntil 500 μm i innsamlet prøvemateriale (Vedlegg 5). Dette er vanlig forekommende planktonorganismer i sjøen og det har derfor ingen betydning om disse passerer filteret.

3.1 Vurdering av overlevelse hos lus

Parasittiske lusestadier i prøvene av filtermassen overlevde transport fra slakteriet til SFH, samt oppbevaring på Forsøksrom 1 over natten til neste dag (13. januar). Etter overføring fra prøvebeholdere til glassboller ble det observert bevegelse hos luseindivid.

I to forsøkskar med eggstrenger klekket eggene, og den 19. januar ble det observert med blotte øyet små svømmende organismer i vannsøyla (sannsynligvis klekkede lakselus). Det ble tatt ut prøve til undersøkelse i mikroskop hvorpå nauplistadie I ble påvist. Utviklingen fra naupli I til naupli II og copepoditt ble fulgt gjennom ytterligere prøvetaking og påfølgende mikroskopering, samt fotodokumentasjon den 20.- 28. januar (Vedlegg 7). Dette betyr at lakselusegg fra pumpevann kan klekke og gi levedyktige avkom, og at filtrering av transportvann fra ventemerde til slakteri er nødvendig for å hindre at levedyktige lakselusegg havner i sjøen.

I forsøkskar som innholdt prøven av ufiltrert vann, ble det ikke observert svømmende organismer med det blotte øye i forsøksperioden. I ettertid (etter lusetelling) viste det seg at antall lus i ulike stadier var beskjedent i prøvene, basert på et vannvolum på 50 L. Vi anbefaler derfor å øke filtrert prøvevolum betraktelig ved framtidige studier.

4. Konklusjoner

- Vannprøver til analyse var basert på filtrering av et volum på 50 L. Senere analyser viste at det var relativt få lus på ulike stadier i dette vannvolumet. Resultatene og konklusjonene bør ses i lys av dette.
- Det ble ikke påvist lakselus i vannprøver tatt like utenfor ventemerd.
- Det ble ikke påvist lus i bevegelige stadier i vannprøver fra ventemerd, til tross for at fisketettheten var høy ved uttak av prøve.
- Telling av fastsittende lus på laks før og etter pumping viste at en viss andel lus løsnet fra fisken i det fisken ble pumpet fra ventemerd til slakteri.
- SF filterteknologi fjernet effektivt parasittiske stadier av lakselus.
- Det ble observert frittlevende stadier av lakselus i rensert vann. Lus i disse stadiene har mindre bredde enn maskevidden i filteret som ble benyttet under forsøket (350 μm). Ved å redusere maskevidde til 100 -150 μm , kan en sannsynligvis også fjerne frittlevende stadier.
- I tillegg til lakselus i ulike stadier, inneholdt avspylt filtermasse betydelige mengder fiskeskjell og slim.

5 Referanser

Erikson U 2008 Live chilling and carbon dioxide sedation at slaughter of farmed Atlantic salmon: A description of a number of commercial case studies. *Journal of Applied Aquaculture* 20: 38-61.

Mejdell CM, Midling KØ, Erikson U, Evensen TH, Slinde E 2009 Evaluering av slaktesystemer for laksefisk i 2008. Fiskevelferd og kvalitet. *Veterinærinstituttets rapportserie 01-2009*, Veterinærinstituttet, Oslo, 61p.

Schram TA 1993 Supplementary descriptions of the development stages of *Lepeophteius salmonis* (Krøyer, 1837) (Copepoda: Caligidae). In: *Pathogens of wild and farmed fish: sea lice* (ed. GA Boxshall and D Defaye), pp 30-47. Chichester: Ellis Horwood Ltd.

Schram TA 2004 Practical identification of pelagic sea lice larvae. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 84: 103-110.

6 Vedlegg

Vedlegg 1: Produktdatablad, Salsnes Filter

Vedlegg 2: Pumping av fisk fra ventemerd til slakteri og rensing av pumpevann

Vedlegg 3: Telling av fastsittende lus på laks før og etter pumping

Vedlegg 4: Fysiske mål på lakselus ved ulike stadier

Vedlegg 5: Resultater fra mikroskopiske analyser

Vedlegg 6: Fotodokumentasjon av mikroskopiske analyser

Vedlegg 7: Fotodokumentasjon: overlevelsesforsøk

Vedlegg 1. Produktdatablad, Salsnes Filter

salsnes
Filter

Salsnes Filter AS, Verftsgt. 11
7800 Namsos, Norway

Tel: +47 74 27 48 60
Fax: +47 74 27 48 59

www.salsnes-filter.no
Email: firmapost@salsnes-filter.no

Product description

Salsnes Filter

SF series

Salsnes Filter SF series

Salsnes Filter SF series are fully automated mechanical wastewater treatments systems for primary treatment in municipal or industrial applications, made to meet the requirements set in the European Council Directive 91/271/EEC (May 21, 1991) regarding urban wastewater treatment. The SF series also includes integrated dewatering for the filtrated sludge. The system is prepared for odour control with it's enclosed design and connection pipe for ventilation and odour control systems.

SF models (stand-alone) are provided in 4 different basic versions supporting a wide range of flow rates and with no limitations in flow capacity designs. Version without dewatering and mirrored versions to ease connections for duty/standby or parallel operation may also be provided on request. The systems are provided in stainless steel 304 or 316L dependent on requirements.



salsnes
Filter

Boks 279

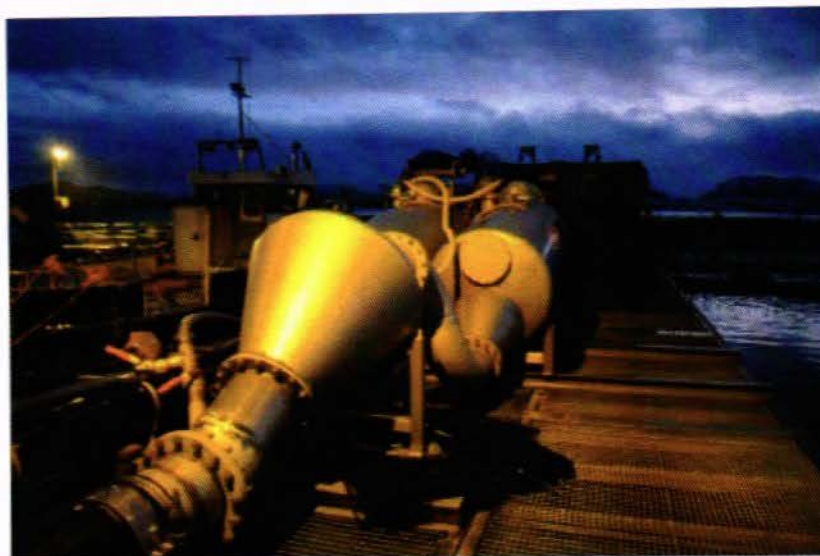
7801 Namsos, Norway

Tel: +47 74 27 48 60

www.salsnes-filter.no

firmapost@salsnes-filter.no

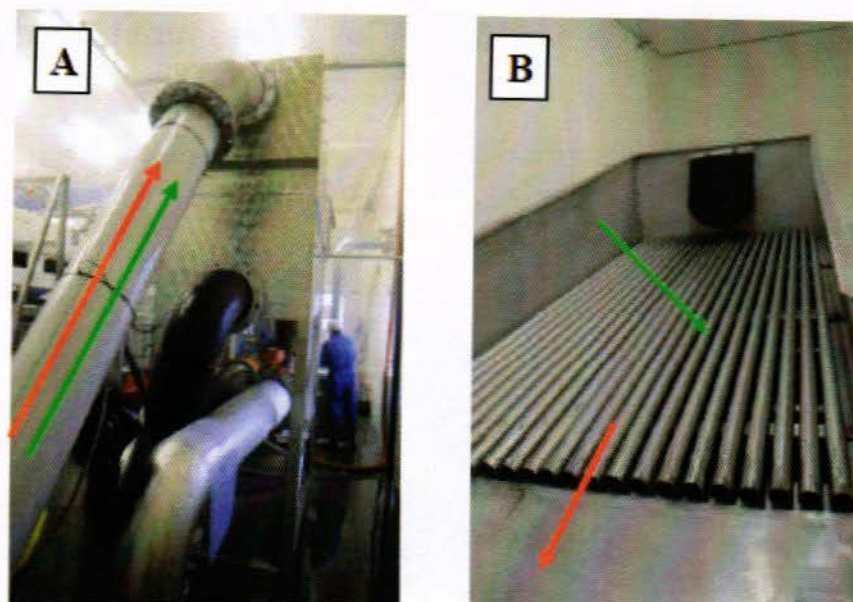
Vedlegg 2. Pumping av fisk fra ventemerd til slakteri og rensing av pumpevann



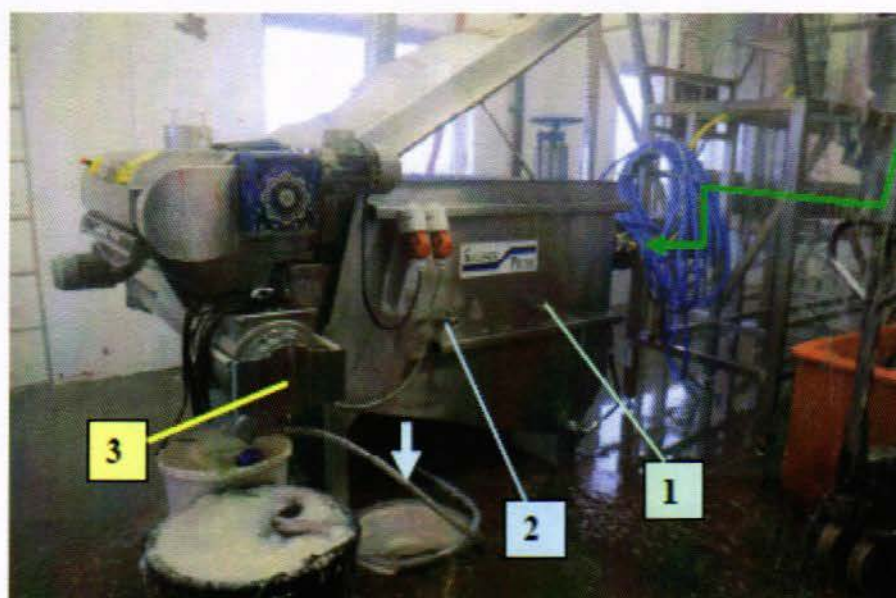
Fisken pumpes til slakteri fra ventemerd ved bruk av doble vakuumpumper plassert ved merdkanten.



Fisken pumpes i rør (Ø 14") inn på slakteriet (blå stiplet linje). Løftehøyden (trykkside) er ca 5-6 m. Første prosessstrinn inne i bygningen er avsiling av pumpevann i en silkase. Deretter går fisken til elektrobedøving, mens pumpevannet går til mekanisk filter (testet i denne rapporten)

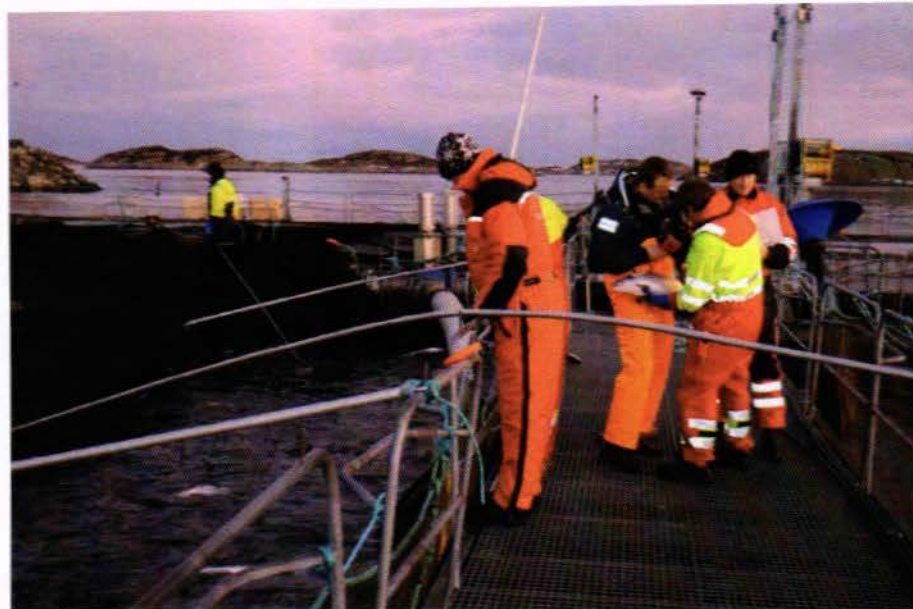


Drenering av pumpevann i silkasse. Det er vannet herfra som renses ved bruk av et Salsnes mekanisk filter, før det føres tilbake til sjøen. A: Laksen (rød pil) kommer inn i silkassen med pumpevannet (grønn pil). B: Vannet dreneres vekk i silkassen og går til filtrering før utslipp (grønn pil) mens fisk (rød pil) går videre til elektrobedøving



Et Salsnes filter for filtrering av pumpevann. Innløp fra silkasse (grønn pil). Under testing ble det tatt ut vannprøver før rensing (1, tilsvarer punkt 3B i Fig. 1) og etter rensing (2, tilsvarer punkt 3C i Fig. 1). I tillegg ble det tatt ut prøver av avspylt "filtermasse" fra filterduk (3, tilsvarer punkt 1C i Fig. 1). Filtermassen inneholdt lakselus, fiskeskjell, slim, faste partikler og trolig annet organisk materiale. Filtermassen blir senere destruert i ensilasje. Den lys blå pilen under filteret representerer rensset vann som går via sluk ut i sjø

Vedlegg 3. Telling av fastsittende lus på laks før og etter pumping

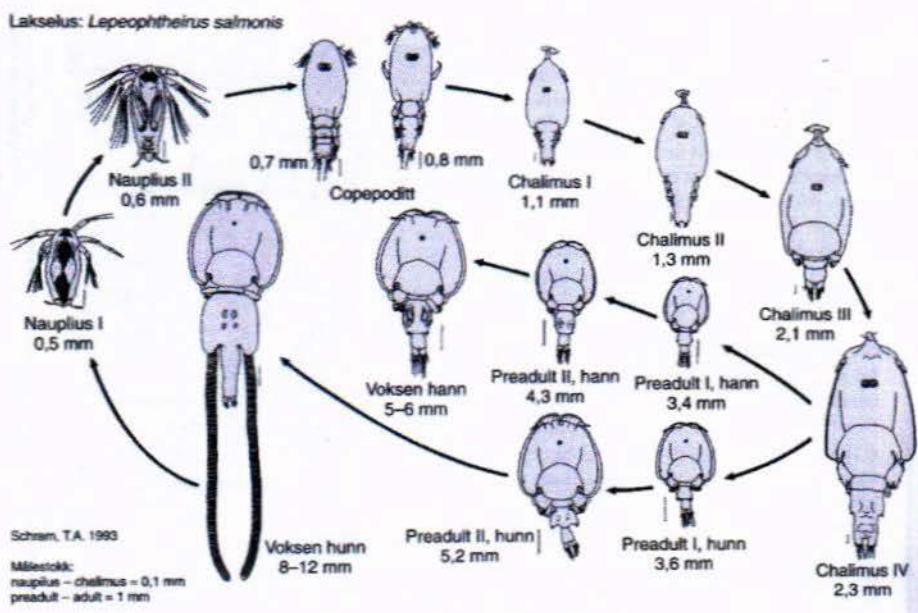


Ventemerd: telling av lus på 30 laks før pumping



Bløggebord: telling av lakselus på 30 elektrobedøvede fisk (etter pumping)

Vedlegg 4. Fysiske mål på lakselus i ulike stadier



Livssyklus til lakselus (Schram 1993).

Lengde (μm) og bredde (μm) til frittlevende planktoniske larvestadier av lakselus (*L. salmonis*) og skottelus (*C. elongatus*). Tabellen er hentet fra Schram 2004.

	Nauplius I	Nauplius II	Copepodid
<i>L. salmonis</i>			
Length \pm SD	540 \pm 40	560 \pm 10	700 \pm 10
Width \pm SD	220 \pm 10	200 \pm 10	280 \pm 10
N	25	16	25
Johnson & Albright, 1991			
Length \pm SD, range	511 \pm 24, 470-575	606 \pm 10, 590-620	684 \pm 16, 658-709
Width \pm SD, range	188 \pm 8, 165-200	205 \pm 10, 195-230	229 \pm 7, 223-252
N	30	22	15
Schram, 1993			
<i>C. elongatus</i>			
Length \pm SD, range, N	448 \pm 5, 441-585, 10	487 \pm 20, 455-533, ?	661 \pm 30, 580-810, 308
Piasecki, 1996			
Length \pm SD			
Early	404 \pm 3		
Mid	444 \pm 3	504 \pm 3	756 \pm 3
Late	481 \pm 1	550 \pm 3	
N	20-24	20-24	20-24
Width \pm SD			
Early	226 \pm 3		272 \pm 2
Mid	208 \pm 3	182 \pm 1	
Late	194 \pm 2	226 \pm 2	
N	20-24	20-24	20-24
Pike et al., 1993			
Length \pm SD, range, N	440 \pm 12, 430-460, 4 451 \pm 13, 431-469, 8 467 \pm 9, 444-482, 27	490 \pm 15, 468-507, 10 515 \pm 12, 490-540, 11 532 \pm 7, 520-545, 12	624 \pm 13, 610-640, 15 702 \pm 10, 690-715, 3
Width \pm SD, range, N	180 \pm 9, 165-190, 8 193 \pm 11, 180-210, 4	182 \pm 6, 175-200, 11 185 \pm 5, 177-190, 10	212 \pm 7, 200-220, 16 240, 3
Present publication	203 \pm 5, 190-209, 27	200 \pm 5, 190-203, 12	

Vedlegg 6. Fotodokumentasjon av mikroskopiske analyser



Frittlevende luselarve, nauplius II, i prøve (Prøveid. 3, Vedlegg 5) tatt ut i ventemerd (1A, Fig. 1). Lengden er 550 μm



Frittlevende luselarve, nauplius II, i prøve (Prøveid. 8, Vedlegg 5) av rensset vann (3C, Fig. 1). Lengden er 553 μm

Foto: Johanne Arff, SINTEF Fiskeri og havbruk



Parasittisk lusestadie, Chalimus IV, i prøve (Prøveid. 5, Vedlegg 5) tatt ut før filtrering (3B, Fig. 1). Lengden er ca 3 mm

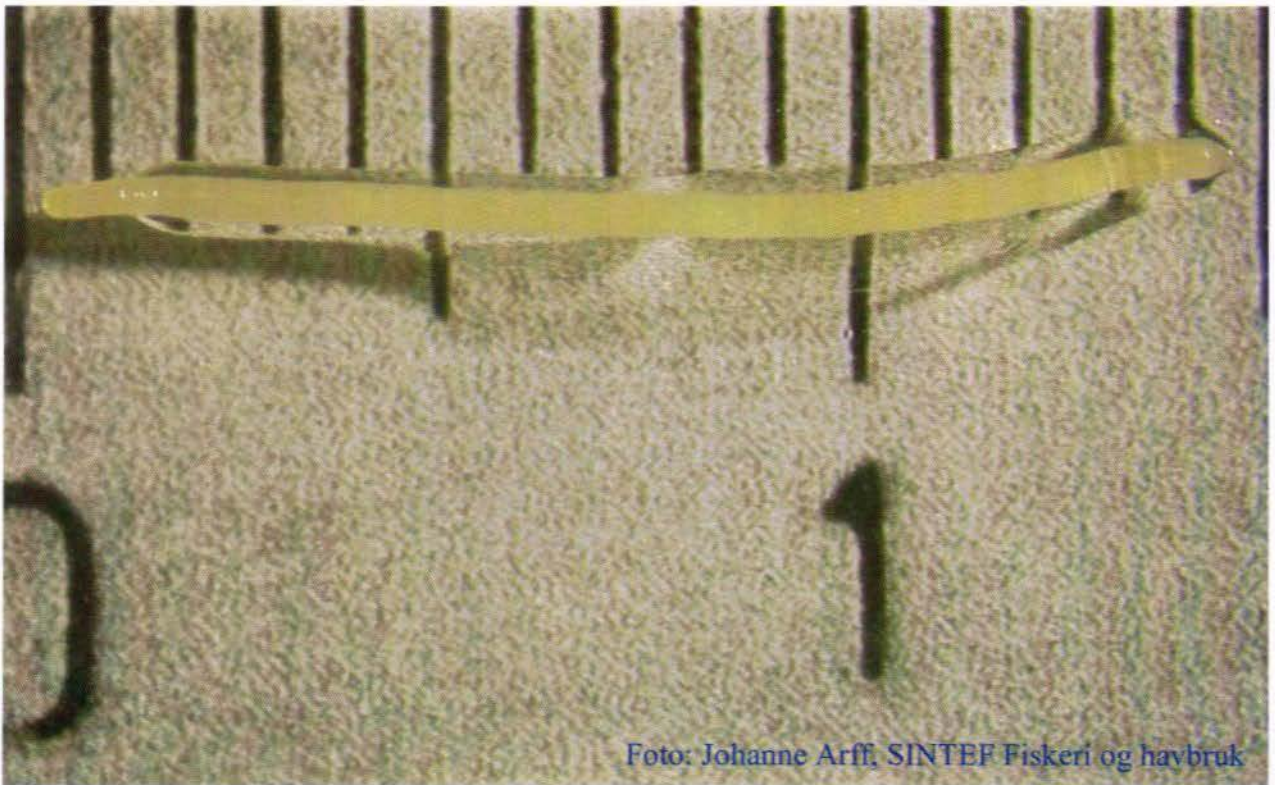


Foto: Johanne Arff, SINTEF Fiskeri og havbruk

Løs eggstreng i prøve (Prøveid. 11, Vedlegg 5) tatt ut før filtrering (3B, Fig. 1). Lengden er ca 14 mm



Foto: Johanne Arff, SINTEF Fiskeri og havbruk

Adult hann i prøve (Prøveid. 5, Vedlegg 5) tatt ut før filtrering (3B, Fig. 1). Lengden er ca 7 mm

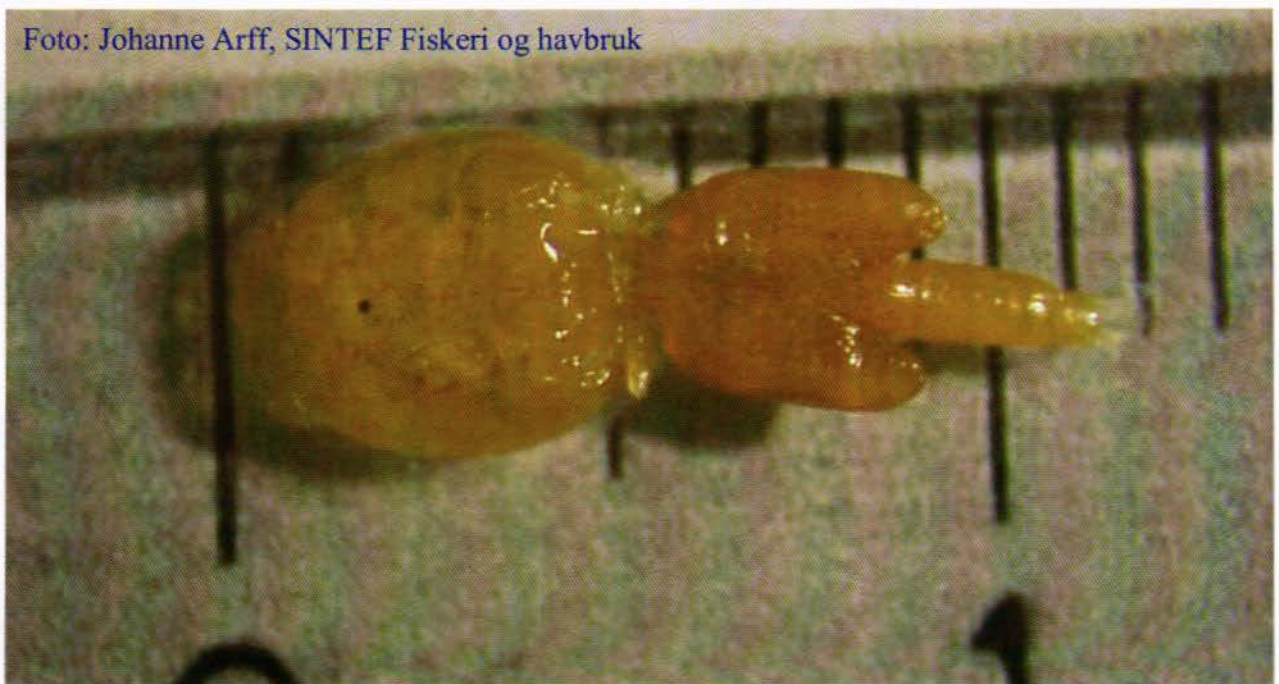


Foto: Johanne Arff, SINTEF Fiskeri og havbruk

Adult hunn i prøve (Prøveid. 6, Vedlegg 5) tatt ut før filtrering (3B, Fig. 1). Lengden er ca 12 mm

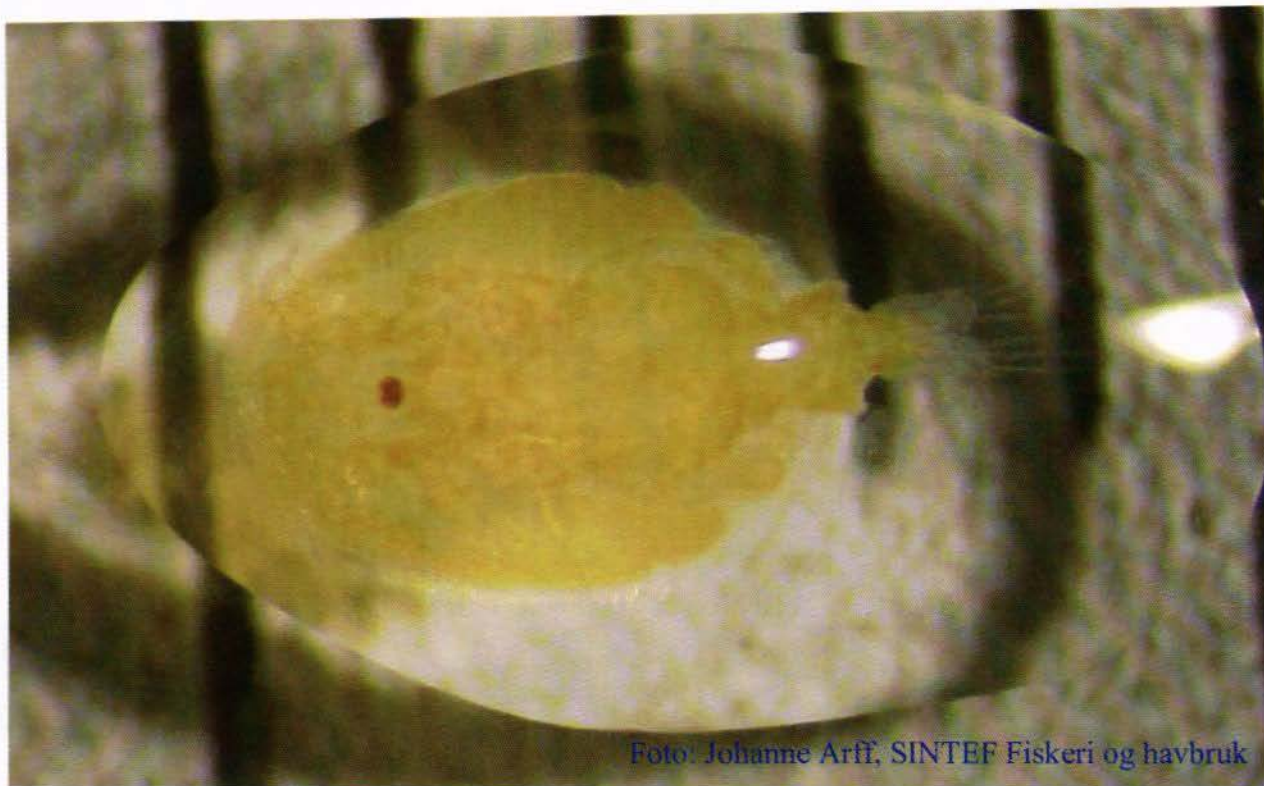


Foto: Johanne Arff, SINTEF Fiskeri og havbruk

Preadult I hunn i prøve (Prøveid. 11, Vedlegg 5) tatt ut før filtrering (3B, Fig. 1). Lengden er ca 4 mm

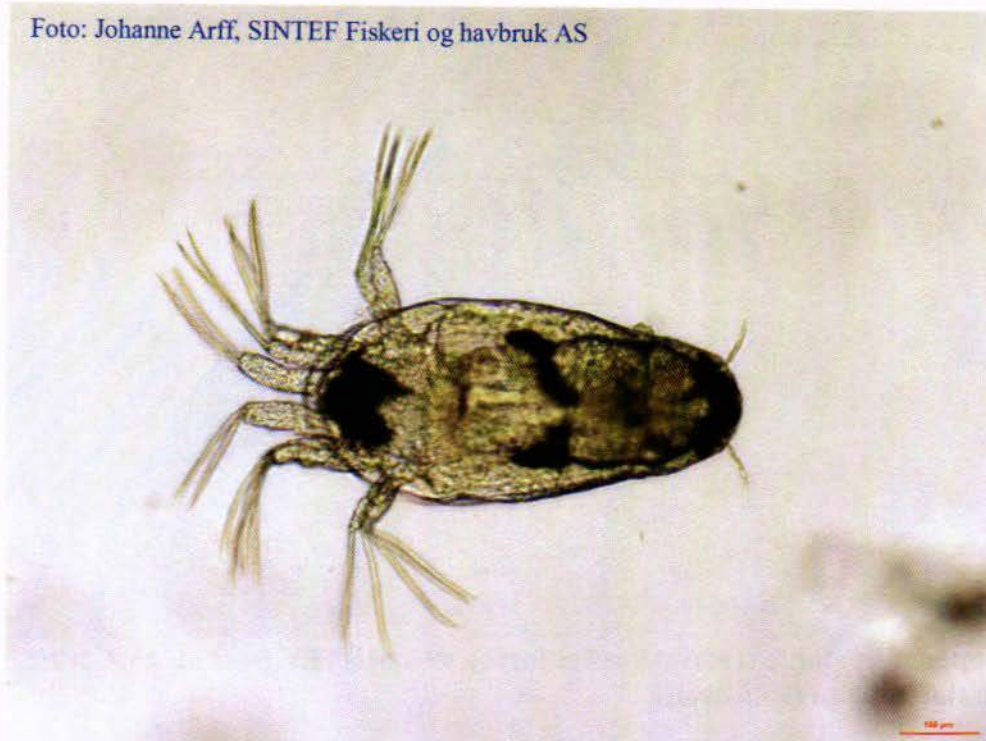


Foto: Johanne Arff, SINTEF Fiskeri og havbruk

Predadult II hunn i prøve (Prøveid. 11, Vedlegg 5) tatt ut før filtrering (3B, Fig. 1). Lengden er ca 6 mm

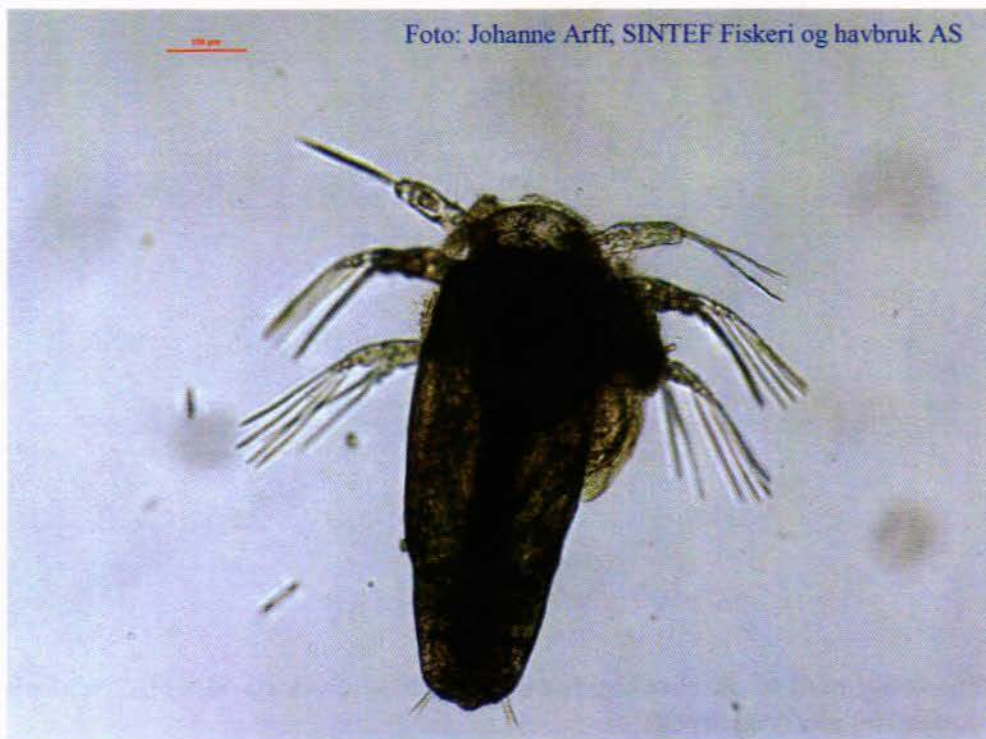
Vedlegg 7. Fotodokumentasjon: overlevelsesforsøk

Foto: Johanne Arff, SINTEF Fiskeri og havbruk AS



Nauplii stadie I fra overlevelsesforsøk ved SINTEF SeaLab 20.1.2010.
Skala: 100 μm (rød strek)

Foto: Johanne Arff, SINTEF Fiskeri og havbruk AS



Nauplii stadie II fra overlevelsesforsøk ved SINTEF SeaLab 28.1.2010.
Skala: 100 μm (rød strek)



Foto: Johanne Arff, SINTEF Fiskeri og havbruk AS

**Copepoditt stadiet fra overlevelsesforsøk ved SINTEF SeaLab 25.1.2010.
Skala: 100 μ m (rød strek)**



Foto: Johanne Arff, SINTEF Fiskeri og havbruk AS

**Eggstreng med to uklekte egg fra overlevelsesforsøk på SINTEF SeaLab 28.1.2010.
Skala: 100 μ m (rød strek)**