

A24309 - Åpen

Rapport

Dialogmøte om teknologi for trenging av fisk i merd

Referat fra dialogmøte avholdt på Radisson Blu Hotel Værnes den 19.3.2013 av SINTEF Fiskeri og havbruk, i samarbeid med Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond

Forfatter(e)

Kristian Henriksen

Leif Magne Sunde, Hanne Digre, Eirik Svendsen, Per Rundtop, Ulf Erikson



Rapport

Dialogmøte om teknologi for trenging av fisk i merd

Referat fra dialogmøte avholdt på Radisson Blu Hotel Værnes den 19.3.2013 av SINTEF Fiskeri og havbruk, i samarbeid med Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond

EMNEORD:

Dialogmøte
Innspill
Trenging
Stress
Produksjonsmerd
Ventemerid
Dødelighet
Pre-rigor
Teknologi
Sensor

VERSJON

1

DATO

2013-04-19

FORFATTER(E)

Kristian Henriksen
Leif Magne Sunde, Hanne Digre, Eirik Svendsen, Per Rundtop, Ulf Erikson

OPPDRAGSGIVER(E)

Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond

OPPDRAGSGIVERS REF.

201300023- / 449

PROSJEKTNR

FHF prosjektnummer 900887

ANTALL SIDER OG VEDLEGG:

26+ vedlegg

SAMMENDRAG

SINTEF Fiskeri og havbruk arrangerte den 19. mars 2013, i samarbeid med Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond (FHF), et dialogmøte med fokus på *teknologi for trenging av fisk i merd*.

Under møtet ble status for gjeldene teknologi og operasjoner for trenging av fisk i merd, samt resultater fra forskningsprosjekter tilknyttet trengingeprosessen, presentert. Videre ble det samlet innspill om utfordringer tilknyttet trenging av fisk i produksjons- og ventemerid fra oppdrettsbedrifter, leverandørindustri og FoU-miljøer.

Disse innspillene danner et godt grunnlag for eventuelle FoU-aktiviteter for å kunne forbedre metoder og løsninger for trenging av fisk i merd.

UTARBEIDET AV

Kristian Henriksen

SIGNATUR

**KONTROLLERT AV**

Hanne Digre

SIGNATUR

**GODKJENT AV**

Marit Aursand

SIGNATUR

**RAPPORTNR**

A24309

ISBN

978-82-14-05632-7

GRADERING

Åpen

GRADERING DENNE SIDE

Åpen

Historikk

VERSJON	DATO	VERSJONSBEKRIVELSE
1	2013-04-19	Endelig versjon

Innholdsfortegnelse

1	Innledning	4
1.1	Introduksjon.....	4
1.2	Bakgrunn for dialogmøtet.....	7
1.3	Formål.....	8
2	Program og gjennomføring	9
3	Deltagerliste og gruppefordeling	11
4	Foredrag	12
5	Gruppearbeid	17
5.1	Oppgaver.....	17
5.2	Innspill fra gruppearbeidet.....	19
5.2.1	Nye teknologiske konsepter for skånsom trenging i merd.....	19
5.2.2	Nye sensorsystemer for styring og kontroll av trengeprosessen.....	20
5.2.3	Adferd vs. teknologi – interaksjonen mellom laks og teknologi i en trengoperasjon ...	21
6	Oppsummering og veien videre	23
7	Konklusjon	24
7.1	Forslag til videre arbeid.....	24
8	Referanser	25

BILAG/VEDLEGG

1 Innledning

SINTEF Fiskeri og havbruk arrangerte den 19. mars 2013, i samarbeid med Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond (FHF), et dialogmøte med fokus på *teknologi for trenging av fisk i merd*.

1.1 Introduksjon

Dødelighet i norsk lakseoppdrett har de senere år fått et sterkere og sterkere fokus (Gullestad et al., 2011, Mattilsynet, 2011a, Mattilsynet, 2011b, Riksrevisjonen, 2012). I Norge har dødelighetsprosenten vært relativt stabil siden midten av 1990-tallet. Avhengig av beregningsmetodikk har dødeligheten ligget på rundt 8 prosent (Omløpstap per kalenderår) eller 20 prosent (Generasjonstap per utsettsår) (Gullestad et al., 2011).

Legger en *generasjonstap per utsettsår* til grunn, har Norge hatt følgende fylkesfordelte dødelighet siden 1998 (tabell 1.1).

Tabell 1.1: Fylkesvis dødelighetsprosent for lakseoppdrett i Norge, 1998-2009 (Gullestad et al., 2011)

År	Totalt i Norge	Øvrige fylker	Rogaland	Hordaland	Sogn og Fjordane	Møre og Romsdal	Sør-Trøndelag	Nord-Trøndelag	Nordland	Troms	Finnmark
1998	22,8	22,7	18,5	16,9	20,7	23,6	34,3	17,3	21,5	29,1	31,5
1999	17,1	33,4	25,6	13,4	14,0	21,0	16,8	12,5	13,8	18,9	26,7
2000	15,0	27,6	11,4	13,4	18,2	14,7	15,0	12,0	11,2	22,8	19,6
2001	19,1	48,1	17,5	17,9	19,5	21,0	17,8	17,8	11,4	21,1	26,5
2002	22,1	48,0	26,6	22,2	16,4	24,9	24,8	18,2	17,1	20,1	27,5
2003	21,4	27,6	22,8	25,2	19,5	21,5	16,5	12,5	20,9	25,3	22,2
2004	17,4	28,0	25,6	23	11,6	20,2	18,3	14,9	11,1	15,2	11,5
2005	16,9	16,0	15,9	21,3	19,4	20,2	16,9	16,0	10,7	16,0	14,2
2006	19,9	16,1	22,5	28,3	34,0	18,5	16,2	11,3	13,3	16,7	17,0
2007	21,7	13,5	27,8	29,5	20,8	23,8	13,5	12,1	18,1	23,2	31,2
2008	22,7	13,0	32,1	24,6	23,8	32,5	17,8	14,8	19,7	20,4	14,9
2009	20,7	17,6	26,2	20,4	18,1	26,3	16,7	10,5	18,5	24,1	33,9
Samlet	19,7	26,0	22,7	21,3	19,7	22,4	18,7	14,2	15,6	21,1	23,0

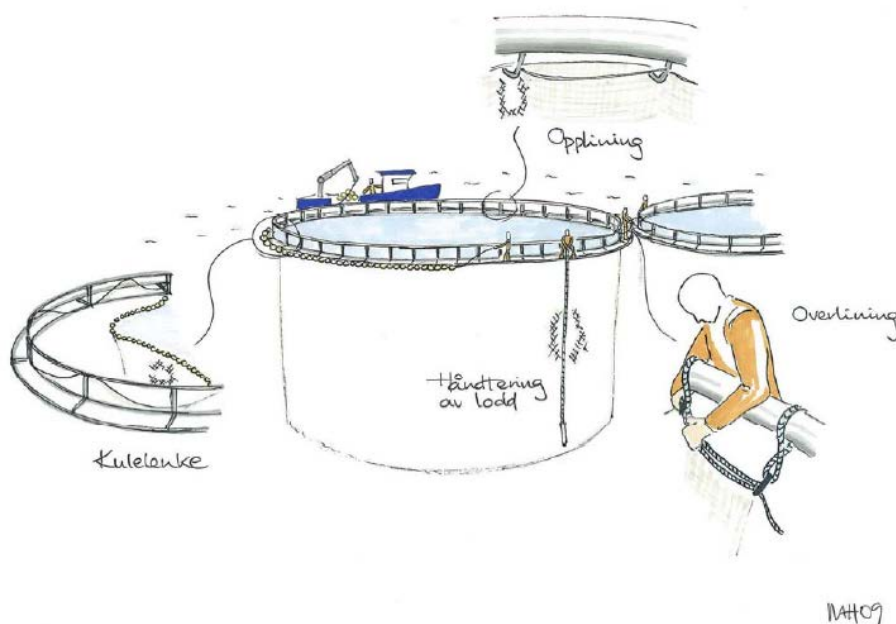
Gullestad et al. (2011), gjennomgikk også all dødelighet i sjøvannsfasen ved oppdrett av laks for årene 2004-2008. I disse årene ble 79 prosent av dødeligheten kategorisert som dødfisk. Dette ble videre fulgt opp av Riksrevisjonen i deres undersøkelse av havbruksforvaltningen for 2011-2012. Riksrevisjonen 2012, gjennomgikk tapstallene for årene 2007-2010 og kategoriserte 76 prosent av dødeligheten som dødfisk.

I følge Mattilsynet (2011b), sto *forhold ved lokaliteten og håndtering av fisken* for 37,5 prosent av dødeligheten i Trøndelag og Møre og Romsdal i 2009. Den samme undersøkelsen avdekket også stor forskjell i dødelighet mellom ulike lokaliteter. Av forskjellige grunner varierte overlevelsen av laks på de 61 undersøkte lokalitetene, fra 35,6 prosent til 96,6 prosent. Videre avdekket undersøkelsen at *smitte i sjø*, som har hatt sterkt fokus de senere år, kun sto for 23,5 prosent, noe som er betydelig lavere enn dødelighet på grunn av *forhold ved lokaliteten og håndtering av fisken*. Videre ble 38 prosent av dødeligheten knyttet til *smolten eller settefiskanlegget*. Dette står i kontrast til Gullestad et al. (2011), som antydte at sykdom var den største tapsårsaken. På bakgrunn av dette anbefalte Mattilsynet at det burde settes større fokus på fiskehelse og fiskevelferd for å redusere tap ved lakseoppdrett i sjø.

Utover dette er det også knyttet usikkerhet til håndtering/stress som utløsende faktor for sykdom og senere dødelighet. I følge Johansen et al. (2013), så kan stress som følge av sortering, flytting eller andre driftstiltak sørge for dødelighet ved *hjerte- og skjelettmuskelbetennelse*. I tillegg har Johansen et al. (2012), identifisert at stresshormonet kortisol påvirker hjertevæksten hos regnbueørret. Hjertevæksten antyder hjertesykdom og kan vise at langvarig stress kan endre hjertet til laksefisk, som igjen kan medføre økt dødelighet. Gullestad et al. (2011) beregnet for 2008 at hver prosent i reduksjon i produksjonstap representerer en netto kostnadsreduksjon for havbruksnæringen på 25 millioner kroner og en potensiell brutto merinntekt på første hånd på over 200 millioner kroner.

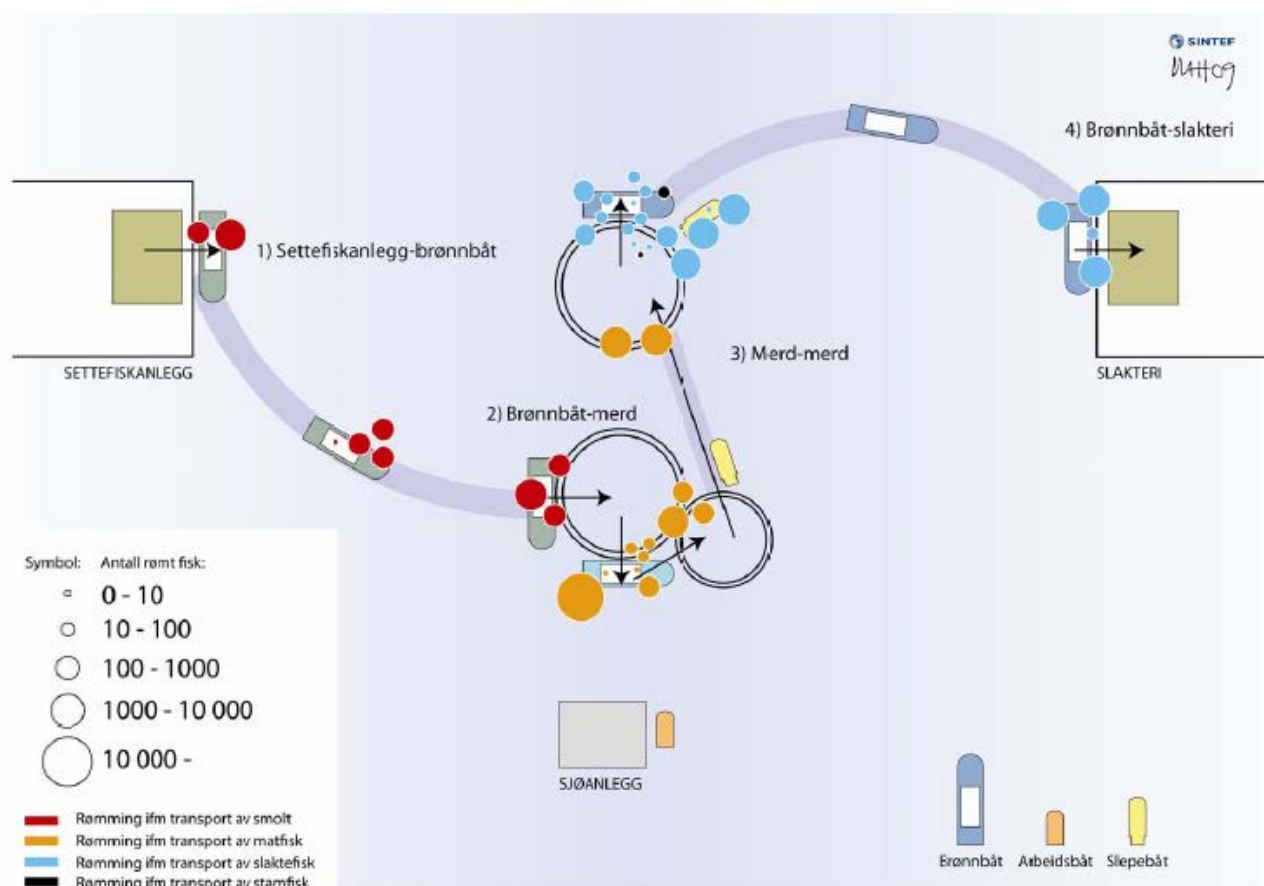
For å få en bedre oversikt over årsaker til dødelighet ved oppdrett av laksefisk i sjø, undersøkes dette nå av Mattilsynet med støtte av FHF. Resultatene av dette prosjektet forventes å være klar høsten 2013. Basert på tidligere gjennomførte undersøkelser kan en trolig allerede nå trekke konklusjonen at *håndtering dreper* (Tangen, 2012).

I tidligere arbeid er rømminger i forbindelse med transport kartlagt (Høiseth et al., 2009). I den forbindelse er operasjoner tilknyttet trenging av fisk trukket fram som en kritisk operasjon med tanke på rømmingsrisiko. Høiseth et al. (2009) kom fram til at blant annet løfteoperasjoner¹ er en av operasjonene som medfører størst rømmingsrisiko (Figur 1.1 og Figur 1.2).



Figur 1.1: Vanligste årsaker til hull i not knyttet til løfteoperasjoner (Høiseth et al. 2009)

¹ Herunder opplining, håndtering av lodd, overlining og bruk av kulelenke



Figur 1.2: Transportrelaterte (og trengingsrelaterte) rømmingstilfeller, størrelse og hendelsessted. (Høiseth et al., 2009)

Håndtering av not er også trukket fram av Rømmingskommisjonen for akvakultur (RKA) (2011), som en av hovedårsakene til antall rømmingshendelser fra norske oppdrettsanlegg i sjø. Rømmingshendelsene gjennomgått av RKA, kjennetegnes av at hendelsene har skjedd under operasjoner som ikke gjennomføres til daglig på oppdrettsanlegget.

Thorvaldsen et al. (2013) har gjennomført årsaksanalyser ved rømming med fokus på menneskets rolle. Her ble følgende tre operasjoner utpekt som kritiske operasjoner med tanke på rømming:

- Håndtering av not og bunnring
- Avlusing
- Operasjoner som involverer brønnbåt.

I forbindelse med trenging av fisk i merd, involveres en eller flere av disse kritiske operasjonene hver gang en trengoperasjon gjennomføres. I følge Thorvaldsen et al. (2013) ble lining av not og heving/senking av bunnring trukket fram som særdeles kritisk med tanke på rømming. Dette er vanlige operasjoner ved trenging av fisk.

Sandberg et al. (2012) identifiserte forbedringsbehov for teknologi til oppdrett av fisk på eksponerte lokaliteter. Her ble blant annet utvikling av *notteknologi*, *teknologi for trenging av fisk* og *beslutningsstøtte for gjennomføring av operasjoner* trukket fram som viktig til svært viktig. En bedre kontroll av

trengoperasjoner vil kunne være med på ikke bare å redusere tap av fisk, bedre fiskehelsen, redusere tap av vekst, forhindre sårskader, men også redusere faren for rømming.

1.2 Bakgrunn for dialogmøtet

SINTEF Fiskeri og havbruk (heretter SINTEF) har vært i kontakt med lakseprodusenter og utstyrsleverandører vedrørende problematikk i forbindelse med trenging av fisk i merd. Lakseprodusentene har meldt dette som et område hvor det kreves videre forskning og utvikling for å løse utfordringer, som blant annet kan medføre stress, økt svinn og redusert sykdomsresistens. Problematikken relatert til trenging av fisk i merd gjelder både for ventemerd og produksjonsmerd, dog med sine likheter og ulikheter når det gjelder type utfordringer.

SINTEF har avholdt et møte på Frøya med SalMar (Pål G. Storrø og Ståle Eide), Fiskeri- og havbruksnæringens forskingsfond (Kristian Prytz og Merete Bjørgan Schrøder) og SINTEF (Harry Westavik og Hanne Digre), hvor utfordringer SalMar har knyttet til for stor variasjon i pre-rigortid på laksen diskutert. Det var enighet om at for å løse noen av disse utfordringene bør man fokusere på problematikken rundt trengeprosessen i ventemerd, ved å øke kunnskapen om hva som skjer under en trengeprosess, hvilke styringsparametere som er aktuelle, samt se på ny teknologi/løsninger.

I tillegg sendte SINTEF ved Leif Magne Sunde, Per Rundtop og Eirik Svendsen inn ett prosjekttinnspill til FHF med fokus på kontrollert trenging av fisk i produksjonsmerd. Da mange av problemstillingene rundt trenging av fisk er felles for både ventemerd og produksjonsmerd, er det trolig formålstjenlig å belyse tematikken *trenging av fisk i merd*, i fellesskap. Det ble derfor sendt inn et felles prosjekttinnspill til FHF, som omhandler både problemer tilknyttet produksjons- og ventemerd.



Figur 1.3: Trenging av fisk i produksjonsmerd. Foto: SINTEF Fiskeri og havbruk

Gjennom innledende faser i prosjektinitiativet er følgende utfordringer knyttet til trenging av fisk i merd allerede identifisert:

- Stress og senskader som kan gi redusert tilvekst, sykdom og svinn (produksjonsmerd)
- Stress ved slakting og pre-rigortid (ventemerdd)
- Håndteringsskader
- Redusert fiskevelferd
- Bedre metoder og ny teknologi for kontrollert trenging av fisk
- Interaksjon mellom fisk, teknologi og menneske

For å konkretisere aktuelle problemstillinger/-områder tilknyttet trenging av fisk i merd, samt ytterligere forankre prosjektinitiativet hos lakseprodusenter, ønsket FHF å få gjennomført et dialogmøte med næringsaktører og andre interessenter. SINTEF fikk i oppgave av FHF å arrangere og lede et dialogmøte om teknologi for trenging av fisk.

1.3 Formål

Formålet med dialogmøtet var å:

- formidle status for gjeldende teknologi for trenging av fisk i merd,
- få presentert identifiserte utfordringer tilknyttet trenging av fisk,
- frambringe nye problemstillinger/-områder i forbindelse med trenging av fisk i vente- og produksjonsmerd,
- samle innspill fra næringsaktører og andre FoU-miljø.



Figur 1.4: Trenging av fisk i ventemerdd. Foto: Ulf Erikson, SINTEF Fiskeri og havbruk

2 Program og gjennomføring

Programmet ble utarbeidet av SINTEF Fiskeri og havbruk med bakgrunn i formålene presentert over. Det ble vektlagt korte konsise foredrag, direkte på tema, og en ønsket å få innspill direkte fra næringsaktørene. Leif Magne Sunde, SINTEF Fiskeri og havbruk var møteleder for arrangementet. Følgende program ble planlagt for dialogmøtet:

Tid	Tema	Foredragsholder
09:45 - 10:00	<i>Registrering og kaffe</i>	
Teknologiske utfordringer ved trenging av fisk i merd - sett fra næringsaktører og utstyrsleverandører sitt ståsted		
10:00 - 10:05	Velkommen	Kristian Prytz – Fiskeri- og havbruksnærings forskningsfond
10:05 - 10:20	Trenging av fisk i merd - Hvilke utfordringer har vi i ventemerd?	Ståle Eide, Torbjørn Hammernes, Marit Gravrok - Salmar
10:20 - 10:35	Trenging av fisk i merd - Hvilke utfordringer har vi i produksjonsmerd?	Vil bli annonsert senere
10:35 - 10:50	Sensorteknologi for styring av trengeprosessen	Frank Knudsen – SIMRAD
10:50 - 11:05	Notbaserte løsninger for trenging av fisk i merd	Steinar Hansen – Selstad
11:05 - 11:15	<i>Kaffe</i>	
Effekter og konsekvenser av trenging av fisk i merd - innspill fra FoU-miljø og myndigheter		
11:15 - 11:30	Biomassekontroll i trengeprosessen - hvor trykker skoen?	Leif Magne Sunde – SINTEF Fiskeri og havbruk
11:30 - 11:45	Teknologi på fiskeadferdens premisser	Tore Kristiansen - Havforskningsinstituttet
11:45 - 12:00	Trenging av fisk som sykdomsutløser	Eirik Biering – Veterinærinstituttet
12:00 - 12:15	Evaluering og dokumentasjon av teknologi for optimalisert trengoperasjon	Ulf Erikson – SINTEF Fiskeri og havbruk
12:15 - 12:30	Velferdsindikatorer under trenging av fisk i merd	Åsa Espmark – Nofima
12:30 - 13:30	<i>Lunsj</i>	
Dialog og gruppearbeid		
13:30 - 15:30	Gruppearbeid: <i>- Nye teknologiske konsepter for skånsom trenging i merd</i> <i>- Nye sensorsystemer for styring og kontroll av trengeprosess</i> <i>- Adferd vs teknologi - interaksjonen mellom laks og teknologi i en trengoperasjon</i>	Arbeidsleder: Leif Magne Sunde – SINTEF Fiskeri og havbruk
15:30 - 16:55	Presentasjon av gruppearbeid og diskusjon	
16:55 - 17:00	Oppsummering og veien videre	

Figur 2.1: Planlagt program for dialogmøtet

Grunnet forskjellige uforutsette hendelser ble dessverre tre av foredragene avlyst kort tid før møtet, slik at disse ikke var mulig å erstatte. Endelig program for konferansen ble derfor som følger.

Tid	Tema	Foredragsholder
09:45 - 10:00	Registrering og kaffe	
Teknologiske utfordringer ved trenging av fisk i merd - sett fra oppdretters og utstyrsleverandørers ståsted		
10:00 - 10:05	Velkommen	Kristian Prytz – Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond
10:05 - 10:10	Presentasjonsrunde av deltagere - Hva heter du og hvem jobber du for?	
10:10 - 10:35	Biomassekontroll i trengeprosessen - hvor trykker skoen?	Leif Magne Sunde – SINTEF Fiskeri og havbruk
10:35 - 10:50	Sensorteknologi for styring av trengeprosessen	Frank Knudsen – SIMRAD
10:50 - 11:05	Notbaserte løsninger for trenging av fisk i merd	Steinar Hansen – Selstad
11:05 - 11:15	Kaffe	
Effekter og konsekvenser av trenging av fisk i merd - innspill fra FoU-miljø		
11:15 - 11:30	Teknologi på fiskeadferdens premisser	Tore Kristiansen – Havforskningsinstituttet
11:30 - 11:45	Evaluerings- og dokumentasjon av teknologi for optimalisert trengoperasjon	Ulf Erikson – SINTEF Fiskeri og havbruk
11:45 - 12:00	Velferdsindikatorer under trenging av fisk i merd	Åsa Espmark – Nofima
12:00 - 12:15	Presentasjon av tema for gruppearbeid og inndeling i grupper	
12:15 - 13:15	Lunsj	
Dialog og gruppearbeid		
13:15 - 15:30	Gruppearbeid: <i>- Nye teknologiske konsepter for skånsom trenging i merd</i> <i>- Nye sensorsystemer for styring og kontroll av trengeprosess</i> <i>- Adferd vs teknologi - interaksjonen mellom laks og teknologi i en trengoperasjon</i>	Arbeidsleder: Leif Magne Sunde – SINTEF Fiskeri og havbruk
15:30 - 16:55	Presentasjon av resultater fra gruppearbeid og diskusjon	
16:55 - 17:00	Oppsummering og veien videre	Kristian Prytz – Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond

Figur 2.2: Endelig program for dialogmøtet

Det var det en stor andel av oppdrettere (ca. 30 %) på dialogmøtet. For å sikre deres innspill allerede tidlig på dialogmøtet, åpnet Leif Magne Sunde for innspill i løpet av sitt foredrag. Jan Petter Jørgensen, sjef for ventemerder hos Lerøy Aurora, presenterte i tillegg sine erfaringer og innspill. Disse innspillene er tatt med under 5.2 Innspill fra gruppearbeidet.

3 Deltagerliste og gruppefordeling

Tabell 3.1 vider deltagerne på dialogmøtet. For å sikre kvaliteten på det planlagte gruppearbeidet ble deltagerne forhåndsinn delt i grupper. Gruppe 1 og 2 hadde fokus på ventemerd under gruppearbeidet, mens gruppe 3 og 4 hadde fokus på produksjonsmerd. Se kapittel 5 *Gruppearbeid*, for referat fra gruppearbeidet.

Tabell 3.1: Deltagerliste

Fornavn	Etternavn	Firma	Gruppe
Kristian	Prytz	FHF	1
Tore S	Kristiansen	Havforskningsinstituttet	1
Jan Petter	Jørgensen	Lerøy Aurora	1
Steinar	Hansen	Selstad	1
Frank Reier	Knudsen	SIMRAD	1
Hanne	Digre	SINTEF Fiskeri og havbruk	1
Trude Astrid	Johnsen	Villa	1
Kurt	Oppedal	Marine Harvest	1
Tore Håkon	Riple	Marine Construction	2
Roger	Urdshals	Nils Williksen	2
Arild	Søraunet	Norbit	2
Arne Martin	Andersen	Nordlaks	2
Asbjørn	Stensvold	NRS	2
Raymond	Dahlberg	Rapp Hydema	2
Ulf	Erikson	SINTEF Fiskeri og havbruk	2
Kristian	Henriksen	SINTEF Fiskeri og havbruk	2
Noralf	Rønningen	Aqualine	3
Marius	Olsen	Bjørøya fiskeoppdrett	3
Kjell	Maroni	FHF	3
Per Ståle	Thorseth	Furuno	3
Gudmund	Bye	Marine Harvest	3
Åsa	Espmark	Nofima	3
Leif Magne	Sunde	SINTEF Fiskeri og havbruk	3
Eirik	Svensden	SINTEF Fiskeri og havbruk	3
Anders	Sæther	Marine Harvest	3
Mons O.	Bjelkerøy	Badinotti	4
Stein Ivar	Dolmen	Midt-Norsk Havbruk	4
Per	Rundtop	SINTEF Fiskeri og havbruk	4
Fredrik	Karlstad	Thelma Biotel	4
Jarle	Heltne	Xylem	4
Ståle	Høyem	Suempol	4

4 Foredrag

Nedenfor følger en kort oppsummering av presentasjonene holdt under dialogmøtet. Presentasjonene er tilgjengelig på www.fhf.no

Velkommen

Kristian Prytz – Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond (FHF)

Etter innspill fra havbruksnæringen og SINTEF Fiskeri og havbruk, så FHF behovet for å arrangere et dialogmøte for å avklare hva som er kunnskapsstatus, og hva som er gjenstående utfordringer, med tanke på trenging av fisk i merd. Dette møtet skal forsøke å få fram dette.



Bakgrunn for møte om trenging

- Trenging har vært tema i forbindelse med FoU på slakting, pumping og transport a fisk.
- Innspill fra [Nofima](#) og SINTEF Fiskeri og Havbruk.
- Fiskevelferd
- Pre-rigor prosessering - stress og kortere [prerigor](#) periode.
- Lusebehandling og dødelighet på kort og lengre sikt.


FHF vil med basis i det som framkommer under dialogmøtet vurdere behov for videre aktivitet innen temaet.

Biomassekontroll i trengeprosessen – hvor trykker skoen?


Leif Magne Sunde – SINTEF Fiskeri og havbruk

Dagens teknologi for oppdrett av laks har utviklet seg lite utover "oppskalering". Dermed er det tatt mindre hensyn til drift og operasjon i denne utviklingen av teknologi, og i forbindelse med trenging utøver vi fortsatt samme prinsipp som ved "tidens morgen". Det er i dagens havbruksnæring et ønske om å gjøre minst mulig med fisken og mindre håndtering er ønskelig, men dagens drift krever mer håndtering.

Tenke langs to akser for å bedre kontroll med prosessen med å komprimere en "mobil fiskebiomasse"



1. Hva er begrensningene med dagens løsninger?
2. Hvordan skulle løsningen(e) ha vært?

 Teknologi for et bedre samfunn 17

Det er viktig å få på plass utstyr som kan legge grunnlag for objektive vurderinger under trengeprosessen.

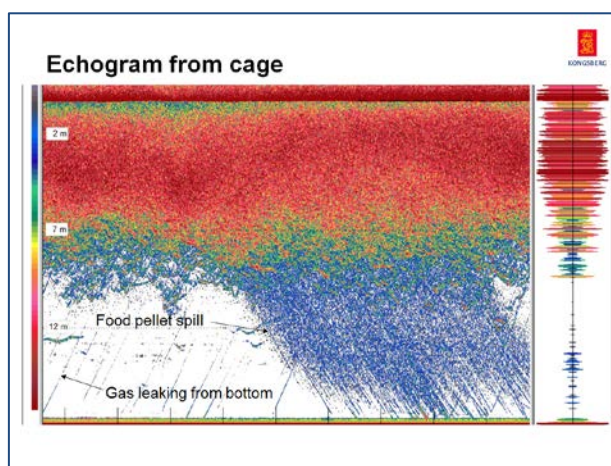
- I dag avgjøres hendelser/endringer basert på subjektive erfaringer og vurderinger framsatt av den enkelte arbeider.
- Stress er additivt og reduksjon av antall stressfaktorer vil kunne medføre mindre dødelighet og økt kvalitet på sluttproduktet.

Veien videre kan være å bidra til økt kunnskap om problemstillinger relatert til trenging av laks i merd. Herunder hvordan ny teknologi/konsepter kan bidra til å redusere svinn, sykdom og tapt tilvekst, samt tap i kvalitet. Ved å skape generisk kunnskap kan en danne grunnlaget for utvikling av nye produkt, metoder og innovasjoner som kan sikre bedre fiskevelferd og bedre produksjonsøkonomi.

Sensorteknologi for styring av trengeprosessen

Frank Knudsen – SIMRAD

KONGSBERG Maritime Subsea Division leverer i dag ulike overvåkningssystemer for undervannsoperasjoner. Til fiskerinæringen leverer de ekkolodd, sonar og trålinstrumentering som kan være relevant for bruk i havbruksnæringen.



Ulik sensorteknologi kan for eksempel tenkes brukt for å overvåke hvordan oppdrettsnoten står i sjøen, hvor i oppdrettsnoten fisken står, hvordan fisken vandrer i forhold til tid på døgnet, temperatur i sjøen, føring med mer.

Det har vært lite/ingen utvikling av sonar-/ekkoloddssystemer for havbruksnæringen, men mulighetene er mange og kan gi havbruksnæringen et nytt beslutningsgrunnlag ved ulike operasjoner. En videreutvikling av nyutviklede sonarer for horisontal scanning i sanntid laget for fiskerinæringen vil kunne være meget relevant. Disse er utviklet for å gi estimat for art, størrelse av stim, lengde på fisk med mer.

Notbaserte løsninger for trenging av fisk i merd

Steinar Hansen – Selstad

Dagens avkastnøter/orkastnøter er de samme som er laget/brukt i all tid. Kun dimensjoneringen som er blitt større, og i dag er enkelte avkastnøter 65 meter lange og 30 meter dype. Det er oppdretterne selv som legger premissene for produktene Selstad leverer. Oppdretterne har først og fremst fokus på biologisiden og på operasjonene der nøtene benyttes. Det er ikke særlig fokus på videreutvikling av selve utstyret. Dette kan gi utfordringer ved håndtering av avkastnoten og mer maskinell håndtering er derfor ofte nødvendig.



For å redusere dagens utfordringer ligger det et mulig forbedringspotensial i å se på andre lintyper for vektreduksjon og økt styrke, samt utforming for å begrense slitasje mellom avkastnot og oppdrettsposen.

Utfordringer som i dag framkommer er:

- Større brønnbåter/merder krever større avkastnot, som er dimensjonert for snurp med vinsj e.l.
- Store, til dels uhåndterlige, avkastnøter blir i større grad linet/tørket med kran.
- Økt slitasje på lin og telner grunnet maskinell håndtering med vinsj og kran, samt kraftig nedlodding.
- Bruk av lodd utover blytelne skaper slitasje på avkastnot og fare for slitasje på oppdrettsnot.

Oppsummert kan en si at lite har skjedd utover at avkastnøtene har blitt større, men avkastnot er kun et redskap. Til tross for at dagens produktportefølje er fleksibel, setter menneskelige faktorer og måten nota brukes på, i de fleste tilfeller premissene for skade på fisk, samt dødelighet.

Teknologi på fiskeadferdens premisser

Tore Kristiansen – Havforskningsinstituttet

38 prosent av dødeligheten i sjø skyldes lokalitet, håndtering og liknende. Dagens oppdrettsregime øker stadig behovet for trenging, og i dag trenges fisken blant annet ved sortering, lusebehandling, notskift, uttak, transport, flytting og slakting.

Trenging på fiskeatferdens premisser

- Kan vi bruke positive signaler for å tiltrekke fisken (for eksempel rekelukt til sulten fisk)?
- Passive metoder hvor fisken trenger seg selv (feller, kiler..)
- Vannstrøm som fisken svømmer mot?
- Laksen går ned når den blir skremt - Pumpeinntak i bunnen av nota
- Trening av fisk til å bli mer tolerant for trenging?
- Hva er grensen for uakseptabelt stress?

Problemer knyttet til trengeprosessen er blant annet velferd, nedsatt appetitt/vekst, nedsatt immunforsvar, tap/økt dødelighet, reduksjon av kvalitet med mer. Ved å trengre fisken på fiskeadferdens premisser vil en kanskje kunne redusere de negative effektene. Dagens pumpe-systemer vil ødelegge positive effekter av skånsom trenging, og krever også fokus for videreutvikling.

Evaluering og dokumentasjon av teknologi for optimalisert trengoperasjon

Ulf Erikson – SINTEF Fiskeri og havbruk

I forbindelse med eventuelle FoU-prosjekter på utvikling av ny teknologi, eller ved forbedring av eksisterende teknologi og håndteringsrutiner, er det relevant å dokumentere at forholdene for fisken forhåpentligvis har blitt forbedret ved bruk av nye system.



Det vil det være en prinsipiell forskjell på målinger som foretas i produksjonsmerd og i ventemerd. I først nevnte tilfelle vil langtidseffekter av både akutt og kronisk stress ha betydning for tilvekst, helsestatus og

fiskevelferd. I forbindelse med ventemerid, bør en ha størst fokus på muskelfysiologi og akutt stress under trenging. Parameter som har betydning for påfølgende prosessering av fisken bør primært bestemmes her.

Videre bør en ta sikte på å etablere en standardisert sammenheng mellom håndteringsrutiner (grad av trenging), stress og atferd (fiskevelferd). Dette kan i sin tur benyttes som styringsparameter for kamerabasert overvåking og trenging.

Velferdsindikatorer under trenging av fisk i merd

Åsa Espmark – Nofima

Trenging er en kortvarig hendelse uten kroniske velferdseffekter. Hva skaper da dårlig velferd ved trenging? Svaret kan være tetthet alene, lang trengetid, trenging i kombinasjon med andre faktorer som dårlig vannkvalitet. I tillegg er det dokumentert at trenging i seg selv, uten pumping, gir skjelltap. Alle disse er faktorer som kan gi uønskede effekter som økt dødelighet, kortere pre-rigortid, tapt vekst med mer.



I en operasjonell fase er trolig adferd den beste velferdsindikatoren. Denne endrer seg ved stor tetthet og dårlig vannkvalitet. Atferdsendringen er ikke spesifikk og indikerer kun at ting ikke er som de skal. Videre undersøkelse av adferden til laksefisk vil kunne gi oppdretter et verktøy for å kontrollere velferden for laksefisk under en trengingoperasjon.

5 Gruppearbeid

Gruppearbeidet ble gjennomført basert på erfaringer fra TEKMAR og andre dialogmøter/-konferanser gjennomført av SINTEF. Denne arbeidsformen gir større åpenhet blant deltagerne, og gir deltagerne muligheten til å komme til orde og få gitt sine innspill. For å sikre en relevant diskusjon hadde SINTEF satt opp tre forhåndsdefinerte problemstillinger som det ble ønsket innspill på. I tillegg var deltagerne forhåndsinn delt i fire grupper, slik at en sikret jevn fordeling av deltagere fra havbruksnæringen, FoU-miljø og utstyrsleverandører på alle gruppene. Da det på dette møtet var deltagere med to forskjellige bakgrunner, henholdsvis fra ventemerd og produksjonsmerd, ble det satt opp to ventemerdgrupper og to produksjonsmerdgrupper. I tillegg ble det fordelt minst en deltager fra SINTEF på hver av gruppene for å ta notater fra gruppearbeidet.

5.1 Oppgaver

De tre områdene en ønsket innspill på var:

- Nye teknologiske konsepter for skånsom trenging i merd.
- Nye sensorsystemer for styring og kontroll av trengeprosessen.
- Adferd vs teknologi – interaksjonen mellom laks og teknologi i en trengoperasjon.

For å sikre god flyt i diskusjonen, fikk hver gruppe utdelt en oversikt over relevante undertema for hvert av de tre områdene en ønsket innspill på:

Nye teknologiske konsepter for skånsom trenging i merd:

- I hvilken grad kommer manglende repeterbarhet og kontroll over trengeprosessen som en årsak av:
 - Den menneskelige faktor?
 - Rådene forhold ved lokaliteten (strøm, bølger, temperatur med videre)?
- Stress og fysisk belastning ved trenging, hvor er det skoen trykker?
 - Manglende kontroll over antall fisk?
 - Manglende tetthetskontroll?
 - Fører måten det trenges på i dag til høy fysisk belastning og sårskader?
- Ved hvilke forhold bør trenging unngås?
- Gir dagens trengemetoder for store begrensninger i regularitet?
- Hvilke kriterier bør vi sette til fremtidens måte å treng fisk på?
 - Hva er de viktigste faktorene vi bør forbedre

Nye sensorsystemer for styring og kontroll av trengeprosessen:

- Forbedre eksisterende teknologi eller utvikle nye konsepter fra "scratch"?
- Hvordan kan dagens trengemetoder (orkastnot/lining) forbedres ved hjelp av instrumentering og bedre kontrollparameter?
- Hvilke kontrollparametere er mest aktuelle for god kontroll over trengeprosessen? Og hvordan bør disse parameterne optimaliseres?
- Finnes teknologi eller metoder for å kvantifisere tettheten av fisk i det komprimerte volumet
- Er det kontroll på oksygenivået over hele det komprimerte volumet? Kan det være fare for akutt eller mildere former for oksygenmangel, og hva er langtidseffektene av dette?
- Sanntidsløsninger som gir beslutningsstøtte?
- Løsninger som gjør det mulig å regulere "pådrag"?

Adferd vs teknologi – interaksjonen mellom laks og teknologi i en trengoperasjon:

- Hva er dagens erfaringer med orkastnot/kuleline og pumping ved trenging under ulike strømforhold, årstider, tid på døgnet med videre?
- Er det spesielle adferdstrekk en har erfart, eller skiller dette seg kraftig fra gang til gang?
- Hva kan en eventuelt lære fra redskapsutvikling/-håndtering i fiskerinæringen?
- Er adferdsbasert trenging veien å gå?
- Er håndtering av stor fisk spesielt problematisk?
- Finnes det adferdstrekk som gjør at fisken frivillig svømmer mot pumpeinntaket?
- Tettheten i det trengte volumet er sannsynligvis ikke homogent fordelt, og ved å plassere pumpeinntaket der tettheten er høyest kan gjennomsnittstettheten reduseres?
- Styring av pumperaten er et multivariabelt reguleringsproblem, og bestemmes av følgende parametere: Fiskens adferd og tettheten av fisk foran pumpeinntaket, vannstrømmen gjennom pumpa og plassering av pumpeinntak. Styring av disse parametere gjøres i dag manuelt, og det finnes sannsynligvis et stort potensiale for å optimalisere mating og redusere tetthet ved hjelp av et automatisert kontrollsystem
- Ved å plassere pumpeinntaket i bunn, kan fiskens nedadgående svømmeadferd når den blir skremt utnyttes?
- Vil pumping fra bunnen av merden potensielt fange den største fisken først, og den som aktivt svømmer i riktig retning?



Figur 5.1: Trenging av fisk i produksjonsmerd. Foto: SINTEF Fiskeri og havbruk

5.2 Innspill fra gruppearbeidet

Under er innspillene som framkom på dialogmøtet samlet. På tema som har fått flere innspill, er disse samlet under samme hovedpunkt.

5.2.1 Nye teknologiske konsepter for skånsom trenging i merd

- Overvåkning og kontroll:
 - Kontroll av vannkvalitet, O₂, strøm, vanntemperatur, termoklin i sjø, algebelter m.v.
 - Ny teknologi må sikre kontroll av parametere som gir den mest skånsomme trengingen. Enkeltfaktorer kan være små, men summen av disse kan gi dårlig resultat.
 - Måling og samling av data over tid kan gi et bedre beslutningsgrunnlag basert på erfaring.
 - Ny teknologi for bedre kontroll på biomassen i nota og i avkastet. Hvor stort er egentlig avkastet?
 - For lite informasjon om tetthet ved trengoperasjon.
 - Kan ny teknologi sørge for "tagging" av et representativt utvalg av fisk for å måle sentrale velferds- og adferdsparametere?
 - Flertrinnstrenging for å "akklimatisere" fisken?
 - Hvordan kan en sørge for at fisken trenges skånsomt, samtidig som en sørger for tilstrekkelig tilførsel av fisk inn på prosesslinjen/inn til brønnbåten?
 - Øke kunnskapen om hvordan nota står under trenging.
- Beslutningsstøttesystem:
 - Den menneskelige faktoren vil "bestandig" være der. En trenger derfor teknologi som kan gi personell et bedre beslutningsgrunnlag, eksempelvis sensorteknologi.
 - Utvikling av et elektronisk kontrollskjema som gjennomgås før trengeprosess!
 - Den menneskelige faktor er viktig mht kunnskap om atferd, helsestatus, årstidsvariasjoner på fiskens kondisjon etc.
 - Oversikt over hvilke parametere en skal styre etter i en trengeprosess. Her trengs det dokumentasjon!
- Reaksjonsevne:
 - Behov for ny teknologi som kan reagere raskt på endringer personell ønsker basert på objektive og subjektive beslutningsgrunnlag.
 - Teknologi som i større og raskere grad kan regulere trengeprosessen ved behov. Både ved behov for å øke og redusere trengingsgrad.
 - Å treng not med kran er u hensiktsmessig da dette løfter mye i notlinet ved fartøybevegelse og ved sterk vind.
- Kommunikasjon:
 - Økt kontroll på samspillet mellom slakteriets kapasitet og flyt av fisk fra ventemerd.
 - Viktig med åpen kommunikasjon med brønnbåt med tanke på tilstanden på fisken.
- Flyt av fisk:
 - Økt kontroll på flyt av fisk fra ventemerd inn til slakteri. Dagens tellesystemer er for unøyaktige og gir stor usikkerhet.
 - Balanse i tilførsel av fisk inn fra ventemerd inn til slakteri (jevn flyt av biomasse).
 - Utvikling av slusesystem hvor en begrenset mengde fisk/batchvis blir ført inn i slakteriet/slakteflåte?
 - Bedøve fisken ved merden for eksempel ved et skovlesystem/bedøvelsesflåte ved anlegget?
- Viktig med lavkost-teknologi.
- Ny teknologi må bidra til å sikre kvalitet på sluttproduktet, øke lønnsomhet i drift og bedre fiskevelferden.
- Kan/skal ventemerder i framtiden være faste konstruksjoner med muligheter for mer skånsom trengeteknologi, som for eksempel skyveskott?

- Neste generasjons ventemerd kan være landbasert, hvor fisken trenges skånsomt med for eksempel bruk av videoovervåket skyveskott?
- Viktig med riktig dimensjonering på nøter og pumper. Dette gjelder både ved avkast i produksjons- og ventemerd.
- Viktig å vaske merd, not og haneføtter godt i området der brønnbåt legger til. Dette for å sikre god vannkvalitet i brønnbåten, og for å redusere sannsynligheten for at skadelig biologisk materiale transporteres til andre oppdrettslokaliteter.
- Viktig å undersøke/videreutvikle lodding av avkastnot som kan bidra til å hindre rømming.
- Utvikling av et helt nytt design på avkastnota, med fleksibelt pumpeinntak for eksempel i bunnen av nota?
- Utarbeide et kontrollsystem/-skjema som gjennomgås før en trengeoperasjon:
 - Vil avgjøre om en trengeoperasjon kan gjennomføres.
 - Benytte erfaring fra olje og offshore.

5.2.2 Nye sensorsystemer for styring og kontroll av trengeprosessen

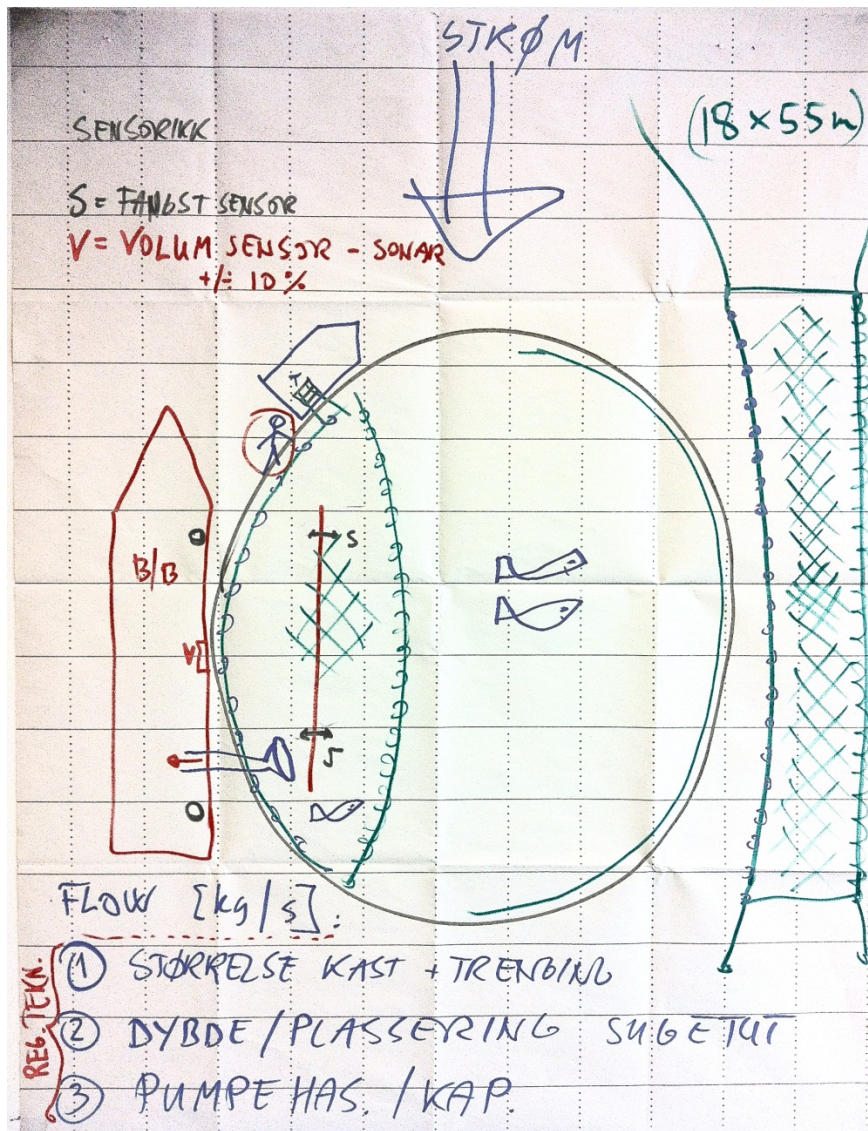
- Kontroll av biomassen:
 - Fangstsensoren på orkastnoten som kan indikere mengden fisk på vei inn i orkastet før en stenger orkastnoten.
 - Kontroll på biomassen som blir trengt i en trengeprosess. Hvor mye er fanget inn og hvordan oppfører biomassen seg?
 - Sonar med 120 graders åpning for å kunne dekke inngangen på avkastnoten, og dermed kontrollere størrelsen på avkastet.
 - Sonar fra båt for estimat av innhold i avkastet.
 - Kamera for overvåking av fisk i merd, for eksempel vurdere svømmeatferd ved bruk av bildeanalyse.
 - Tetthet foran pumpeinntak?
- Kontroll av trengingsgrad:
 - "Tagge" orkastnot på samme måte som helduk-presenning for til en hver tid å kunne kontrollere totalt volum.
 - Sensorer i flåen som måler påstand.
 - Sensorer på vinsjer for bedre styring.
 - Sensor som viser strekk i lin i orkastnot – dermed måle påstand.
 - Viktig å ha kontroll på volum av både oppdrettsnot og avkastnot. Dette er eksempelvis essensielt ved avlusning i helpresenning.
 - Bedre å trenge med et "dypt volum" enn et "bredt volum".
- Kontroll av eksterne parameter:
 - Vannkvalitet.
 - Strøm.
 - Vær.
 - O₂-nivå.
 - Algebelter.
 - Temperatur.
 - Termoklin.
- Beslutningsstøttesystem:
 - Beslutningsstøttesystem med enkelt varslingsystem. Grønt, Gult, Rødt.
 - Eliminere menneskelige feil ved å ha et godt beslutningsstøttesystem.
 - Få sensorsystemer for å få bort menneskelig faktor for måling av trengingsgrad.
 - Sanntids beslutningsstøttesystem som er enkelt å tolke: rødt, gult, grønt lys.
 - Må ha mer kunnskap om prosessen for å kunne utvikle system for beslutningsstøtte.

- Sanntidsløsninger som gir beslutningsstøtte, for eksempel å vurdere hvor fisken står i nota, trengingsgrad, vurdering av eksterne forhold m.v.
- Støtte ved vanskelige beslutninger. Eksempelvis om været endrer seg underveis. Avbryte eller fortsette?
- Kontroll fiskeflyt:
 - Flyt av fisk måles i dag ved inntak til pumper og settes ikke i sammenheng med trengingsgrad og pådrag.
- Kommunikasjon:
 - Større grad av kommunikasjon via enkle varslingsystemer – for eksempel grønt – gult- rødt lys.
- Bedre teknologi for overvåkning nede i spissen i ventemerder. Ved plutselig økt dødelighet, vil det samle seg fisk her.
- Ny sensorteknologi bør utvikles til å fungere trådløst.
- Hente teknologi fra fiskeri og offshore: sonar/ekkolodd og trålinstrumentering.

5.2.3 Adferd vs. teknologi – interaksjonen mellom laks og teknologi i en trengeoperasjon

- Adferdsbasert trenging: adferd bør legge premisser hvis nye konsepter skal utvikles. Mer forskning er nødvendig!
- Samspillet mellom maskineri/kapasitet og fiskevelferd er essensielt.
- Stor variasjon mellom ulike fiskegrupper:
 - Ulike fisketyper har ulik adferd ved trenging.
 - Genetikk?
 - Oppvekst?
 - Avstamming?
 - Hvor fisken kommer fra?
 - ”Erfaringer” for fisken?
 - Fisken er vant til stress og det som er viktig er å ikke stresser fisken over for lang tid.
- Viktig å vite historikken til fisken som skal slaktes:
 - Hvem har levert den opprinnelig, settefiskanlegg.
 - Dødelighet.
 - Vekst.
 - Størrelse.
- Stor forskjell på fisken i forhold til tid på året:
 - Høst.
 - Vinter.
 - Vår.
 - Sommer.
 - "Dårligst" laks på slutten av kraftig vekstperiode.
- Størrelse på fisk vs. overlevelse:
 - Bør en se nærmere på dødelighet vs. størrelse med tanke på stress?
 - Stor fisk tåler stress dårligere.
 - Stor fisk er mer utsatt for kritisk stressnivå ved trenging.
- To forskjellige måter å gjennomføre en trengeprosess på kan gi like bra/dårlig resultat på sluttproduktet:
 - Det er trolig viktig å se forskjellen mellom levering til slakt og levering til sortering eller lignende.
- Utvikle ny teknologi som utnytter adferdstrekk for å få fisken mot pumpeinntaket:
 - Strøm.
 - Lukt av mat.
 - Lyd.

- Lys.
- Trengte fisken nedover, fisken går ned og pumpeinntaket kan stå nederst i nota.
- Fisk som "bikker" er en indikator på dårlig arbeid. Dette skal ikke skje i selve avkastet:
 - Redusert tetthet ved trenging er viktig. Bedret fiskevelferd gir kvalitet.
- Vanntemperatur vs. grad av trenging.
- Korttidseksposering (sekunder) i luft kan få dramatiske konsekvenser.
- Laksen trykker ned i etterkant av dårlig vær.
- Ulik fiskestørrelse har ulik adferd ved trenging.
- Viktig å velge brønnbåt etter behov:
 - Trykklossing.
 - Skyveskott.
 - Vakuumpumping.



Figur 5.2: Noen utfordringer ved trengteoperasjoner. Utarbeidet av arbeidsgruppe 3.

6 Oppsummering og veien videre

Oppsummering og veien videre

Kristian Prytz, FHF

Det har tidligere vært gjort flere forskningsprosjekter innen pumping og adferd. I disse prosjektene ligger det kunnskap som vil være viktig for eventuelle videre løp.

Ny teknologi må gi mulighet for styring av mengde biomasse. Dette kan gjøres gjennom ulike metoder:

- "Flow"-kontroll
- Kommunikasjon
- Sensorteknologi
- Sonar
- Utnyttelse av fiskens naturlige adferd
- Med mer.



Forts oppsummering

- Fiskens egenskaper
 - Atferdsbaserte systemer
 - Kan gi god fiskevelferd
 - Ønskelig hvis det tilfredsstiller krav til flow.
- Det er mye kunnskap og erfaring på trenging og fiskens atferd - mye av dette kan settes sammen til opplæring/veiledning
- Husk også at behandling i brønnbåt hvor fisken faktisk skal leve videre må tas hensyn til.
- Hva er behov for forskning og hva kan vi løse gjennom å sette sammen det vi allerede vet?
- Kan rapporten gi noen føringer på behov for ny kunnskap.

To mulige løp kan i den forbindelse være:

Arbeide for å forbedre allerede eksisterende teknologi og metodikk

- Mye å vinne på å sette sammen "Best practice".
- Teknologi for overvåking av eksterne faktorer som strøm, O₂ m.v. eksisterer. Behovet her er å sette alle faktorene i sammenheng.
- Utviklingen av beslutningsstøtteverktøy for bruk ved trengeoperasjoner kan trolig gjennomføres basert på allerede eksisterende kunnskap.
- Systemer/teknologi for kontroll på biomassen i oppdrettsmerden og i avkastnoten kan utvikles basert på erfaringer og teknologi fra fiskerinæringen.
- Teknologi for styring/kontroll av teknologi brukt i selve trengeprosessen eksisterer trolig allerede i fiskeri og offshore. Vil kreve tilpassing for havbruksnæringens behov.

Arbeide for utvikling av helt ny adferdsbasert teknologi og metodikk for trenging av laks i merd

- Utarbeidelse av bedre trengeprosesser, herunder f.eks. adferdsbasert trenging, vil kunne gi lavere dødelighet, høyere vekst, bedre fiskevelferd og dermed bedret økonomi for oppdretterne.
- Sammenhengen mellom håndtering og stress på ventemerder er ganske godt dokumentert. Utfordringen er større på produksjonsmerder der det oppstår langtidseffekter av trengeprosessen og en trolig derfor har mer komplekse årsakssammenhenger og større negative effekter av trengeoperasjoner.

7 Konklusjon

Trengoperasjoner er en av de mest kritiske operasjonene i dagens oppdrettsnæring, både med tanke på fiskevelferd, tap av vekst, dødelighet, kvalitet og rømmingsfare. Likevel utføres operasjonen med samme teknologi og samme metodikk som det har blitt gjort i all tid.

Med stadig større produksjonsvolum, og stadig flere produksjonsprosesser, som krever trenging av biomasse, har det aldri vært gjort mer trenging enn nå. Forståelsen av de negative effektene av trengoperasjoner, både ved trenging i produksjons- og ventemerdd, har satt utviklingen av ny teknologi og nye metoder for trenging av laks i merd på dagsorden. Stadig flere oppdrettere prøver å redusere antall trengprosesser i løpet av en produksjonssyklus, selv om en for eksempel vil kunne få bedre vekst ved jevnere størrelse på laksen, muliggjort gjennom sortering. Tap av vekst, og økt dødelighet, grunnet trengoperasjoner, er i dag større enn fordelene av jevn størrelse på laksen i produksjonsmerd.

7.1 Forslag til videre arbeid

I det videre arbeidet er det viktig å se på trengoperasjon som en reguleringsutfordring, med dertil behov for informasjon om blant annet påstand, biologiske parametere, velferd til laksen m.fl., samt med verktøy som gjør at korrigering kan skje.

Basert på innlegg, diskusjoner og gruppearbeid foreslås følgende punkt/tema som det bør arbeides videre med for å løse noen av utfordringene relatert til trenging av laks:

- Utarbeide 'best practice' for trenging av fisk ved bruk av eksisterende teknologi, inkludert å definere målbare velferdsindikatorer og deteksjonsprinsipper for eksempel for atferd, luftgisping, finner på overflaten, sølvside ligger opp, som operatører kan benytte ved vurdering av trengoperasjonen.
- Utarbeide et kontrollsystem/-skjema som gjennomgås før en trengoperasjon gjennomføres:
 - Vil avgjøre om en trengoperasjon kan gjennomføres.
 - Benytte erfaring fra olje og offshore.
- Forbedre eksisterende teknologi og redusere den menneskelige faktor: bedre kontroll og repeterbarhet ved bruk av instrumentering og automatisert regulering av trengprosessen.
- Sensorsystemer for å overvåke sentrale parameter i trengprosessen: biomassekontroll i det trengte volumet, atferd, tetthetsfordeling, tetthet foran pumpeinntak, kontaktkrefter som fisken blir utsatt for, oksygennivå etc.
- Beslutningsstøttesystem for trengoperasjonen basert på blant annet nyutviklet sensorteknologi.
- Utvikling av nye teknologikonsepter for trenging av laks i merd
 - Fisketetthetsoptimalisert plassering av pumpeinntak
 - Adferdsbasert trenging: Utnytte laksens atferd for en mer skånsom og effektiv trengoperasjon.
 - Designe nye teknologiske konsepter for trenging i ventemerdd, inkl. logistikk frem til avliving.

8 Referanser

- GULLESTAD, P., BJØRGO, S., EITHUN, I., ERVIK, A., GUDDING, R., HANSEN, H., JOHANSEN, R., OSLAND, A. B., RØDSETH, M., RØSVIK, I. O., SANDERSEN, H., SKARRA, H. & BAKKE, G. 2011. Effektiv og bærekraftig arealbruk i havbruksnæringen. Oslo: Rapport fra et ekspertutvalg oppnevnt av Fiskeri- og kystdepartementet.
- HØISETH, M., HEIDE, M., HØY, E. & SUNDE, L. M. 2009. Rømming tilknyttet transport av levende fisk i oppdrettsnæringen. Trondheim: SINTEF Fiskeri og havbruk
- JOHANSEN, I. B., LUNDE, I. G., VINDAS, M., STECYK, J., RØSJØ, H., CHRISTENSEN, G., BAKKEN, M., NILSSON, G. E. & ØVERLI, Ø. 2012. Stresshormonet kortisol induserer hjertevekst hos laksefisk. *Programkonferansen HAVBRUK 2012*. Stavanger: Norges Forskningsråd.
- JOHANSEN, R., OLSEN, A. B., NILSEN, A., MOEN, A., LILLEHAUG, A., HJELTNES, B., FRITSVOLD, C., MEIDEL, C., COLQOUN, D., BIERING, E., THOEN, E., BORNØ, G., HANSEN, H., NILSEN, H., HELLBERG, H., HØGÅSEN, H., ØRPETVEIT, I., FALK, K., LINAKER, M., ALACON, M., GJESSING, M., DALE, O. B., JANSEN, P. A., GRØNTVEDT, R., DUODU, S., HYTTERØD, S., STEINUM, T., MO, T. A., TENGS, T., TAKSDAL, T., POPPE, T., VÅNES, Ø. & GARSETH, Å. H. 2013. Fiskehelserapporten 2012. Oslo: Veterinærinstituttet.
- MATTILSYNET 2011a. Norsk fiskeoppdrett - Status og utfordringer. Mattilsynet.
- MATTILSYNET 2011b. Regionalt tilsynsprosjekt 2011 Prosjekt overlevelse fisk. Mattilsynet.
- RIKSREVISJONEN 2012. Riksrevisjonens undersøkelse av havbruksforvaltningen. *Dokument 3:9 (2011-2012)*. Riksrevisjonen.
- RØMMINGSKOMMISJONEN FOR AKVAKULTUR 2011. Årsmelding 2010.
- SANDBERG, M. G., LIEN, A. M., SUNDE, L. M., STØRKERSEN, K. V., STIEN, L. H. & KRISTIANSEN, T. 2012. Erfaringer og analyser fra drift av oppdrettsanlegg på eksponerte lokaliteter. Trondheim: SINTEF Fiskeri og havbruk, NTNU samfunnsforskning ved Studio Apertura, Havforskningsinstituttet.
- TANGEN, K. L. 2012. Håndtering dreper - hvor, hvordan og hvorfor? *TEKMAR 2012*. Trondheim: Mattilsynet, Distriktskontoret Bergen og omland.
- THORVALDSEN, T., HOLMEN, I. M. & MOE, H. K. 2013. Menneskelige faktorer og rømming fra lakseoppdrettsanlegg. Trondheim: SINTEF Fiskeri og havbruk.



Teknologi for et bedre samfunn

www.sintef.no