

A27913 - Åpen

Rapport

Sluttrapport

Optimal kjøling av pelagisk fisk i nedkjølt sjøvann (RSW) ombord
Del 2 (forprosjekt)

Forfattere

Kristina Norne Widell

Tom Ståle Nordtvedt



SINTEF Fiskeri og havbruk AS

Råstoff og prosess

2016-11-07

Rapport

Sluttrapport

Optimal kjøling av pelagisk fisk i nedkjølt sjøvann (RSW) ombord
Del 2 (forprosjekt)VERSJON
2DATO
2016-11-07FORFATTER(E)
Kristina Norne Widell
Tom Ståle NordtvedtOPPDRAGSGIVER(E)
FHFOPPDRAGSGIVERS REF.
901183PROSJEKTNR
6022224ANTALL SIDER OG VEDLEGG:
12+ vedlegg

SAMMENDRAG

Forprosjekt 2: Optimal kjøling av pelagisk fisk, med fokus på kolmule

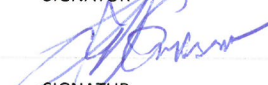
Man har de siste 40 årene hatt mye utvikling innenfor kjøling og behandling av pelagisk fisk ombord i fiskefartøy. Kjøleanleggene har blitt større og mer effektive, man har mer og mer gått over til naturlige kuldemedier, pumpe-systemene har blitt mer skånsomme for fisken og man har flere instrumenter for måling og styring av systemene. Likevel har man sett potensiale for videre utvikling og det har man undersøkt i dette prosjektet. Man har spesielt fokusert på kolmule, siden denne anses være den fisk som gir størst utfordringer når det gjelder å få jevn kjøling. En hovedaktivitet i prosjektet var å bli med på kolmuletokt, hvor man gjorde målinger og analyser ombord. Man testet også luftinnblåsing i bunn av en tank, for å se om det ga bedre omrøring (og dermed også bedre kjøling), men temperaturene målt både i tanken og ved leveranse, sammenlignet med temperaturene fra en annen tank, viste ingen større forskjell. Det er en utfordring å få til god kjøling i store tanker (300 m³) og når fyllingsgraden av fisk er høy (95 %). Konklusjonene er at kjøling av fisk ombord i pelagiske båter er et viktig tema og forbedring av kjølingen bør være et kontinuerlig mål. Det er ikke et enkelt tiltak som er løsningen, men en kombinasjon av mange.

UTARBEIDET AV
Kristina N. Widell

SIGNATUR

KONTROLLERT AV
Leif Grimsmo

SIGNATUR

GODKJENT AV
Marit Aursand

SIGNATUR

RAPPORTNR
A27913ISBN
978-82-14-06203-8GRADERING
ÅpenGRADERING DENNE SIDE
Åpen

Historikk

VERSJON	DATO	VERSJONSBEKRIVELSE
1	2016-10-26	Første versjon sendt til styringsgruppen
2	2016-11-07	Endelig versjon sendt til styringsgruppen

Innholdsfortegnelse

1	Sammendrag	4
2	Summary	4
3	Innledning	5
4	Problemstilling og formål	5
5	Prosjektgjennomføring	6
6	Oppnådde resultater, diskusjon og konklusjon	7
6.1	Kvalitet	7
6.2	Fiskenes egenskaper	8
6.3	Tankutforming.....	8
6.4	Fyllingsgrad	9
6.5	Måling og overvåking	9
6.6	Fordeling av vann og fisk.....	9
6.7	Modellering og simulering	10
6.8	Kuldeanlegg.....	10
6.9	Helse, miljø og sikkerhet.....	11
6.10	Spørreundersøkelse	11
6.11	Konklusjoner og videre arbeid	11
7	Leveranser	12
8	Andre prosjekter	12

BILAG/VEDLEGG

1 Sammendrag

Man har de siste 40 årene hatt mye utvikling innenfor kjøling og behandling av pelagisk fisk ombord i fiskefartøy. Kjøleanleggene har blitt større og mer effektive, man har mer og mer gått over til naturlige kuldemedier, pumpesystemene har blitt mer skånsomme for fisken og man har flere instrumenter for måling og styring av systemene. Likevel har man sett potensiale for videre utvikling. I flere tidligere prosjekter har man dels fokusert på utvikling av kuldeanleggene ombord, dels sett på hvilke muligheter som finnes for utvikling av resten av kuldesystemet. I dette prosjektet har man sett på hvilke muligheter man har for videreutvikling av systemene. Man har spesielt fokusert på kolmule, siden denne anses være den fisk som gir størst utfordringer når det gjelder å få jevn kjøling. En hovedaktivitet i prosjektet var å bli med på kolmuletøkt, hvor man gjorde målinger og analyser ombord. Man testet også luftinnblåsing i bunn av en tank, for å se om det ga bedre omrøring (og dermed også bedre kjøling), men temperaturene målt både i tanken og ved leveranse, sammenlignet med temperaturene fra en annen tank, viste ingen større forskjell. Det er en utfordring å få til god kjøling i store tanker (300 m³) og når fyllingsgraden av fisk er høy (95 %). Selv om man mest bruker kjølt sjøvann når man skal transportere sild og makrell er det mest vanlig å bruke ferskvann når man skal transportere fisk som skal brukes til fôr. Det er vanlig å bruke eddiksyre i vannet, både for å gi en konserverende effekt og for å redusere klumping av fisken (som er spesielt vanlig for kolmule). Konklusjonene er at kjøling av fisk ombord i pelagiske båter er et viktig tema og forbedring av kjølingen bør være et kontinuerlig mål. Det er ikke et enkelt tiltak som er løsningen, men en kombinasjon av mange.

2 Summary

There has been a continuous development of the refrigeration systems on board fishing vessels during the last decades. The refrigeration units have become larger and more efficient, more and more natural refrigerants are in use, the pump systems are getting more gentle and the vessels have more instruments for measurements and control. However, there is still a potential for further development and this has been analysed in the project. During a research fishing cruise, where Blue Whiting was caught, measurements were made and the systems and operation were analysed. Shorter periods with air inlet from the bottom of one large tank was also tested. The idea was that air should increase the circulation within the tank, but when comparing temperatures with another tank, there was no strong difference. It is a challenge to get good circulation and cooling within large tanks (300 m³) and with large ratios of fish (95 %). Although refrigerated sea water is common in the fishing boats that transport herring and mackerel, fresh water is used when transporting fish that will be used for feed. Acetic acid is then common to use in the water. It works as a preservative and it prevents the Blue Whiting from clogging together (which can prevent adequate cooling). The conclusions are that cooling of pelagic fish on board is an important topic and development should be done continuously.

3 Innledning

Det har skjedd mye utvikling innenfor kjøling og behandling av pelagisk fisk ombord i fiskefartøy de siste 40 årene. Kjøleanleggene har blitt større og mer effektive, man har mer og mer gått over til naturlige kuldemedier, pumpesystemene har blitt mer skånsomme for fisken og man har flere instrumenter for måling og styring av systemene. Likevel har man sett potensiale for videre utvikling. I flere tidligere prosjekter (se liste i kapittel 8) har man dels fokusert på utvikling av kuldeanleggene ombord, dels sett på hvilke muligheter som finnes for utvikling av resten av kuldesystemet. Mer detaljer om de prosjektene er oppsummert i notatet "*Forslag videre arbeid innenfor temaet RSW-anlegg ombord i pelagiske fiskebåter*". Dette notatet kan lastes ned fra:

<http://www.fhf.no/prosjektdetaljer/?projectNumber=901183>

Prosjektet "Optimal kjøling av pelagisk fisk i nedkjølt sjøvann (RSW) ombord: Del 2 (forprosjekt)" skulle fortsette tidligere prosjekters arbeid og finne forbedringsmuligheter for kjøling av pelagisk fisk. Prosjektet skulle være brukerstyrt og resultatet skulle enten være implementering av ny teknologi i et nybygg eller at man kan dokumentere at det nyeste og beste ("state-of-the-art") av teknologi er godt nok.

På SINTEF fiskeri og havbruk har prosjektgruppen i hovedsak bestått av Kristina Norne Widell (prosjektleder), Tom Ståle Nordtvedt, Leif Grimsmo og Marte Skei. Noen andre medarbeidere har vært inkludert. Styringsgruppen bestod i utgangspunkt av Roar Pedersen (FHF), Lars Olav Lie (Liegruppen), Egil Sørheim (Sørheim Holding AS) og Jonny Lokøy (Endre Dyrøy AS). Ved første møte i styringsgruppen ønsket FHF at flere personer ble inkludert i gruppen. Det ble Bjørn Sævik (Kings Bay), Stig Østervold (Haugagut) og Mats Augdal Heide (Cflow).

4 Problemstilling og formål

Det som hele tiden har vært **hovedfokus** er en forbedret kjøling av pelagisk fisk, med spesielt fokus på kolmule, som oppleves å være den som er vanskeligst å kjøle.

Her følger noen tema som man i tidligere prosjekter har synliggjort og som var utgangspunktet for dette prosjektet.

Fiskenes egenskaper – *Fra tidligere prosjekt med kolmule vet en at denne skaper "klumper" og limer seg sammen. Tobis viser samme oppførsel. Årsakene til problemene som fiskerne registrerer er lite kjent eller undersøkt og håndtering er basert på erfaring. Det er derfor samtidig med videre kartlegging og innsamling av fiskernes erfaringer behov for forsøk og tester for å fastslå fiskenes flytegenskaper og årsaker til klumpdannelser.*

Modellering og simulering – *Simulering av tankutforming samt innløp og utløp - I dagens pelagiske båter finner man mange forskjellige utforminger av RSW-tankene. Ofte har tilpasning til båtsskroget vært mer bestemmende for geometrien i tankene enn strømmingen i tankene. Det har gitt et stort utvalg av tankgeometrier som det er vanskelig å gi en generell anbefaling for. Imidlertid kan man gjennom modellering av de mest typiske tankutformingene gi råd om hvilke tiltak som vil ha mest effekt.*

Kuldeanlegget – Det er også behov for forbedringer av de tekniske løsninger på noen av fartøyene, eksempelvis rørarrangement samt inn- og utløps utforminger for å forbedre strømningsforhold og sikre gjennomstrømning i lasten. Mange av RSW-fartøyene har fortsatt kuldeanlegg med medier som er miljøskadelige ved utslipp og vil være forbudt innen 2015. De viktigste alternative medier vil kort bli gjennomgått og de mest miljøvennlige og energieffektive løsninger vurdert. Fokuset vil være på naturlige medier som NH₃ og CO₂ som alle er benyttet i flere nye anlegg.

5 Prosjektgjennomføring

Innholdet i prosjektet har avviket noe fra prosjektbeskrivelsen. Det er to hovedårsaker til dette. Dels har man tatt hensyn til hva styringsgruppa har hatt av innspill, dels har man sett at problemstillingen har blitt endret under prosjektets gang. I prosjektet har det fremkommet informasjon om denne næringen som ikke har vært skrevet om i tidligere prosjekter.

En av hovedaktivitetene i prosjektet har vært gjennomføring av et kolmuletokt, etter ønske fra styringsgruppen. Formålene med toktet var å teste luftinnblåsing i tankene, måling av temperaturer i lasten, analyse av kjølesystemet og håndtering av fisk samt å måle pH og saltinnhold i sirkulasjonsvannet. Toktet har vært samfinansiert med Fiskeridirektoratet gjennom tilskudd bevilget til fiskeriforskning.

For å finne ut mer om kvaliteten til fisken har man vært i kontakt med bl.a. Norges Sildesalgslag. Sildesalgslaget samler data fra kontroller av råvarene ved leveranser til fiskeolje- og fiskemelfabrikker.

Modellering og simulering har blitt vurdert som en metode for å komme raskere frem til forbedret utforming av tanker og innløp/utløp, men det har ikke blitt gjennomført på grunn av for store usikkerheter i resultatene.

Kuldeanlegget har ikke vært i fokus i dette prosjektet, men det har blitt gjort mye utvikling av kuldeanlegg med naturlige kuldemedier de siste årene. Gjennomgang av litteratur og annen bakgrunnsinformasjon har vært mindre del av dette prosjektet.

Andre aktiviteter som har vært viktige i prosjektet var møter og diskusjoner med medlemmene i styringsgruppen. På grunn av at få møtte opp på styringsgruppemøte 2 ble det organisert et ekstramøte i Bergen med to av deltakerne i styringsgruppen. I tillegg hadde man et styringsgruppemøte til, i Trondheim, hvor man diskuterte muligheter for videreføring av prosjektet.

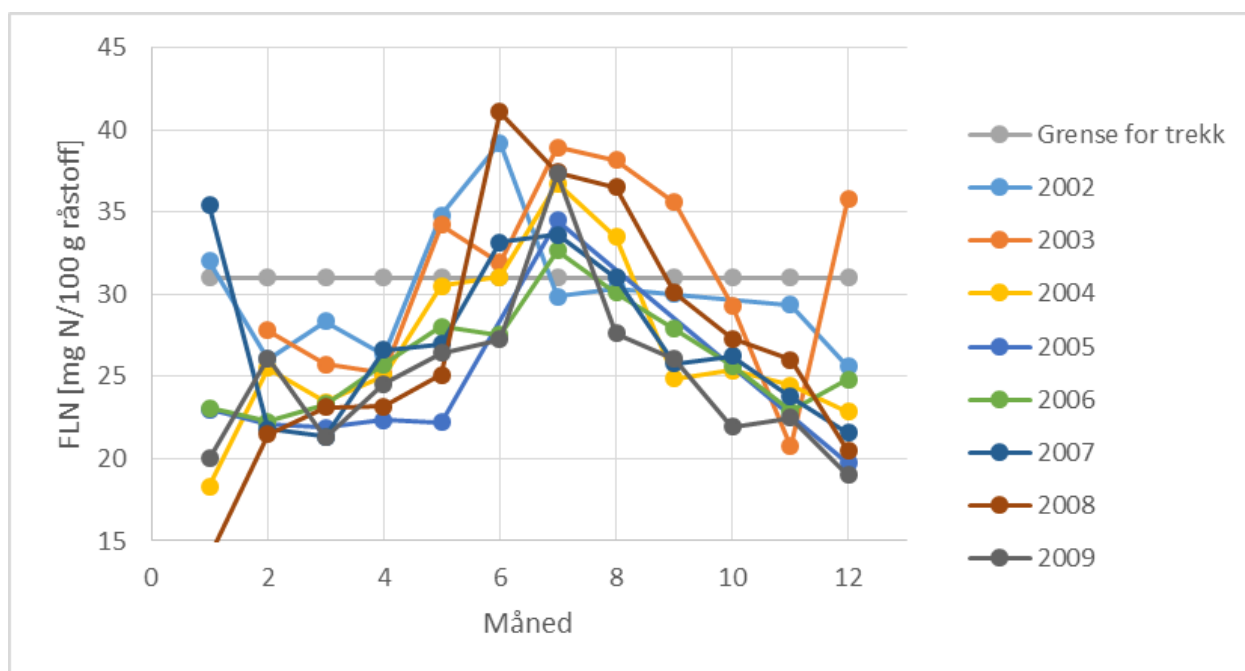
6 Oppnådde resultater, diskusjon og konklusjon

6.1 Kvalitet

I prosjektet har man gjennom samtaler med noen rederier¹, et tokt på kolmule (hvor to fra SINTEF deltok) og annen informasjonsinnsamling, funnet at kjølingen av pelagisk fisk stort sett er god i dag. Fremfor alt er det tydelig når man ser på tall for FLN (flyktig nitrogen) fra Sildesalgslaget, hvor det ikke har blitt gitt mye trekk i pris de siste ti årene (se Figur 1 og Figur 2). Vedde Sildoljefabrikk sier også at kolmulen de får inn har topp kvalitet og at det ikke trengs å gjøre noen forbedring av kjølesystemene.

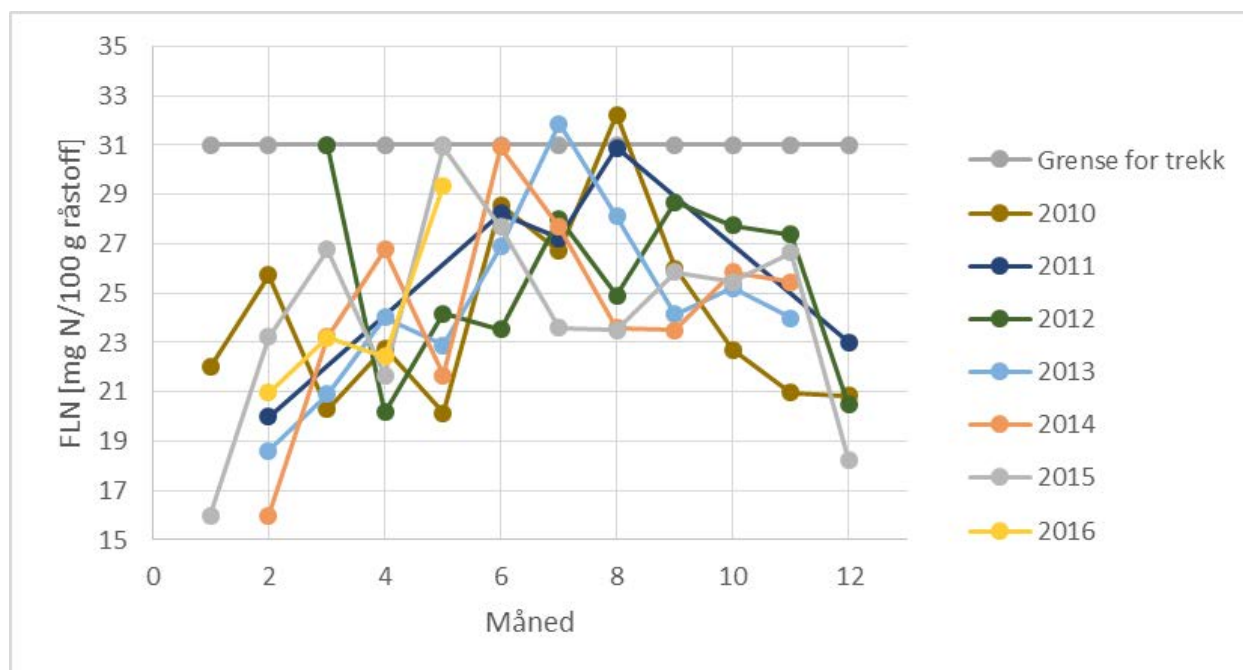
På den andre siden sier rederiene vi vært i kontakt med at det er utfordrende, og nesten umulig, og få god kjøling av kolmule, spesielt i de største tankene. Det man da mener er at man ikke har god kontroll på hvordan kvaliteten til fisken er når den transporteres, men derfor må drifte systemene slik at man er sikker på at kvaliteten er god nok, hvilket for eksempel kan gjøre at man må dra til land før båten er fullastet.

En mulighet å gjøre noe med dette er å utvikle måleutstyr og -metoder som kan brukes under transport. Utstyret må være enkelt å håndtere, selv ved dårlig vær og resultatene skal være enkle å tolke for at de skal gi noe konkret resultat. Man kan se for seg at en del av sirkulasjonsvannet blir tappet av og analysert. Man kan for eksempel måle pH og nedbrytningsparametere.



Figur 1. Mengde nitrogen målt i råstoffet ved leveranse til mel-/oljefabrikken, for årene 2002-2009. Grenseverdi for trekk i prisen er også angitt.

¹ Vi har hatt kontakt med 3 rederier og har i tillegg invitert 3 andre rederier til møter mm. De andre rederiene har ikke vist interesse for prosjektet. Det kan for eksempel tolkes som at de ikke har problemer med disse systemene.



Figur 2. Mengde nitrogen målt i råstoffet ved leveranse til mel-/oljefabrikken, for årene 2010-2016. Grenseverdi for trekk i prisen er også angitt.

6.2 Fiskenes egenskaper

I prosjektbeskrivelsen var hovedaktivitet 1 blant annet å undersøke fiskenes egenskaper.

Rederiene rapporterer at det er kolmule man har størst problemer med og hvis man finner en løsning som fungerer for denne arten trengs det ikke noen andre løsninger for andre arter. Vi anså at forsøk med fisk i liten skala ikke hadde noen hensikt, siden utfordringene er i de største tankene (de på rundt 300 m³) og når fyllingsgraden er høy (rundt 95 %). Hva som har fremkommet i prosjektet er at eddiksyre brukes i ferskvannet og dette har, i tillegg til konserverende effekt, også en reduserende effekt på klumpdannelsen. Ikke alle vil bruke eddiksyre siden den er etsende på utstyr og helseskadelig ved kontakt.

6.3 Tankutforming

I dagens skip er det i de største tankene (300 m³) som man har utfordringer med kjølingen. Nyere båter har ikke så store tanker (ofte 150-250 m³). Av dette kan man trekke konklusjonen at det ikke trengs så stor endring av formen på tanken så lenge den ikke er for stor. Likevel kan det tenkes at det er mulig å gjøre forbedringer av designen også av mindre tanker. Forslag er da å ha en oval form på tanken, med mindre hjørner. De bør også ikke være for høye. I dag lastes og tømmes tankene vanligvis fra en luke i toppen. Dette gir høye tanker. Forutsatt at man finner en annen måte å laste tankene, kan det være mulig å ha lavere tanker, med for eksempel to i høyden. I eksisterende tanker er det ikke så lett å gjøre endringer i design. Til en viss grad går det an å sveise på innervegger eller ledeskovler, men det kan gi utfordringer med isolasjon, ved lossing og med rengjøring.

6.4 Fyllingsgrad

Fyllingsgraden av fisk har stor betydning for sirkulasjon og god kjøling i tanken. Det er ikke uvanlig at man i industrifisket har 95 % fisk (fyllingsgrad) i tanken. Ved kjøling av sild og makrell til konsumformål har man typisk 60 % fisk og får da mye bedre sirkulasjon i tankene.

Så lenge man helst har maksimal fylling av fisk, og ikke ser en kvalitetsforringelse på grunn av dette ved leveranse, blir det nok ikke noen endring. Dette er det opp til båten å bestemme og gir ikke noe grunnlag for innovasjon.

6.5 Måling og overvåking

Man har også måling av temperaturer på vannet i tankene. Likevel mangler det en del måling og overvåking for å gjøre systemet enkelt å bruke. For å vite hvordan fordelingen av vann inne i tankene er må man se ned i lukene til hver tank. Fordelingen av vann gjøres ikke automatisk så dette må gjøres etter manuell inspeksjon. Som nevnt tidligere har man heller ikke automatisk måling av mengde fisk inn på hver tank.

Automatisk måling og overvåking trengs dels for å gjøre drifte enklere og sikrere (gjennom å unngå å sjekke manuelt i lukene), dels for å få en oversikt over hvor god kjølingen er og hvor godt kuldeanlegget jobber. Når man vet det kan man også lettere gjøre forbedringer av driften.

6.6 Fordeling av vann og fisk

Det blir god kjøling av fisken hvis det kalde vannet fordeles jevnt over fisken til hver tid. Innløpet av kjølevann ligger i bunn av tanken. Det kan for eksempel være gjennom en rist i gulvet og fra en "cigar" plassert et stykke ovenfor gulvet. Til tross for at vannet skal fordeles gjennom mange hull i hele tanken har man sett at vannet gjerne kommer ut i en begrenset del av tanken. En måte å løse dette på er å ha flere innløp i tanken, men da trengs det flere innløpsrør, hvilket er plasskrevende. Det ble i forskningstoktet gjort forsøk med innblåsing av luft i bunnen av tankene uten at dette så ut å ha noen større effekt på sirkulasjonen.

Etter at vannet har kommet inn i tanken vil det ta letteste vei, hvilket kan være ved siden av fisken. Dette vil man ikke så lett oppdage, men en mulighet er å se om det er en forskjell i temperatur mellom et punkt nært tankveggen og et punkt inne i fiskemassen. Hvis man kun har en temperaturmåling ved veggen kan man se om temperaturen endres betydelig hvis sirkulasjonen stoppes (forutsatt at kjølingen har pågått en god stund og kommet over i vedlikeholdskjøling).

Et annet aspekt er fyllingen av fisken og hvordan det gjøres. I dag må tankene være fulle og fisken må sette seg (dvs. synke slik at de ikke tetter igjen utløpet av sirkulasjonsvannet) før man kan starte sirkulasjonen. Trenden i senere år har vært å ha flere tanker ombord og at hver tank ikke er noe særlig over 250m³. Videre har det skjedd en god utvikling på silkassene slik at disse gir en mer fleksibel fylling av tankene ved ombordpumping av fisk.

Å gjøre laborietester mht. sirkulasjon er lite aktuelt. Utfordringen ligger i størrelsen på tankene og det kan man ikke gjenskape i en laborietest. Man kan gjøre målinger i en liten tank som inneholder kolmule, men siden man ikke får tak i helt fersk kolmule blir det likevel en stor usikkerhet i resultatene.

6.7 Modellering og simulering

Tredimensjonale strømmønstre i en RSW tank kan simuleres med CFD (Computational Fluid Dynamics). Ved hjelp av simuleringer kan man finne mer optimal design av lagringstanker. Dessuten kan man gjennom simuleringer finne bedre løsninger for innløp og utløp av både kjølevann og eventuelt også luftinnblåsing. Man har tidligere simulert laks som transporteres ombord i brønnbåt. Fisken der var levende og en av hovedutfordringene ombord var å ha god nok fordeling av oksygen i vannet.

Når mye fisk i en tank skal modelleres kan man ikke modellere hver enkelt fisk, men må se fisken som et porøst volum. På grunn av høy fyllingsgrad og at kolmulen danner et slim som gjør at den kan klumpe seg sammen er det utfordrende å få en realistisk modell av situasjonen ombord. Det er også umulig å gjøre målinger av vannstrømninger inne i tanken under ombordtaking av fangst og transport, hvilket gjør verifisering av simuleringresultater vanskelig. En mulighet er å koble strømning til varmetransport og gjøre målinger av temperaturer i tanken, men også da er det store usikkerheter.

Det er betydelig mer realistisk å simulere for eksempel transport av sild eller makrell i RSW-tanker, med en typisk fyllingsgrad på 50-60 %.

6.8 Kuldeanlegg

Kuldeanlegget er en viktig del av hele systemet, men har ikke blitt analysert inngående i dette prosjektet. Det man har sett i andre prosjekter er at hvis et gammelt anlegg byttes ut mot et nytt kan man få bedre kjøling. Gamle systemer kan være underdimensjonerte. Aktuelle kuldemedier i nye systemer er ammoniakk (NH_3 , som er mest brukt) og karbondioksid (CO_2 , som finnes i noen båter). Disse er naturlige kuldemedier som ikke påvirker klimaet ved utslipp. Det finnes syntetiske alternativer, men de er/blir enten forbudt i en nær fremtid eller så blir de betydelig mer kostbare. Både NH_3 og CO_2 kan bygges som kompakte anlegg med liten mengde kuldemedier. Det gjøres kontinuerlig utvikling av disse. NH_3 -anlegg gjøres stadig mer sikre mot lekkasje og med lavere mengder av NH_3 . CO_2 har hittil hatt en begrensning i størrelse, fordi det ikke finnes store nok kompressorer, men her går utviklingen mot større anlegg. CO_2 har en stor fordel når man ønsker kombianlegg, det vil si anlegg som både kan fungere som RSW- og som fryseanlegg. Med CO_2 kan man ha en betydelig lavere temperatur (ca -45 °C) enn med NH_3 (-30 °C), hvilket er positivt for kvaliteten til fisken.

Energibruken til kuldeanlegget utgjør en relativt liten del av drivstofforbruket, men med økt energieffektivitet i fremdriftsmotorene blir andelen til kuldeanlegget mer fremtredende. Uansett er en mulig videre arbeidsoppgave å se på energibruken til kuldeanlegget og å se hvordan dette kan reduseres. Ofte er det stor forskjell mellom eldre og nyere anlegg. I første omgang bør man kartlegge hvordan bruken er i dag og hvordan energibruk og effekt varierer over tid. Mulige tiltak

for å redusere energibruken er å installere frekvensomformere på skruekompressorer (stort sett er dette standard i nyere anlegg), se over avrimingssystemer og -rutiner, ha gode driftsrutiner (ikke kjøre anlegget unødvendig) etc.

6.9 Helse, miljø og sikkerhet

Ved leveranse til mel- og oljeindustrien blir eddiksyre blir brukt for å gi en konserverende effekt på fisken og for å forhindre klumping i tankene. Noen rederier har valgt å ikke bruke det på grunn av risikoen for skader og ulykker. Eddiksyre er skadelig for mennesker ved både innånding og hudkontakt. Tekniske løsninger knyttet til lagring og bruk samt opplæring av mannskap, prosedyrer for arbeidsoperasjoner og nødprosedyrer ved uønskede hendelser kan være viktige aktiviteter av et videre prosjekt. Dette for å kunne bruke eddiksyren på en trygg måte.

6.10 Spørreundersøkelse

SINTEF Fiskeri og havbruk i samarbeid med Havforskningsinstituttet gjennomfører prosjektet "Fangstkontroll i notfiske etter pelagiske arter: Fase 1" finansiert av FHF (# 901204). NORFAKTA har i oppdrag å gjennomføre en spørreundersøkelse blant skippere/rederi i pelagisk fiskeri.

I denne undersøkelsen fikk man besvarelser fra over 60 fartøy. Mange av spørsmålene handlet om fangst, men noen berørte også temaene kjøling, lagring og kvalitet. Når det gjelder konserveringsprosesser mener 16 % av de som svarte at de ikke har tilstrekkelig kunnskap om dette. 38 % mente også at det er et behov for at mannskapet kurses om fangstbehandling og kvalitet og 27 % mente at det er et behov for forbedringer i tekniske systemer ombord for å ivareta fangstkvalitet.

6.11 Konklusjoner og videre arbeid

Kjøling av fisk ombord i pelagiske båter er et viktig tema og forbedring av kjølingen bør være et kontinuerlig mål. Det er ikke et enkelt tiltak som er løsningen, men en kombinasjon av mange. Her er en kort oppsummering av det som blitt nevnt i denne rapport:

- Måling av kvalitet og temperatur under transport
- Analyse av hvordan eddiksyre, temperatur mm påvirker kvaliteten over tid
- Mindre tanker ombord i nye båter
- Andre tankutforminger (ovale, lavere)
- Andre systemer for fylling og lossing av fisk
- Forbedring av eksisterende tanker med innervegger, ledeskovler etc.
- Redusere fyllingsgraden
- Flere innløp av kjølevann i tankene
- Nye kuldeanlegg med naturlige kuldemedier, lav fylling og sikker drift
- Redusere kuldeanleggets energibruk
- Forbedre rutiner for håndtering av eddiksyre

7 Leveranser

- Referat fra styringsgruppemøte 1 (datert 05.02.2016)
- Referat fra styringsgruppemøte 2 (datert 28.04.2016)
- Rapport: Kolmuletokt mars 2016, Tokt med tråleren Selvåg Senior (datert 04.05.2016)
- Referat fra styringsgruppemøte 3 (datert 17.08.2016)
- Notat om forslag til videre arbeid (datert 20.10.2016)
- Sluttrapport med anbefalinger for hele systemet (datert 26.10.2016)
- Administrativ sluttrapport (leveres i november 2016)

8 Andre prosjekter

2011: [Optimalisering av lasteromssystemer i den pelagiske fiskeflåten: Forprosjekt](#)

2012: [Optimal kjøling av pelagisk fisk i nedkjølt sjøvann \(RSW\) ombord: Del 1 \(forprosjekt\)](#)

2012: [Bruk av CO₂ som kuldemedium i anlegg for nedkjøling av sjøvann \(rsw\) om bord på fiskefartøy](#)

2013: [Driftsdata fra eksisterende RSW- og kombianlegg basert på NH₃ og CO₂ i fiskefartøy](#)

2015: [Implementering av varmeveksler/fordamper for rsw-anlegg med CO₂ \(karbondioksid\) som arbeidsmedium for båter og fiskeoppdrett](#)

2015: [Utvikling og testing av varmeveksler/fordamper for rsw-anlegg med CO₂ \(karbondioksid\) som arbeidsmedium for båter og fiskeoppdrett](#)

2016: [Fangstkontroll i notfiske etter pelagiske arter: Fase 1](#)



Teknologi for et bedre samfunn

www.SINTEF.no