

SFH80 A074056 – Åpen

# RAPPORT

## **FHF Rømmingsprogram – håndtering av store mengder død fisk**

Mats Augdal Heide

**SINTEF Fiskeri og havbruk AS**

Havbruksteknologi

Desember 2007

[www.sintef.no](http://www.sintef.no)



**SINTEF Fiskeri og havbruk AS**  
Havbruksteknologi

Postadresse: 7465 Trondheim  
Besøksadresse:  
SINTEF Sealab  
Brattørkaia 17B

Telefon: 4000 5350  
Telefaks: 932 70 701

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

Foretaksregisteret: NO 980 478 270 MVA

# SINTEF RAPPORT

TITTEL

**FHF rømmingsprogram – håndtering av store mengder død fisk**

FORFATTER(E)

Mats Augdal Heide

OPPDRAGSGIVER(E)

Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond

RAPPORTNR. <b>SFH80 A074056</b>	GRADERING <b>Åpen</b>	OPPDRAGSGIVERS REF. <b>Terje Flatøy</b>	
GRADER. DENNE SIDE <b>Åpen</b>	ISBN 978-82-14-04332-7	PROSJEKTNR. 862030.05	ANTALL SIDER OG BILAG <b>25</b>
ELEKTRONISK ARKIVKODE sluttrapport-v1.doc	PROSJEKTLEDER (NAVN, SIGN.) <b>Ulf Winther</b>	VERIFISERT AV (NAVN, SIGN.) <b>Østen Jensen</b>	
ARKIVKODE	DATO 2007-12-07	GODKJENT AV (NAVN, STILLING, SIGN.) <b>Jostein Storøy, forskningssjef havbruksteknologi</b>	

## SAMMENDRAG

Prosjektet fokuserer på løsninger relatert til håndtering av store mengder død fisk i oppdrettsmerder.

Følgende er gjennomført i prosjektet:

- Det er opprettet arbeidsgruppe bestående av relevante næringsaktører
- Det er gjennomført et 1-dags idemøte med arbeidsgruppen
- Dagens situasjon for problemområdet har blitt analysert
- Det er skissert forslag til løsninger

Det er avslutningsvis foreslått en konkret konseptløsning, inkludert et forslag til fremgangsmåte for realisering av løsningen.

STIKKORD	NORSK	ENGELSK
GRUPPE 1	Havbruk	Aquaculture
GRUPPE 2	Teknologi	Technology
EGENVALGTE	Død fisk	Dead fish
	Brønnbåt	Well boat

## INNHOLDSFORTEGNELSE

<b>Forord</b> .....	<b>3</b>
<b>1 Introduksjon</b> .....	<b>4</b>
1.1 Bakgrunn for prosjektet .....	4
1.2 Målsetting for prosjektet .....	4
1.3 Plan for prosjektet .....	5
<b>2 Informasjonsinnhenting og analyse av dagens situasjon</b> .....	<b>6</b>
2.1 Innledning .....	6
2.2 Forutsetninger for prosjektgjennomføring .....	6
2.3 Arbeidsmøte .....	6
2.4 Analyse av dagens situasjon .....	7
2.4.1 Tilgjengelige ressurser .....	7
2.4.2 Roller ved en dødfisksituasjon .....	10
2.4.3 Årsaker og tiltak ved død fisk .....	11
2.5 Oppsummering.....	13
2.5.1 Kravliste .....	13
<b>3 Konseptforslag</b> .....	<b>14</b>
3.1 Innledning .....	14
3.2 Illustrerte konsepter og vurderinger.....	14
<b>4 Konklusjoner</b> .....	<b>23</b>
4.1 Forebygging .....	23
4.2 Videre utvikling av løsning for håndtering av død fisk .....	23

## **Forord**

Store mengder død fisk i oppdrettsanlegg kan oppstå av ulike årsaker, for eksempel algeoppblomstringer, sykdom eller skader etter uvær. Det er viktig å kunne fjerne den døde fisken raskt og effektivt, blant annet for å redusere risikoen for at belastningen på not og andre deler av anlegget blir så stor at skader og rømming kan oppstå. Når hver oppdrettsenhet blir større og inneholder mer fisk, øker utfordringen for den enkelte oppdretter når det gjelder å kunne ta opp den døde fisken raskt nok og uten å skade de øvrige delene av anlegget. Dette prosjektet foreslår teknologiløsninger for håndtering av store mengder død fisk, som vi håper skal være et bidrag til å gjøre slike situasjoner mer håndterbare.

SINTEF Fiskeri og havbruk takker Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond for støtten til å kunne gjennomføre dette prosjektet.

Vi takker også industribedriftene for deres deltakelse, og håper at arbeidet i dette prosjektet vil komme til nytte i havbruksnæringen.

SINTEF Fiskeri og havbruk AS, 7. desember 2007.

## 1 Introduksjon

### 1.1 Bakgrunn for prosjektet

Høsten 2006 tok Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond (FHF) initiativ til et forskningsprogram der man skulle arbeide med ulike sider av rømmingsproblematikken. Spesielt viktig for FHF var det å fokusere på de viktigste årsakene til rømming slik de kommer til uttrykk i rømmingsstatistikken.

SINTEF Fiskeri og havbruk (SFH) fikk i oppdrag å lede programmet i samarbeid med et større antall næringsaktører. I fellesskap har en kommet frem til følgende satsingsområder i programmet:

#### DEL I

A. Forankringssystemer.

B 1. Miljøkrefter og effekt på anlegg. Måling av miljøkrefter.

B 2. Miljøkrefter og effekt på anlegg. Strøm.

C. Ising.

#### DEL II

A. Standardisere brukerhåndbøker.

B. Konseptutvikling av innfesting mellom not og flyter.

C. Håndtering av (store mengder) død fisk.

Denne rapporten dokumenterer arbeidet som er gjennomført i aktivitet ”**DEL II – C. Håndtering av (store mengder) dødfisk**”.

### 1.2 Målsetting for prosjektet

Hensikten med dette prosjektet har vært å komme frem til teknologiløsninger som muliggjør en effektiv håndtering av store mengder død fisk. Det har vært en målsetting for Fiskeri- og havbruksnæringens Forskningsfond (FHF) at denne aktiviteten skulle initiere ny konkret teknologutvikling, og dette arbeidet har fokusert på utarbeidelse av konkrete løsningsalternativer. Eksterne aktører har bidratt inn i denne prosessen for å komme opp med løsninger som har god relevans for næringen. SINTEF har fungert som administrator for arbeidet, ved å samle relevante fagmiljø og dokumentere aktivitetene som er gjennomført.

I dette arbeidet har følgende eksterne aktører og bedrifter bidratt (tabell 1):

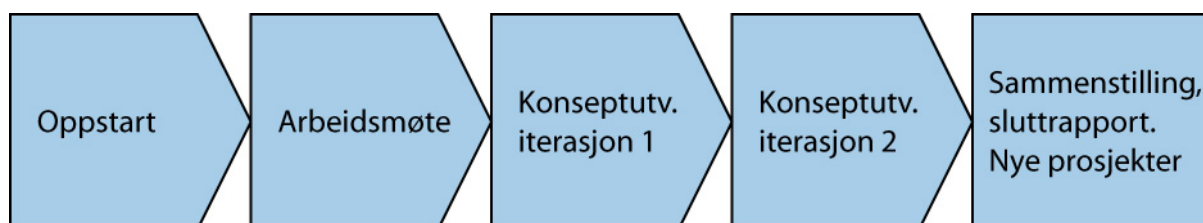
Tabell 1. Eksterne bidragsytere i gjennomføring av prosjektet.

Person	Bedrift	Rolle
Anders Sæther	Marine Harvest ASA	Prosjektgruppe
Gunnar Hoff	Cflow Fish Handling AS	Prosjektgruppe
Lars Gåsø	Frøyfisk (nå Sølvtans)	Prosjektgruppe
Erling Waagsbø	Flatsetsund Engineering AS	Prosjektgruppe
Terje Flatøy	FHF	Referansegruppe
Gunnar Kr Halvorsen	FHF	Referansegruppe
Alf Jostein Skjærvik	Salmar Farming AS	Referansegruppe
Endre Leite	Lerøy Hydrotech	Referansegruppe
Trond Elstad	Mørenot	Referansegruppe

Prosjektet er ledet av SINTEF Fiskeri og havbruk ved Mats Augdal Heide, Ulf Winther og Østen Jensen.

### 1.3 Plan for prosjektet

Prosjektet har vært gjennomført som et utviklingsprosjekt, se figur 1.



Figur 1. Hovedaktiviteter som er gjennomført i prosjektet.

Med henvisning til figur 1, er den punktvis gjennomføringen som følger:

- Ved **oppstart** av prosjektet har en blitt enige om de generelle forutsetningene for gjennomføringen, herunder omfang, deltakere m.m.
- **Arbeidsmøtet** med deltakere har videre spesifisert hvilke punkter innenfor prosjektets rammer som er særlig viktige å fokusere på. Det er også foreslått konkrete konseptløsninger.
- I **konseptutvikling iterasjon 1** er forslagene fra arbeidsmøtet dokumentert, og en har arbeidet videre med disse og andre løsninger. Arbeidet er samlet i et notat som er sendt ut til deltakerne for tilbakemeldinger.
- I **konseptutvikling iterasjon 2** har en videreutviklet en konkret løsning fremkommet i forrige aktivitet, basert på tilbakemeldinger fra prosjektets deltakere.
- **Sammenstilling, sluttrapport og nye prosjekter:** Her er prosjektets arbeid sluttrapportert (dette dokumentet).

I rapporten er det tatt med et sammendrag fra alle aktivitetene, vurderinger som er gjort underveis samt resultater fra arbeidet.

## 2 Informasjonsinnhenting og analyse av dagens situasjon

### 2.1 Innledning

Dette kapitlet dokumenterer innhenting av informasjon som utgjør basis for konseptutviklingen som er gjennomført senere (presentert i kapittel 3). Her presenteres de initielle forutsetningene som ble satt for prosjektet, utarbeidet i samarbeid med oppdragsgiver FHF og øvrige referansegruppe. Videre forutsetninger og innspill fra næringsaktører ble også samlet inn, særlig ved gjennomføring av et felles arbeidsmøte ved SINTEF Sealab.

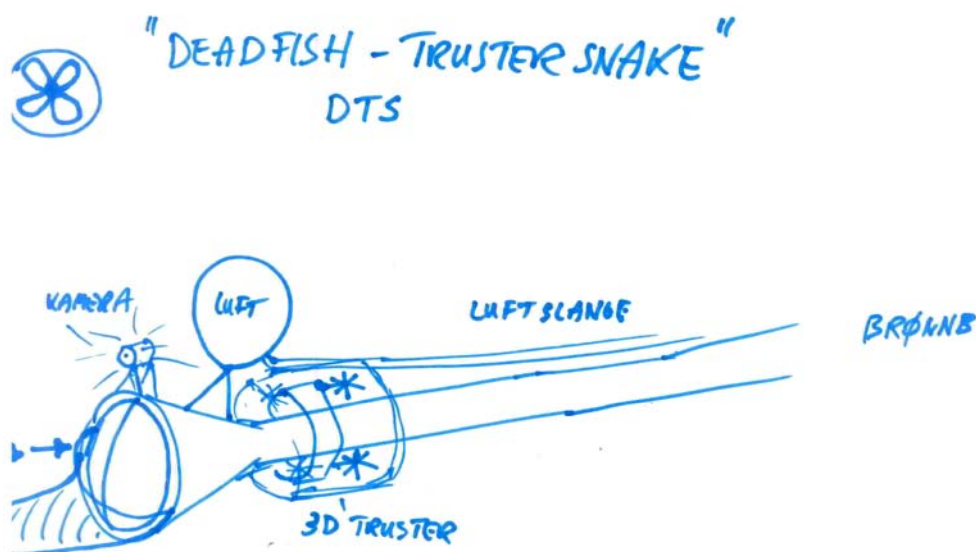
### 2.2 Forutsetninger for prosjektgjennomføring

Bakgrunnen for dette prosjektet er en erkjennelse av at det i dag ikke finnes noen god måte å håndtere store mengder død fisk på. Dette har blitt erfart etter et antall tilfeller der en har opplevd problemer, herunder lang oppryddingstid, stor ressursbruk og høy belastning på personell. Med oppskalering til stadig større merder og flere tusen tonn fisk på en enkelt lokalitet, har behovet for effektive håndteringsløsninger generelt blitt større.

Med bakgrunn i ovennevnte ble oppgaven i prosjektet å finne gode konseptløsninger for håndtering av store mengder død fisk fra et oppdrettsanlegg.

### 2.3 Arbeidsmøte

For å få inn relevante problemstillinger og løsningsforslag, ble det arrangert et arbeidsmøte sammen med næringsaktører ved SINTEF Sealab den 24. mai 2007. Under arbeidsmøtet ble en rekke problemstillinger ved oppgaven diskutert. Det ble også skissert ned alternative forslag til løsninger. Et løsningsforslag er illustrert i figur 2.



Figur 2. Eksempel på ideskisse fra arbeidsmøte.

Etter arbeidsmøtet ble problemstillinger og løsningsforslag dokumentert og sendt ut til deltakerne pr e-mail. Prosjektgruppen ble også oppfordret til å melde tilbake eventuelle nye ideer eller innspill de måtte ha. Rentegnede løsningsforslag presenteres i kapittel 3.

## 2.4 Analyse av dagens situasjon

### 2.4.1 Tilgjengelige ressurser

#### Utstyr på lokalitet

Lokaliteter der det benyttes en sentral fôringsplattform (fôrflåte) kan en forvente at noe tau og kjettinger samt verktøy er tilgjengelig. Gaffeltruck benyttes også på noen stålanlegg. På plastringer kan en imidlertid ikke forvente at det er noe tilgjengelig utstyr som kan være til hjelp.

#### Arbeidsbåter og servicebåter

Arbeidsbåter som benyttes til daglig drift på anleggene kommer i varierende størrelser og kapasiteter avhengig av behovet på lokaliteten. De minste båtene er gjerne hurtiggående, enkeltskrogs planebåter, og benyttes fortrinnsvis til persontransport og frakt av lett last til lokaliteten (figur 3).



*Figur 3. Holtheboats Stinger 900, et eksempel på oppdrettsbåt, fortrinnsvis benyttet for hurtig persontransport.*

De største arbeidsbåtene og servicebåtene bygges som katamaraner, og er vanligvis rett under 15 meter lange. Dekksplass er prioritert, og båtene benyttes til tunge fraktoppdrag (opptil 50 tonn dekkslastkapasitet) og løfteoperasjoner som utsetting av ankere og løfting av nøter. Krankapasitet er gjerne opp til 30-40 t/m. Av annet utstyr om bord inngår vinsj og nokke. Servicebåtene benyttes gjerne som kombinerte dykkerbåter, og noen har også ROV om bord (figur 4).





*Figur 4. Servicebåten "Æge", en moderne service-/dykkerbåt med ROV ombord.*

"Vanlige" arbeidsbåter bygges med varierende størrelse og kapasiteter, både i enkeltskrog og katamaran utgaver, avhengig av behovet en har på lokaliteten.

### **Brønnbåter**

Brønnbåter har etter hvert blitt store skip med stor lastekapasitet (figur 5). Utstyret om bord er spesialisert for å kunne laste store mengder fisk, levende eller død. Kraftige pumper gjør det mulig å frakte vann og fisk raskt inn i og ut av båten. Nyere brønnbåter har gjerne 2-3 kraner om bord, og med løftekapasitet på over 30 t/m.



*Figur 5. Brønnbåten Ronja Harvester, under overfart med last. Båten er 68 meter lang, og har 1800m<sup>3</sup> brønnvolum.*

### 2.4.2 Roller ved en dødfisksituasjon

Roller og oppgaver i en dødfisksituasjon ble diskutert under arbeidsmøtet. Figur 6 viser en sammenfatning av rollefordeling i dødfisksituasjoner i dag.

<b>Oppdrettsanlegg inkl. personell</b>	<b>Servicebåt</b>	<b>Brønnbåt</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Første aktør on-site</li> <li>- Lede opprydding</li> <li>- Forhindre at skade øker i omfang</li> <li>- Redde levende fisk</li> <li>- Redde oppdrettsanlegg og not</li> <li>- Rapportering og tilkalling av ekstrahjelp</li> </ul> <p>Begrensninger: Kapasiteter på lokalt utstyr og personell</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bistå med avanserte tjenester under opprydding: dykking, ROV, skadevurdering</li> </ul> <p>Begrensninger: Kapasiteter på båt Dykkere - pålagt hviletid</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pumpe opp levende fisk</li> <li>- Pumpe opp død fisk</li> <li>- Foreta tunge løft</li> <li>- Lagre død fisk</li> </ul> <p>Stor pumpekapasitet og lagringskapasitet</p> <p>Begrensninger: Sugeløsninger ikke tilpasset dødfisksituasjoner. Stor båt kan ikke operere på grunt vann</p>

Figur 6. Oppgaver, roller og dagens begrensninger i en dødfisksituasjon.

I de fleste tilfeller med mye død fisk vil den lokale oppdretteren tilkalle ekstrahjelp, herunder brønnbåt og gjerne servicebåt med dykkere og evt. ROV. Servicebåtens team kan være til stor hjelp for å kunne gjøre en skadevurdering, for eksempel anslå mengde død fisk i nota eller vurdere og stabilisere oppdrettsanlegget etter et havari. Brønnbåten som skal pumpe opp og lagre død fisk har imidlertid en vanskelig jobb når slangen skal manøvreres nedi notbunnen. Fisken trenger ikke å befinne seg i spissen av nota, det kan også være lommer med død fisk i en not etter strukturelle skader. Det eksisterer ikke gode løsninger for dette i dag, så dykkere blir sendt ned i nota for å manøvrere slangen. Dykkere har begrensninger med tanke på hviletid, og flaskehalsen i en pumpeoperasjon kommer gjerne i forbindelse med tilgjengelig dykkertid. Dybdebegrensning for disse dykkerne er i dag i praksis 25 meter, så i særlig dype nøter kan ikke denne metoden benyttes.

Prosjektgruppen konkluderte med at det bør være brønnbåten som håndterer den døde fisken. Det er allerede konkludert med et behov for bedre utstyr for slik håndtering, men en antar at det ikke vil være behov for å montere dette om bord i alle båter. 7-8 båter spredt langs kysten med spesialutstyr om bord kan være tilstrekkelig. Eventuelt kan utstyret lagres i beredskapslagre på kjente steder langs kysten, og så installeres om bord i brønnbåten ved behov.

Hva hentes ut først – død eller levende fisk? Deltakerne ved arbeidsmøtet hadde intet fasitsvar på dette. De nødvendige operasjonene, og rekkefølgen de gjøres i, vil kunne være forskjellig

avhengig av situasjonen. En må først vurdere risiko best mulig, og så gjøre mest mulig for å redusere tapet mest mulig, innenfor lavest mulig tilleggsrisiko.

### **2.4.3 Årsaker og tiltak ved død fisk**

Nedenfor er det satt opp kjente årsaksforhold som kan medføre død fisk. Det er også tatt med antatte nødvendige tiltak og noen mulige aktuelle løsninger.

#### **1) Problem med vannkvalitet og biologi: alger/maneter, høy/lav temperatur eller lavt oksygeninnhold.**

Tiltak: Nødslakting eller flytting av levende fisk med brønnbåt. Opplining av not kan bli problematisk i tilfelle mye død fisk. Fortsatt levende fisk kan være i dårlig forfatning, og bør håndteres ekstra skånsomt.

Mulige løsninger:

- Ny løsning for orkast som får ut all levende fisk uten å heve nota.
- Flytte anlegg eller fisk før skaden skjer (forebyggende). Forutsetter infrastruktur for deteksjon av farer, samt varsling av anlegg i faresonen.

#### **2) Oksygenmangel/plassmangel som følge av redusert notvolum i strøm**

Midlertidig effekt (som muligens kan forebygges med korrekt dimensjonert anlegg).

Tiltak: Skadevurdering skjer gjerne når en er tilbake i normaltilstand, ingen nødslakting av fisk nødvendig. Død fisk tas ut av røktere eller brønnbåt med levende fisk fortsatt i nota. I ettertid gjøres en vurdering om situasjonen kan forventes å komme igjen, og hvilke forebyggende tiltak som må iverksettes.

#### **3) Fisk som er døde etter skade oppstått under uvær**

Tiltak: Se situasjon 2). Det vil være viktig å undersøke om anlegg og not har fått varige skader som må repareres.

#### **4) Sykdom**

Tiltak: Nødslakting direkte på merdkant med tanke på destruksjon kan være hensiktsmessig, avhengig av type sykdom. Smitterisiko for anlegg i nærheten må vurderes i samarbeid med veterinær/myndigheter.

### 5) Havari av anlegg

Død fisk vil her skyldes en kombinasjon av situasjon 2) og 3), pluss redusert notvolum som følge av skade på anlegg (not klapper sammen).

Tiltak: Her må en stabilisere og sikre det havarerte anlegget, og forsøke å gjenopprette anleggets integritet, med sterk fokus på å forhindre (ytterligere) rømming. Det antas at en vil forsøke å berge mest mulig av den levende fisken først, (for nødslakting eller utsett på annen lokalitet) og deretter fokusere på den døde fisken. Dersom den døde fiskens vekt i nøtene medfører stor risiko for (ytterligere) rømming eller personskaade, kan det bli nødvendig å starte uttak av denne først. Uttak av død fisk vil stresser gjenværende levende fisk i nota, noe en helst vil unngå.

### 6) Stress grunnet øvrige eksterne faktorer (f.eks. predatorer)

Død fisk tas ut av røktere eller brønnbåt med levende fisk fortsatt i nota. Levende fisk kan stå igjen dersom stressmomentet fjernes.

### Konklusjon

For alle disse skadetilfellene kan dødfiskmengdene bli store (tabell 2), og for alle disse vil behovet bli det samme - et effektivt konsept som kan fjerne dødfisken raskest mulig, og med minst mulig risiko for personskaade og rømming. Konseptet må kunne benyttes mens det fortsatt er levende fisk igjen i nota. En kan ikke forvente at eventuelle permanent installerte systemer for dødfiskhåndtering fungerer etter et havari.

*Tabell 2. Regneeksempel på mengder død fisk, relativt til noen aktuelle enhetsstørrelser*

Total biomasse	Total mengde død fisk		
	1 %	10 %	30 %
En 160-meters merd (opp mot 1000 tonn)	10 tonn	100 tonn	300 tonn
En lokalitet med 4 konsesjoner (4 x 780 tonn)	31,2 tonn	312 tonn	936 tonn

## 2.5 Oppsummering

### 2.5.1 Kravliste

Nedenfor er det satt sammen noen overordnede produktkrav til en løsning for håndtering av død fisk.

#### *Tekniske krav*

- Skal være montert på brønnbåt
- Skal benytte brønnbåtens eksisterende pumper, brønner og øvrig teknologi så langt dette er hensiktsmessig
- Skal ikke være risiko for å ta opp levende fisk
- Bør kunne operere på grunt vann

#### *Brukerkrav*

- Fisk skal pumpes opp fra bunnen av nota:
  - Uten bruk av dykkere
  - Fortrinnsvis uten behov for assistanse fra flere fartøy
- Operasjonen skal kunne overvåkes / kvalitetssikres
- Bør kunne opereres av 1-2 mann
- Bør ikke ha høye krav til opplæring for bruk

#### *Miljø/eksterne krav*

- Løsning skal være tilpasset bruk i både stål- og plastanlegg, og alle omkretser og dybder
- Skal kunne brukes også på sterkt skadde anlegg
- Skal kunne brukes i strøm og bølger (strøm inntil 0,3-0,4 m/s?) (bølger inntil 0,5 m?)

#### *Krav til sikkerhet*

- Skal ikke påføre oppdrettsanlegg ekstra belastninger
- Skal ikke øke fare for (ytterligere) rømming fra anlegg
- Minimal fare for personskade

### 3 Konseptforslag

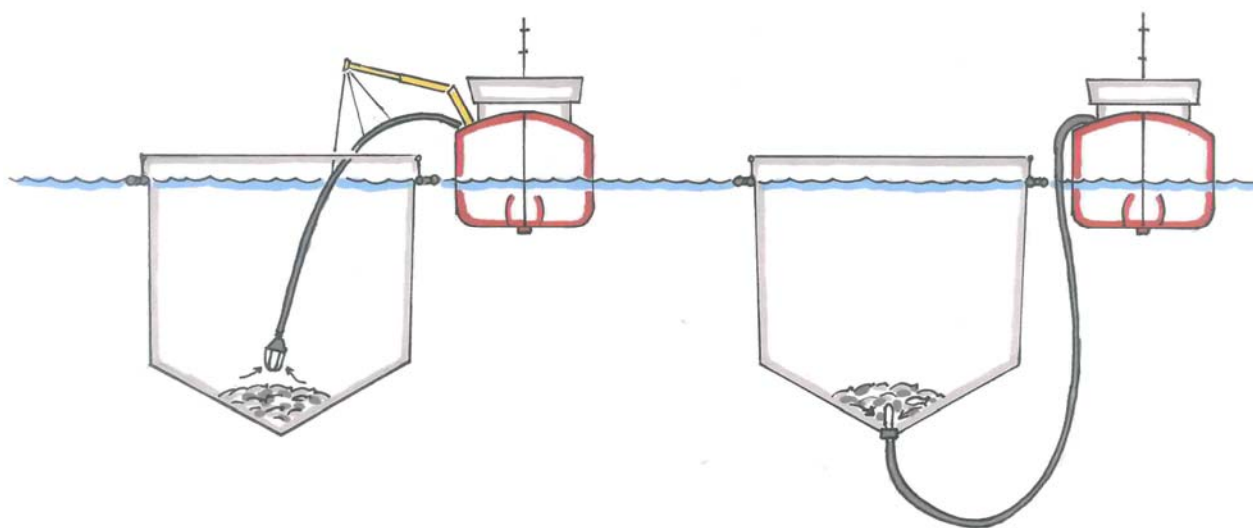
#### 3.1 Innledning

Dette kapitlet presenterer de konseptuelle vurderingene og foreslåtte prinsipløsningene for håndtering av død fisk gjennomført i prosjektet.

#### 3.2 Illustrerte konsepter og vurderinger

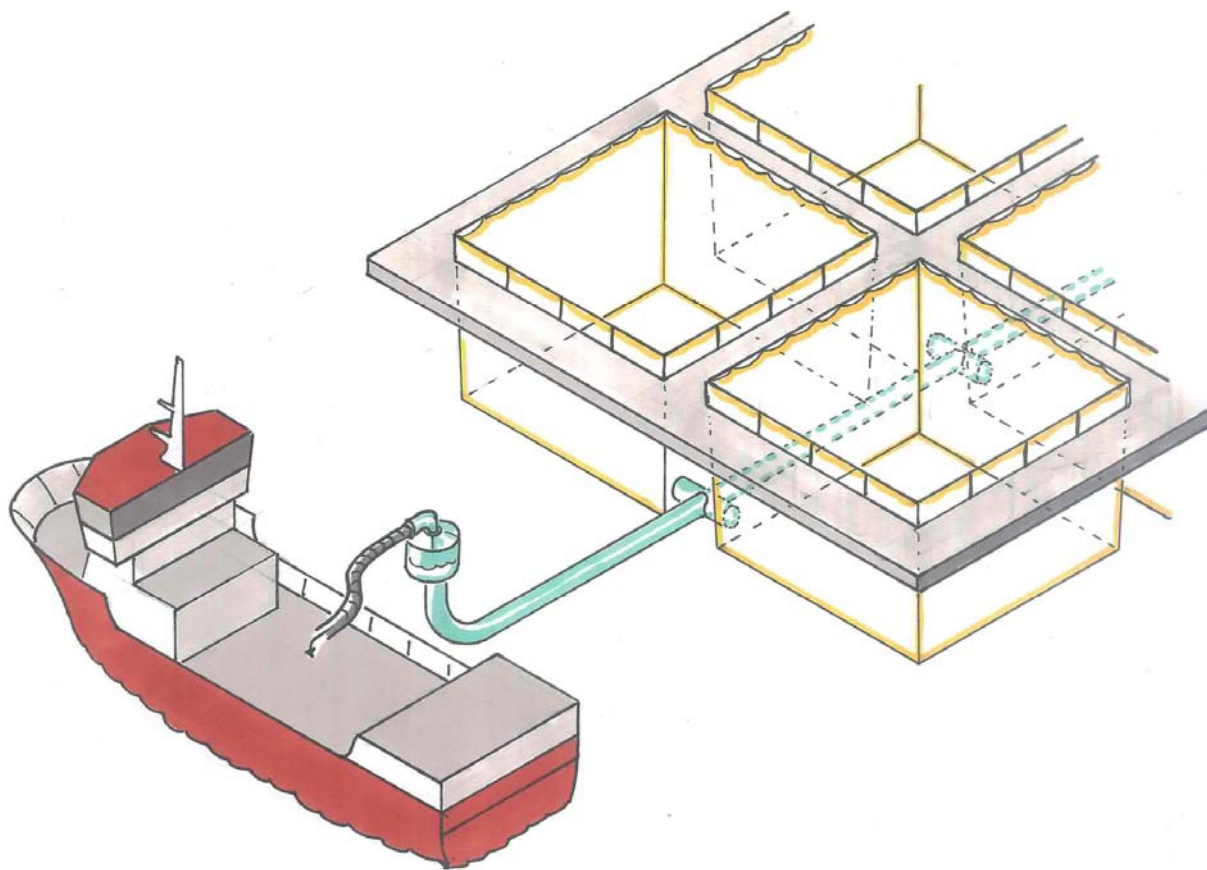
Figur 7 viser to forskjellige tilnærminger til uttak av fisk fra bunnen av en not. Prinsipp til venstre er i praksis løsningen som benyttes i dag, men for å posisjonere tut korrekt, trengs assistanse fra dykkere. Som vist til høyre, kan en alternativ løsning i noen tilfeller være å koble seg til fra utsiden av nota. Dette er også i prinsippet slik produktløsningen Lift Up fungerer.

En slik ytre tilkobling kan være permanent tilkoblet, skal den derimot kobles til kun ved behov, må det lages en utforming som ikke krever assistanse fra dykkere. (Notspissen vil på mange nøter være så dypt at det praktisk ikke er gjennomførbart med dykkere).



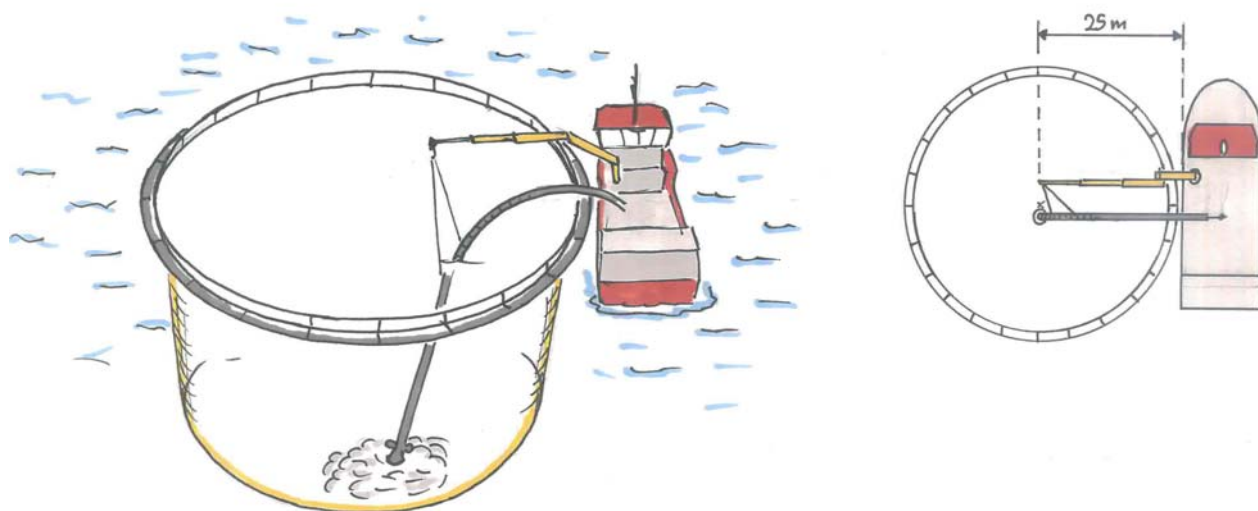
*Figur 7. Prinsipielle løsninger for uttak av fisk.*

Bruk av lastebøye for uttak og utsetting av fisk har vært diskutert, som et alternativ til å forføre brønnbåten i anlegget. En prinsipiell løsning vises i figur 8, med en samlestokk som går inn til hver not. En slik løsning kan muligens distribuere fisk effektivt i hele anlegget, uten at brønnbåten er i kontakt med anlegget. Samme løsningen vil kunne benyttes til utpumping av død fisk, med noen forutsetninger. Dødfisken må være samlet nær utløpspunktet til samlestokken, eventuelt være enkel å transportere dit. I en havarisituasjon er det heller ikke sikkert at rørsystemet er intakt, og alternativ løsning må da benyttes. Skal denne løsningen bli en realitet, må hele oppdrettsanlegget legges til rette for dette driftskonseptet, og løsningen er nok bare aktuell for stålanlegg.



Figur 8. En mulig fremtidig merdkonstruksjon med integrert lastebøye og samlestokker til nøtene.

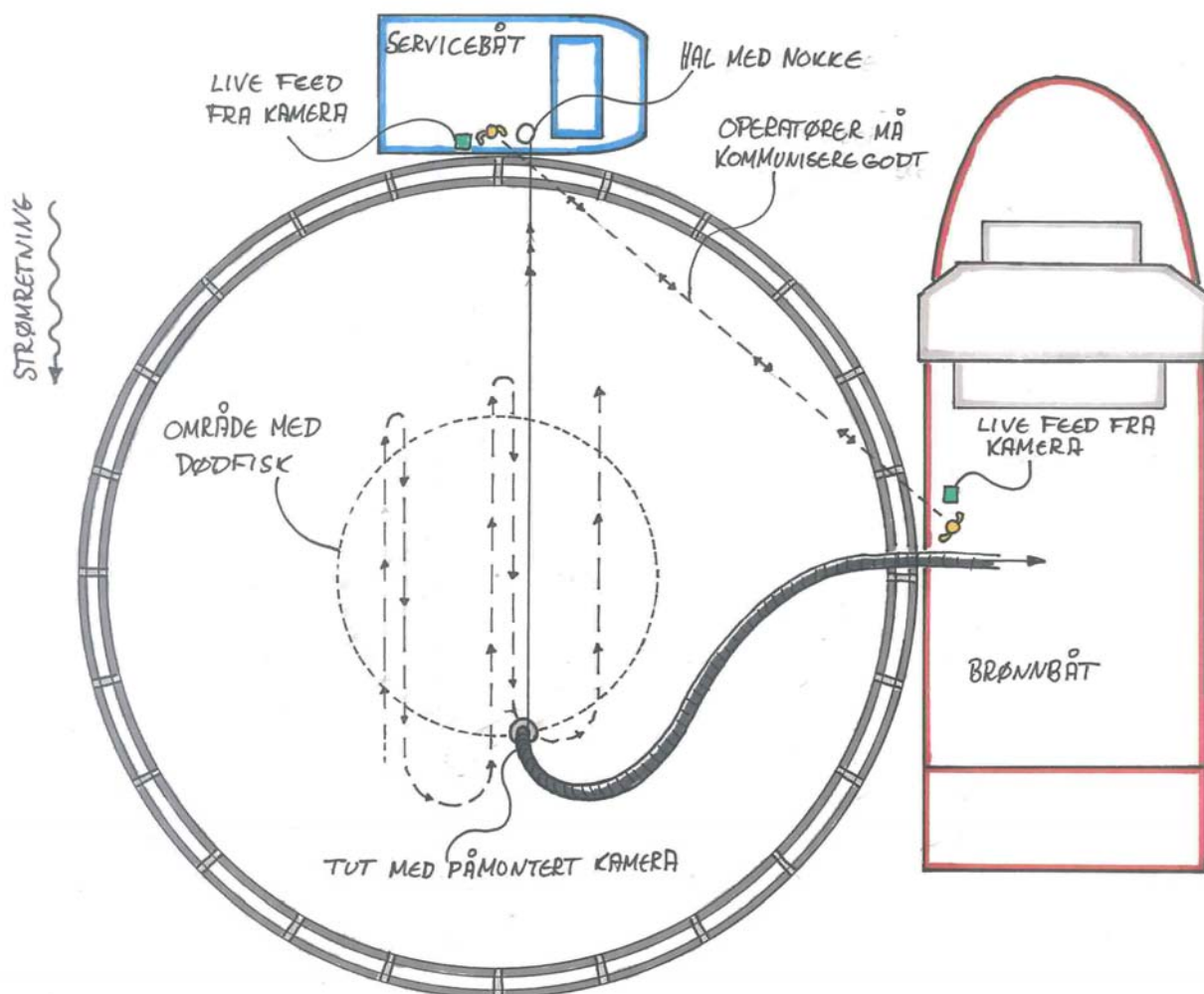
Figur 9 viser noe av utfordringen ved å benytte kran for å manøvrere sugeslangen nedi nota. For det første blir kranarmen veldig lang, i en 157-meters ring vil det kreves 25 meter kranarm for å nå inntil senter av nota. Med så lang arm kan det fort bli ukontrollerbare bevegelser i slangen som følge av bølgebevegelser. Det skal heller ikke mye strøm til før slangen vil bli dratt med. Kranen vurderes likevel ikke som uaktuell å benytte, men sannsynligvis bare til grovmanøvrering.



Figur 9. Bruk av kran for å manøvrere sugeslange i nota.

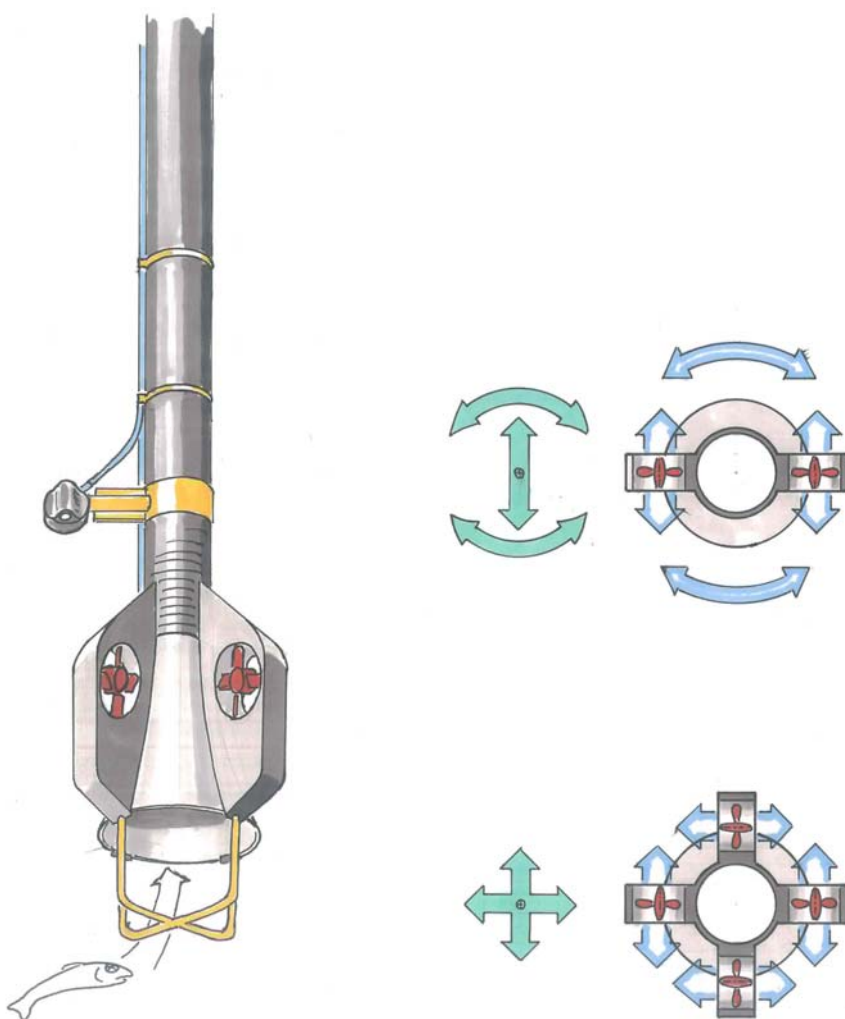


Figur 10 foreslår en løsning med bruk av mest mulig av eksisterende utstyr på to båter. Kranen på brønnbåten kan benyttes til å grovmanøvrere slangen i posisjon, og heretter benyttes nokke eller vinsj på servicebåten til å dra slangen over området med dødfisk i. Kran løfter så slangen tilbake for en ny passering. Løsningen vil kreve et kamera montert på enden av slangen, med videooverføring både til brønnbåten og servicebåten. Det vil også forutsettes god kommunikasjon mellom operatørene på båtene. Det at en har to separate operatører på forskjellige steder vurderes som et mulig risikomoment for feil operasjon.



Figur 10. En forenklet løsning der to båter samarbeider om opptak av fisken.

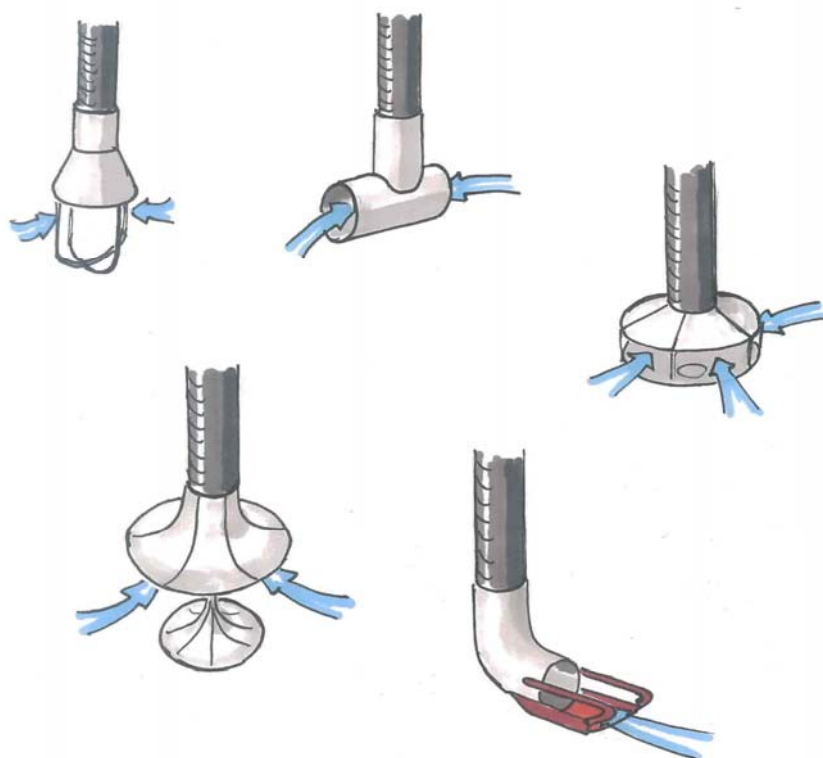
Figur 11 viser en løsning der thrustere er montert på en standard tut for horisontal manøvrering. Vertikalbevegelse kan muligens styres av kran. Undervannskamera er montert på slik at en kan følge med på operasjonen. Detalj til høyre viser to alternative konstruksjonsløsninger: 1) bruk av to thrustere, samt at hodet er vridbart. 2) fire thrustere uten rotasjon av slangen (også vist i venstre figur). Denne løsningen kan muligens utformes slik at thrusterne monteres direkte på eksisterende slange og tut.



Figur 11. Detalj av en mulig sugetut med innebygde thrustere for finmanøvrering.

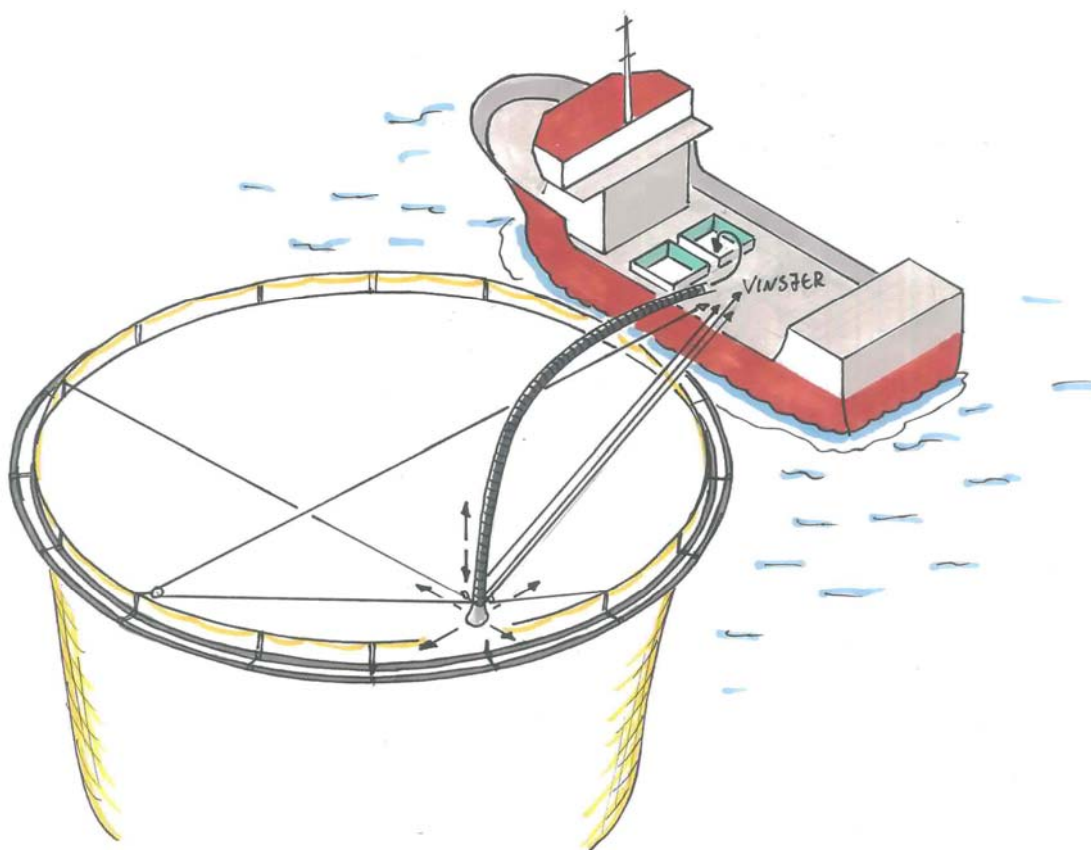
I figur 12 er det laget noen forskjellige sugetut-utforminger, med eksisterende løsning vist øverst til venstre. Med dødfisk må tuten manøvreres nær nota, og det kan være risiko for å suge nota inn i slangen. Det er ukjent om dette vil være et stort problem, men de alternative løsningene som er skissert, kan muligens være mer skånsomme. Den andre utfordringen gjelder effektivitet – hvilken utforming vil være mest egnet til å dra fisken inn i slangen? I tillegg til å være skånsomme mot nota, må sugetuten oppfylle tre krav:

- 1) en utforming som gjør at den kan posisjoneres nært nok dødfisken
- 2) en utforming som gir tilstrekkelig sugekraft
- 3) en utforming som forhindrer at fisken blokkerer røret



*Figur 12. Noen alternative utforminger av sugetut.*

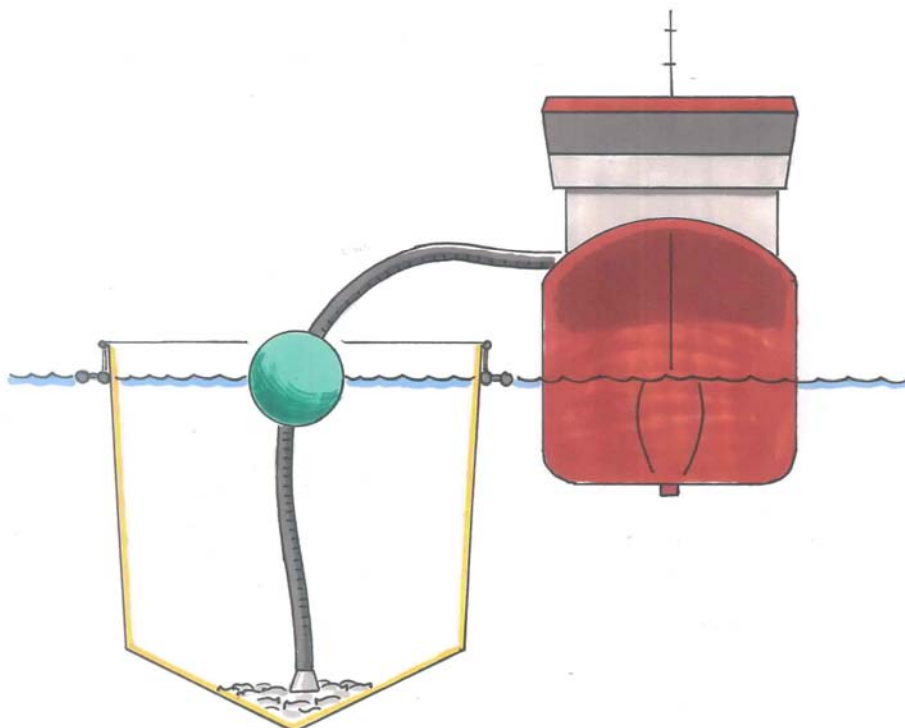
Som vist i figur 13, kan en også tenke seg en løsning der slangen styres med tau fra brønnbåten. Ved å stramme og slakke de fire viste tauene i kombinasjon, kan en styre tuten fritt både horisontalt og vertikalt. Dette forutsetter montering av vinsjer på brønnbåten. Også i dette konseptet bør det monteres et undervannskamera nær tuten slik at en kan følge med på operasjonen. Dette konseptet forutsetter at flytekragen er relativt intakt med tanke på oppdrift og form, og at den tåler belastningene tauene vil påføre. I praksis kan dette konseptet bli vanskelig å operere.



*Figur 13. Styring av slange med tau.*

Figur 14 viser hvordan slangen kan posisjoneres vertikalt ved hjelp av et påmontert oppdriftslegeme. En kan tenke seg to alternative muligheter til å bevege slangen i vertikalretning:

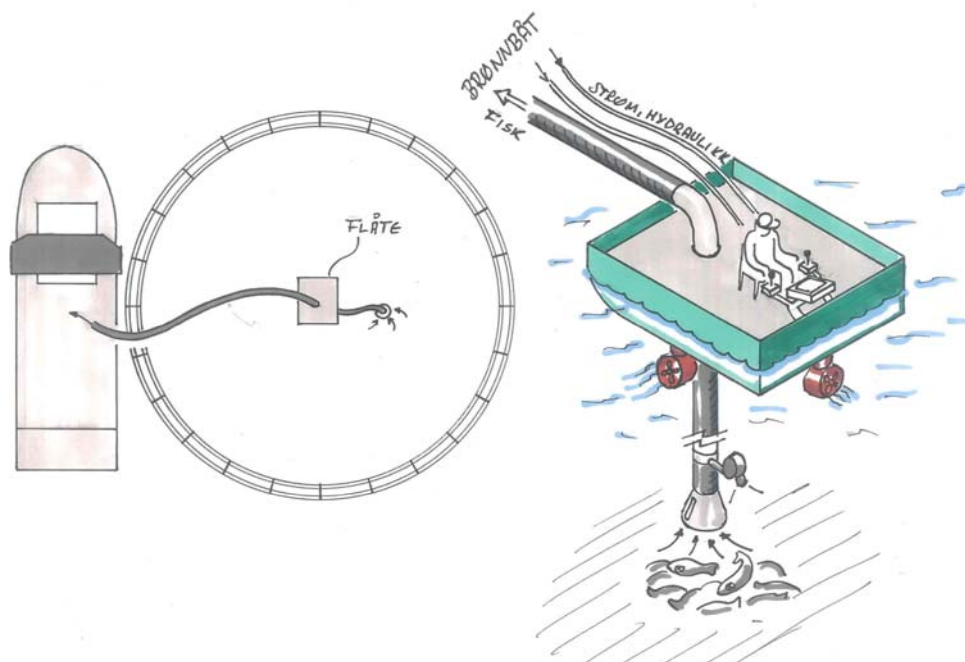
- 1) Oppdriftsvolum kan varieres, og slangen hever eller senker seg i vannsøylen avhengig av oppdriftslegemets fyllingsgrad. En hensiktsmessig utforming av oppdriftslegemet vil være vesentlig for å få dette til å fungere, et avlangt oppdriftslegeme langs slangen er antakeligvis å foretrekke.
- 2) En har en fast oppdrift, og en innretning inni oppdriftslegemet trekker slangen opp og ned.



*Figur 14. Vertikal posisjonering av slange ved hjelp av oppdrift.*

Figur 15 viser en videreutviklet variant av figur 11. Her har en plassert en flåte over området med død fisk. En operatør på flåten kan følge med på operasjonen via en monitor som er koblet sammen med et undervannskamera nær sugetuten. Thrustere er montert på flåten slik at den kan manøvreres frem og tilbake. Brønnbåten plasseres utenfor merd, og bidrar med sugepumper, elektrisitet og eventuelt hydraulikk til flåten. En utfordring her kan være å forhindre avdrift av slange.

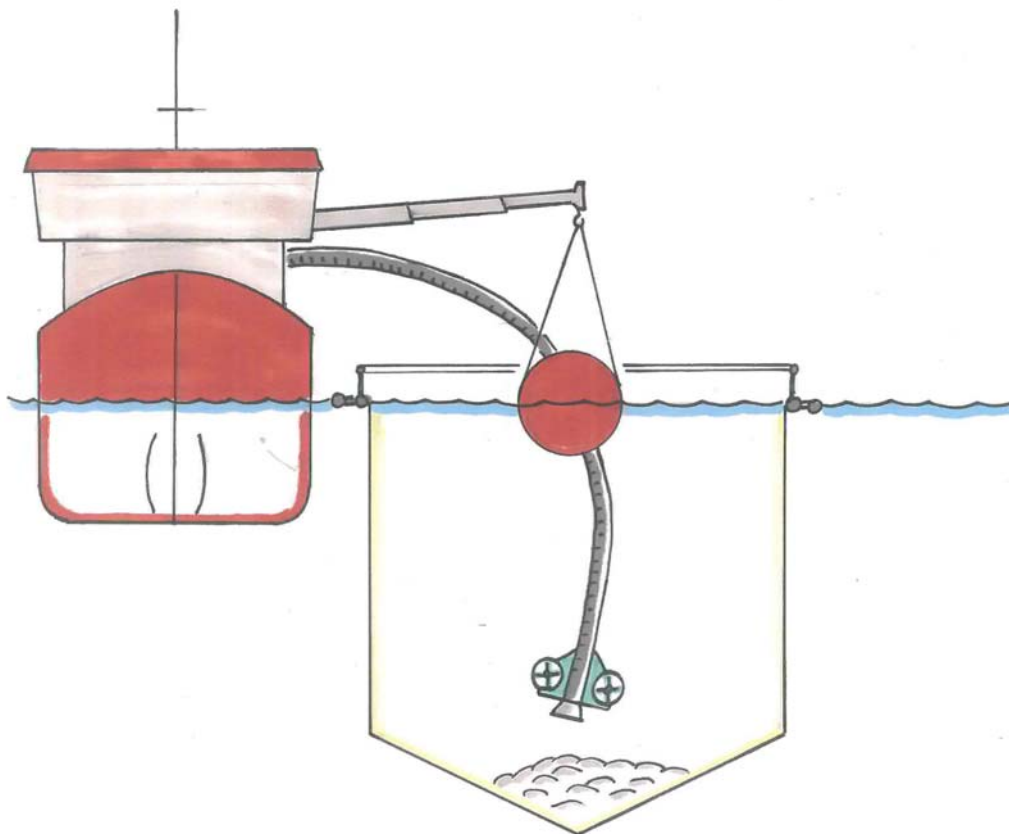
Denne løsningen vil kunne fungere på svært grunt vann.



Figur 15. Styring av pumpeprosess fra flåte.

Det er også mulig å sette sammen kombinasjoner av ideene vist ovenfor, eksempelvis som i figur 16. Her benyttes thrusterløsningen som vist i figur 11, i kombinert med oppdriftsløsningen i figur 14. Kranen kan holde oppdriftslegemet på omtrentlig rett sted i vannplanet, men bør ikke brukes til å løfte slangen.

Leseren inviteres til å vurdere eventuelle andre kombinasjoner som kan være hensiktsmessige.



*Figur 16. Kombinasjon av sugetut styrt med thrustere og oppdrift på slange.*

## 4 Konklusjoner

### 4.1 Forebygging

Denne rapporten er nesten utelukkende tilegnet løsninger for håndtering av død fisk, altså behandling av en allerede oppstått skade. Ved avslutning av dette prosjektet ønsker en imidlertid å fokusere litt på *forebygning*. Hva kan gjøres for å unngå at situasjoner med mye død fisk oppstår? Nedenfor listes noen punkter som kan være viktig i det forebyggende arbeidet:

- Infrastruktur for varsling av farlig vannmiljø, slik at hensiktsmessige forebyggende tiltak kan iverksettes.
- Bedre kunnskaper om fiskesykdommer, herunder vaksiner, utløsende faktorer, smitteveier m.m.
- Bedre kontroll på faktorer som kan medføre smittespredning.
- Bedret dimensjonering, design og overvåkning av oppdrettsanlegg.

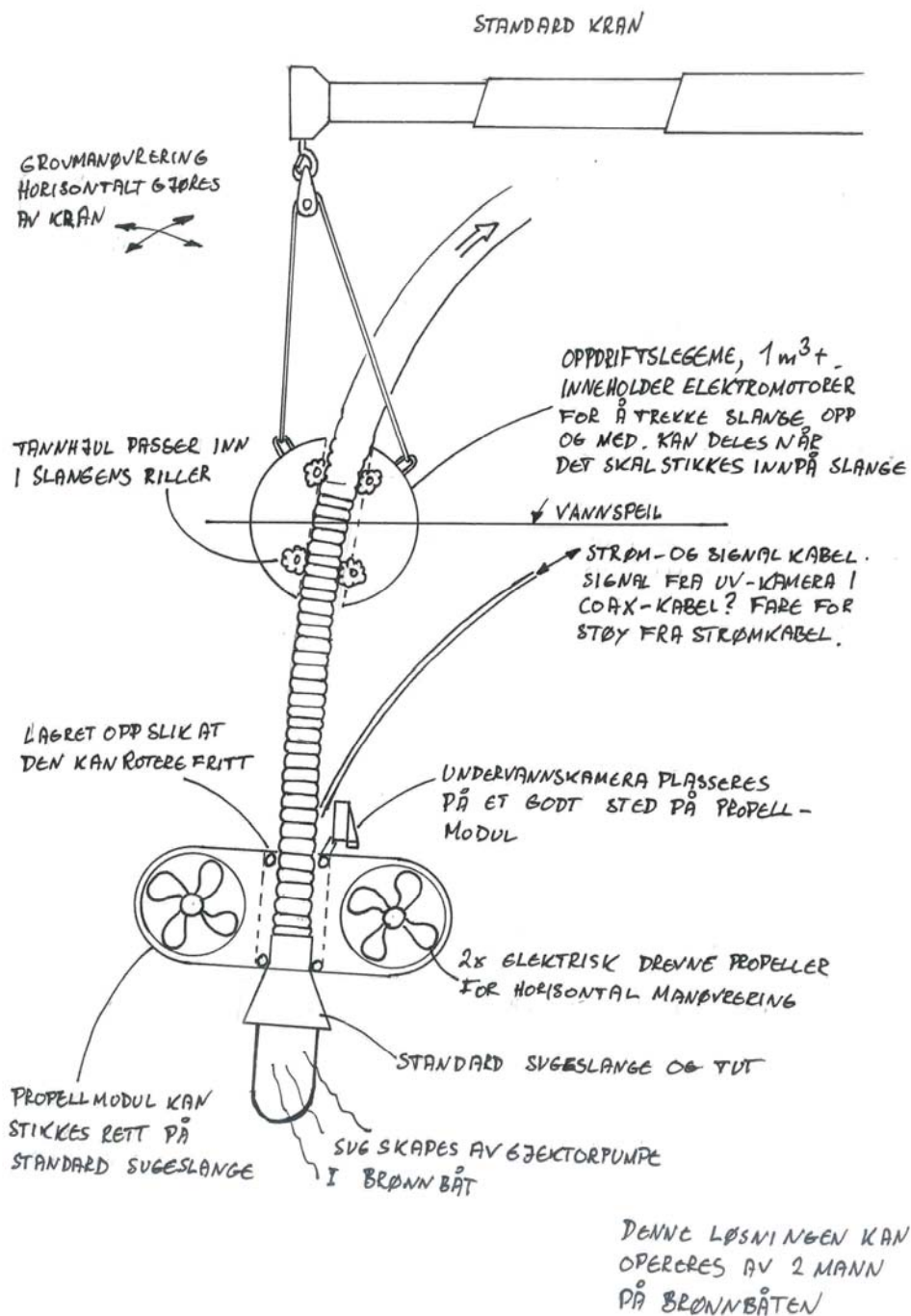
På flere av ovennevnte felt gjennomføres det for tiden forskningsprosjekter som kan bidra til det forebyggende arbeidet. Vi håper at pågående og fremtidig forskning vil kunne besvare noen av disse viktige spørsmålene.

Dessuten kan det være ønskelig med systemer som tidlig identifiserer begynnende massedød av fisk (sensorikk på oppdrettsanlegg). Iverksettelse av tiltak tidlig øker sannsynligheten for at anleggets installerte håndteringsløsninger (dødfiskhåv, LiftUp) klarer å ta unna.

### 4.2 Videre utvikling av løsning for håndtering av død fisk

Arbeidet i dette prosjektet har gått i retning av en thrusterstyrt pumpeløsning som vist i figur 16. En videreutvikling av denne løsningen er vist i figur 17.





Figur 17. Forslag til konseptløsning for pumping av død fisk.

Løsningen foreslås utformet slik at alle de nødvendige komponentene skal kunne monteres på slangene som allerede finnes om bord i brønnbåtene. Dette bør kunne redusere investeringskostnadene. Løsningen fungerer ved at brønnbåtens kran grovmanøvrerer oppdriftslegemet ut til ønsket horisontal posisjon. Motorer i oppdriftslegemet kan styre slangen opp og ned, og derved besørge vertikal posisjonering. Fremme på enden av slangen finnes thrustere som finmanøvrerer i horisontalretning. Operasjonen overvåkes av et undervannskamera som også er montert på enden av slangen.

To mann om bord i brønnbåten bør være i stand til å operere denne løsningen. Løsningen kan gjerne være forhåndslagret i beredskapslagre, og hentes av brønnbåt når behovet skulle melde seg. Hvem som skal ha ansvaret for investering og vedlikehold av løsningen bør diskuteres nærmere av næringen.

Vi foreslår følgende fremgangsmåte for en videre utvikling av denne løsningen:

- 1) Det opprettes et prosjektsamarbeid mellom brønnbåtreder, teknologiprodusent og FoU-institutt.
- 2) Konseptet detaljeres nærmere av prosjektpartnerne, herunder følgende detaljer:
  - a. Propulsjonsløsning
  - b. Haleløsning for slange
  - c. Detaljutforming av slangetut (utforming som gir god sugelytelse og samtidig ikke suger opp not (figur 12)).
  - d. Utforming av kontroll-/styreenheter.
- 3) Uttesting av modellskala prototype, for eksempel i SINTEFs strømningstank i Hirtshals.
- 4) Fullskala prototype bygges av teknologiprodusent.
- 5) De siste tekniske korrigeringer gjennomføres på konseptet.