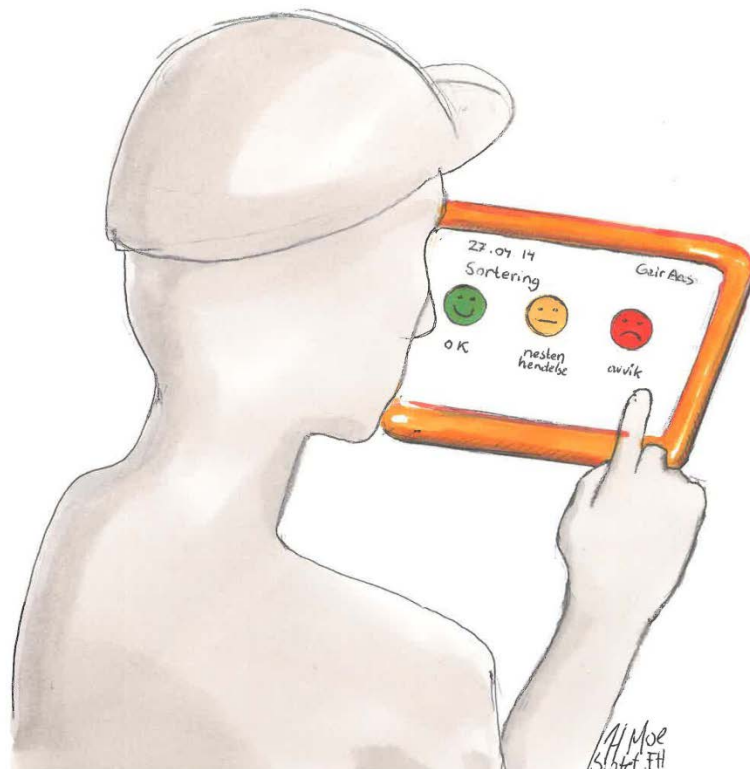


# Rapport

Kunnskapsgrunnlag for utvikling av løsninger som reduserer faren for rømming fra lakseoppdrettsanlegg

## Forfattere

Helene Katrine Moe  
Trine Thorvaldsen  
Andreas Lien  
Andreas Bekkevoll





# Rapport

## Kunnskapsgrunnlag for utvikling av løsninger som reduserer faren for rømming fra lakseoppdrettsanlegg

**EMNEORD:**

Havbruk

Laks

Rømming

Menneskelig faktor

Konseptløsninger

**VERSJON**

V02

**DATO**

2014-11-17

**FORFATTER(E)**

Helene Katrine Moe

Trine Thorvaldsen

Andreas Lien

Andreas Bekkevoll

**OPPDRAGSGIVER(E)**

Fiskeri – og havbruksnæringens forskningsfond

**OPPDRAGSGIVERS REF.**

FHF-prosjekt 900835

**PROSJEKTNR**

6020488

**ANTALL SIDER OG VEDLEGG:**

48

**SAMMENDRAG**

Rapporten presenterer et kunnskapsgrunnlag for utvikling av løsninger som kan bidra til redusere faren for rømming fra oppdrettsanlegg som følge av menneskelig feilhandling:

- Avviksrapporteringssystem
- Piktogram
- Målinger og beslutningsstøtte
- Notinnfesting

Løsningsforslagene er blant annet basert på analyser av årsaker til tidligere rømmingshendelser, og identifisering av operasjoner som er særlig kritiske med tanke på rømming. Forslagene kan legges til grunn for næringens videre arbeid med å forebygge rømminger.

**UTARBEIDET AV**

Helene Katrine Moe

**SIGNATUR****KONTROLLERT AV**

Ingunn Marie Holmen

**SIGNATUR****GODKJENT AV**

Arne Fredheim

**SIGNATUR****RAPPORTNR**

SINTEFA26754

**ISBN**

978-82-14-05871-0

**GRADERING**

Åpen

**GRADERING DENNE SIDE**

Åpen

# Historikk

---

<b>VERSJON</b>	<b>DATO</b>	<b>VERSJONSBEKRIVELSE</b>
V01	2014-11-20	Første utkast til styringsgruppa
V02	2015-02-04	Revidert etter tilbakemeldinger fra styringsgruppa

---

## Innholdsfortegnelse

English summary.....	4
Sammendrag .....	4
<b>1 Innledning.....</b>	<b>5</b>
1.1 Formål.....	5
1.2 Organisering av prosjektet.....	5
<b>2 Bakgrunn.....</b>	<b>6</b>
2.1 Rømming og den menneskelige faktor – en årsaksanalyse.....	6
2.2 Kritiske operasjoner.....	7
<b>3 Metode.....</b>	<b>9</b>
<b>4 Forslag til løsninger som kan forebygge rømming fra lakseoppdrettsanlegg .....</b>	<b>10</b>
4.1 Avviksrapportering.....	10
4.2 Piktogram for havbruk.....	16
4.3 Måling og beslutningsstøtte .....	21
4.4 Notinnfesting .....	26
<b>5 Referanser.....</b>	<b>41</b>
5.1 Læring .....	43

### BILAG/VEDLEGG

---

Vedlegg A: Identifikasjon av utfordringer

---

## English summary

This report presents a base of knowledge and input to develop solutions to contribute to the reduction of escaped fish from fish farms caused by human error. The rapport includes:

- Non-compliance reports
- Pictograms
- Objective measurements and decision support system
- Fastening of the net cage

A well-functioning non-conformance reporting system makes it possible to learn from previous incidents and near-accidents. This requires that the companies build a culture for delivering and learning from deviations at all levels of the organization. Deviations must be easy to report and the individual must feel that it serves a purpose. Pictograms can be introduced to simplify communication, both on the cage and in user manuals. To avoid confusion, pictograms must be based on one industry standard. Objective measurement and decision support systems give the operators objective knowledge. Introducing operational limit values provides safety barriers, and gives clear criteria for aborting operations. A robust solution for fastening the net cage is essential to preventing escapes. Like many other products in the industry the technology for fastening the net cage is not standardized. The idea is not only to make the product more user-friendly, but to make it easier for colleagues to check each other's work. Consequently, a security barrier in the form of work teams can be introduced.

Salmon farming is a relatively young industry that has expanded significantly in a short period of time, and many measures have been made to take care of the fish, the people and the environment. The input presented in this report can provide a basis for the industry's work to prevent escape of fish in the future.

## Sammendrag

Rapporten presenterer et kunnskapsgrunnlag og innspill til utvikling av løsninger som kan bidra til å redusere faren for rømming fra oppdrettsanlegg som følge av menneskelig feilhandling. Det er sett på:

- Avviksrapporteringssystem
- Piktogram
- Målinger og beslutningsstøtte
- Notinnfesting

Å ha et levende avviksrapporteringssystem gjør det mulig å lære av tidligere hendelser og nesten-hendelser. Dette krever at selskapene bygger en kultur for å levere og lære av avvik på alle nivå i organisasjonen. Avvik må være lett å rapportere inn og den enkelte må oppleve at det "har noe for seg" å gjøre dette. Piktogram kan introduseres for å forenkle kommunikasjon, både på merdkanten og i brukerhåndbøker. Piktogrammene skal være entydige og ikke skape forvirring, og må derfor utvikles for bransjen som helhet. Måling og beslutningsstøtte dreier seg om å gi operatørene objektiv kunnskap om faktiske forhold. Å innføre grenseverdier for når visse operasjoner bør gjennomføres og ikke, bidrar med sikkerhetsbarrierer og gir klare grenser for når operasjoner skal avbrytes. Et robust notinnfeste er essensielt for å forhindre rømming. Dette er et produkt som, i likhet med andre produkter i bransjen, ikke er standardisert. Her er tanken ikke bare å gjøre produktet mer brukervennlig, men det er også et poeng at det skal være enklere for kollegaer å kontrollere hverandres arbeid og på denne måten introdusere en sikkerhetsbarriere i form av arbeidsteamet.

Lakseoppdrettsnæringen er en relativt ung næring som har ekspandert kraftig på kort tid, og mange tak er gjort for å ta vare på fisk, folk og miljø. Løsningsforslagene som presenteres i denne rapporten kan legges til grunn for næringens videre arbeid med å forebygge rømming.

## 1 Innledning

I forskningsprosjektet "Menneskelige faktorer og rømming fra lakseoppdrettsanlegg" settes fokus på betydningen av menneskelige faktorer i forbindelse med rømming. Prosjektet er finansiert av Fiskeri og havbruksnæringens forskningsfond (FHF-prosjekt nr. 900835).

Etter flere rømmingshendelser, førte introduksjonen av NYTEK forskriften og en teknisk standard for havbruksanlegg (NS9415) til en reduksjon i antall rømt fisk, spesielt i forhold til totalhavari av anlegg (Jensen et al., 2010). Etter 2009 så man at rømmingstallene økte igjen, og at mange av uhellene kunne knyttes til det som ofte omtales som "menneskelige feil". Dette er bakgrunnen for at FHF satte opp samspillet menneske-teknologi og rømming som et prioritert forskningstema i sin handlingsplan for 2012 og 2013 og at prosjektet ble etablert.

### 1.1 Formål

Hovedmålet for prosjektet er å etablere et kunnskapsgrunnlag for utvikling av løsninger som forebygger rømmingsulykker som følge av menneskelige feil.

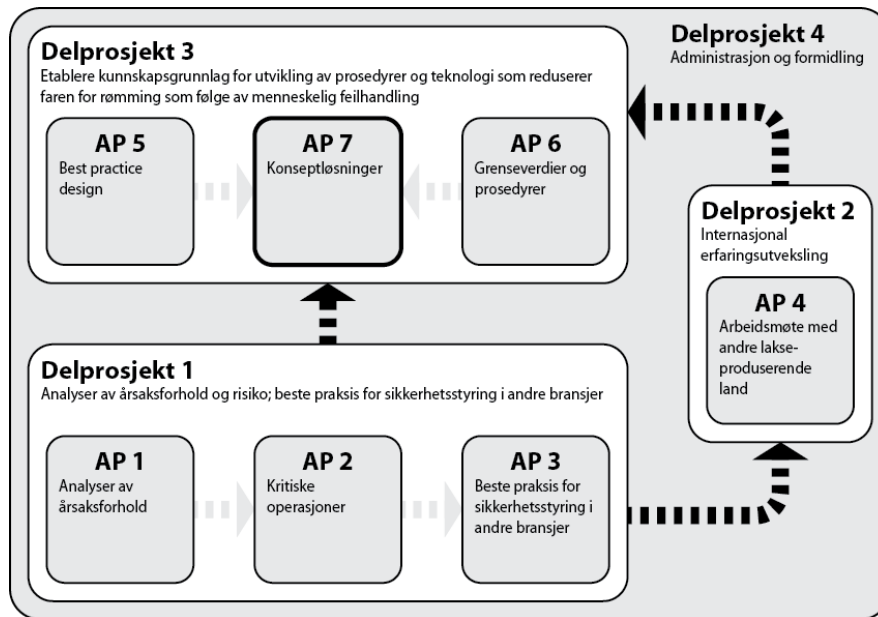
Denne rapporten adresserer to delmål:

- Etablere kunnskapsgrunnlag for setting av grenseverdier og utvikling av prosedyrer som reduserer risiko for rømming ved kritiske operasjoner.
- Utvikle konseptløsninger som tilrettelegger for godt samspill mellom menneske og teknologi og reduserer risiko for feilhandling.

Løsningene som presenteres er ikke ferdigstilte, men konsepter og grunnlag som kan være et verktøy for næringens videre arbeid med å redusere risikoen for rømming.

### 1.2 Organisering av prosjektet

Prosjektet er organisert i tre delprosjekt med totalt sju arbeidspakker (Figur 1). Denne rapporten er en leveranse i Delprosjekt 3: "Etablere kunnskapsgrunnlag for utvikling av prosedyrer og teknologi som reduserer faren for rømming som følge av menneskelig feilhandling". I tråd med beslutning på styringsgruppemøte datert 28.05.2014, omfatter denne rapporten både leveranse M6.1 "Retningslinjer for hvordan de forskjellige lokalitetene og selskaper kan sette grenseverdier og utvikle prosedyrer som reduserer risiko for rømming ved kritiske operasjoner" og leveranse M7.1 "Konseptløsninger som tilrettelegger for godt samspill mellom menneske og teknologi og reduserer risiko for feilhandling" fra henholdsvis AP 6 og AP 7. Arbeidet bygger på resultatene fra delprosjekt 1 og 2.



Figur 1: Arbeidsflyt i prosjektet og inndeling i delprosjekter og arbeidspakker

Prosjektets styringsgruppe har løpende vært involvert i arbeidet. Styringsgruppen har bestått av Ingeborg Ratvik, SalMar, Tarald Sivertsen, Cermaq, Jan-Børre Johansen, Lerøy Aurora, Gaute Hilling, Jøkelfjord Laks AS, og Mona Sørgård, AquaGen.

## 2 Bakgrunn

### 2.1 Rømming og den menneskelige faktor – en årsaksanalyse

For å jobbe med menneskelige faktorer er det viktig at en ikke har et ensidig fokus på person, men ser på bakenforliggende årsaker og sikkerheten som et system. En må erkjenne den menneskelige faktoren; slutte å tro på det ufeilbarlige mennesket og bygge opp et robust sikkerhetssystem rundt arbeiderne. I delprosjekt 1 ble årsaker til kjente rømmingsulykker identifisert, og disse er lagt til grunn for det videre arbeidet i prosjektet. Resultatene beskrives grundig i rapporten "Menneskelige faktorer og rømming fra lakseoppdrettsanlegg. Årsaksanalyser med fokus på menneskets rolle" (Thorvaldsen et al. 2013). Fokuset på den menneskelige faktor synliggjorde en rekke forhold som også kan inkluderes i næringens videre arbeid med å forebygge rømming. En kort oppsummering gjengis her.

Samspeillet **menneske-teknologi** kan by på utfordringer for de ansatte på anleggene, og har vært medvirkende årsak til tidligere rømmingshendelser. Dette samspeillet påvirkes også av **omgivelsene**. Mørke og dårlig vær er eksempel på forhold som kan by på utfordringer for arbeidsforhold på båt og bruk av kran.

**Organisatoriske forhold** påvirker røkernes hverdag. Lange arbeidsøkter, tidspress og utilstrekkelig bemanning er eksempler på medvirkende årsaker til tidligere rømminger. **Menneskelige forutsetninger** innebærer at yteevnen til den enkelte reduseres ved for lite hvile og for høyt arbeidspress. Dette påvirker produktivitet, årvåkenhet, reaksjonsevne og utholdenhet.



**Økonomiske hensyn** spiller inn på rømmingsrisiko og kan manifestere seg i utilstrekkelige tidsvindu og underbemanning. **Samarbeid, kommunikasjon og ledelse** har bidratt til rømminger, som følge av mangelfull kommunikasjon eller uklart beslutningsansvar.

Bruk av vikarer er ikke uvanlig. Erfaring kan bidra til at rømmingshendelser avverges, mens mangel på **opplæring og erfaring** kan utgjøre en rømmingsrisiko. Mangelfulle **prosedyrer, rutiner og systemer** eller avvik mellom retningslinjer og faktisk praksis kan få konsekvenser som medfører rømming av fisk.

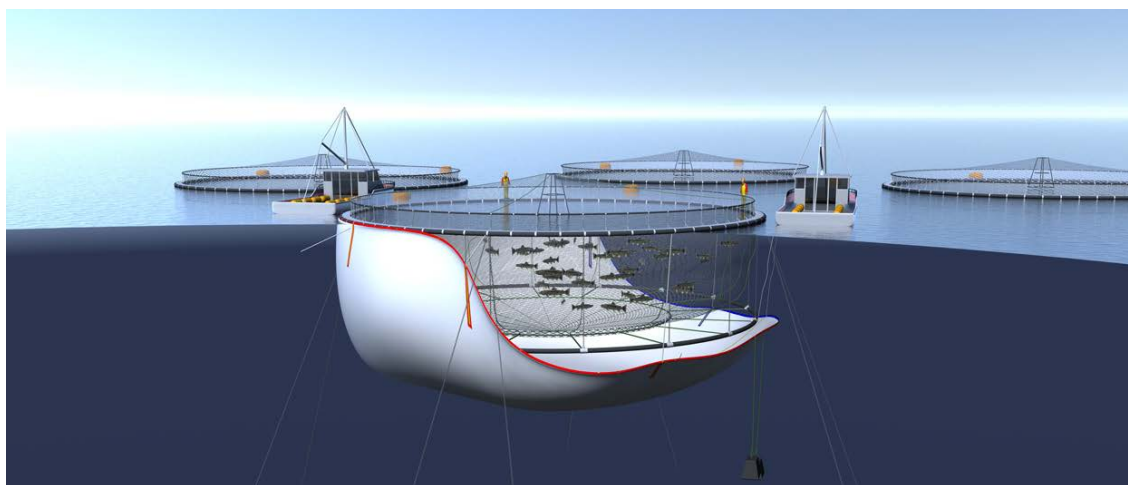
## 2.2 Kritiske operasjoner

Leveransene som presenteres i denne rapporten har blant annet tatt utgangspunkt i såkalte kritiske operasjoner. Disse ble identifisert i arbeidet med årsaksanalysen (Thorvaldsen et al. 2013, se punkt 2.1), og ble gjennom diskusjon med styringsgruppa vurdert som et godt utgangspunkt for det videre arbeidet.

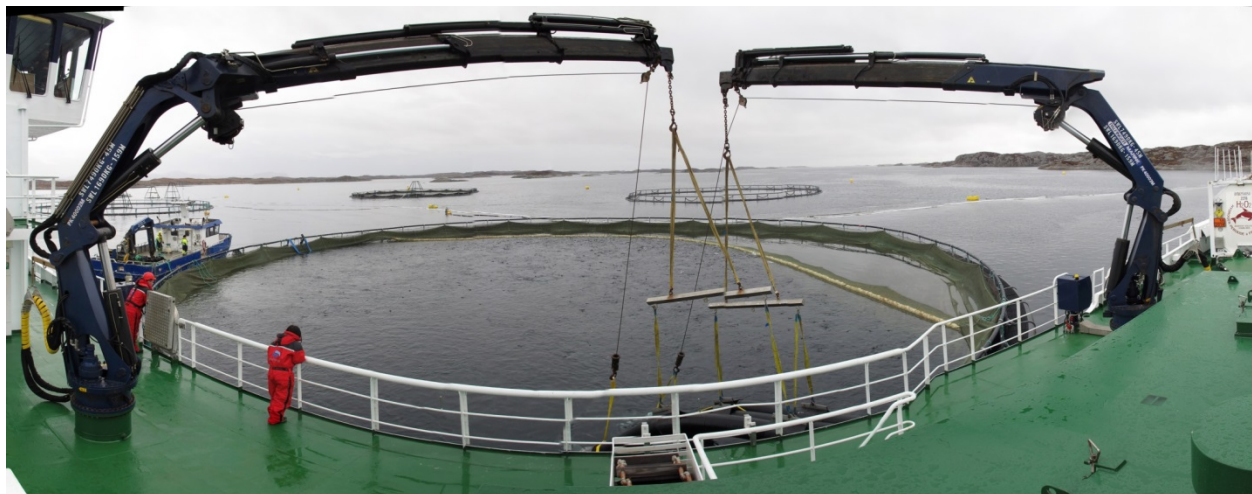
Følgende operasjoner ble identifisert som kritiske med tanke på rømming:

- Håndtering av not og bunnring
- Avlusning
- Operasjoner som involverer båt

Det er flere grunner til at disse operasjonene vurderes som kritiske. **Håndtering av not og bunnring** innebærer blant annet lining av not og heving og senking av bunnring som gir fare for revner i nota. Store operasjoner krever god koordinering og kommunikasjon, for å unngå uklare beskjeder og misforståelser. Det samme gjelder for avlusning. **Avlusning** oppleves også som en komplisert operasjon fordi det er vanskelig å se hva som foregår under vann. Videre er dagens praksis med presenning sårbar for endringer i vind og strøm. **Operasjoner som involverer båt** er kritiske blant annet på grunn av at noten håndteres med kran, som gir økt risiko for revner i nota.



Figur 2: Setting av avlusningspresenning (Illustrasjon: Botngaard)



Figur 3: Pumping av fisk med brønnbåt (foto: SINTEF)

I en workshop med representanter fra næringa (19-20 juni 2013) så en på hvordan en kunne oppnå bedre robusthet i kritiske operasjoner. Det ble blant annet drøftet at prosedyrene en skal følge i kritiske operasjoner ikke nødvendigvis er skrevet med operative hensyn og at en kunne ha bedre operasjonelt verktøy (f.eks. en felles konsis "fokusbok" på hva en må gjøre og avvikling av henvisning til brukerhåndbøker som ikke fungerer godt i praksis). For mer informasjon om dette henvises det til rapporten om "Godt sikkerhets arbeid – eksempler fra ulike næringer" (Holmen og Thorvaldsen, 2015).

### 3 Metode

Utgangspunktet for arbeidet i arbeidspakkene AP 6 og AP 7 var identifisering av flaskehalsar eller utfordringer knyttet til årsaker til rømming og menneskelige faktorer.

Utfordringene ble identifisert gjennom en integrert analyse av resultatene fra arbeidspakke 1- 4 (se vedlegg A). Årsaksanalyser og kritiske operasjoner har som nevnt vært et viktig grunnlag for dette arbeidet.

Videre har man utvekslet erfaringer fra andre lakseproduserende land og sett på sikkerhetsstyring i andre næringer for å gi eksempler på tiltak og praksiser som kan være av verdi for den norske havbruksnæringen.

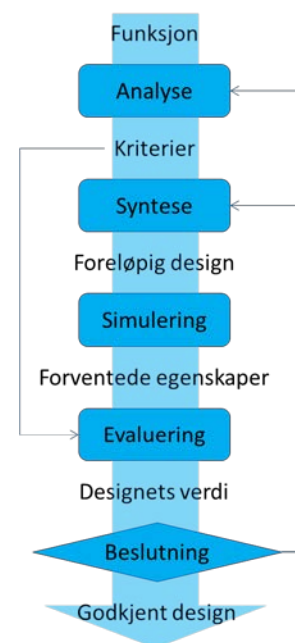
Fire arbeidsområder ble til slutt prioritert.

1. Avviksrapporteringssystem
2. Piktogram
3. Målinger og beslutningsstøtte
4. Notinnfesting

Forslag til konsepter er utviklet med bruk av etablert produktutviklingsmetodikk (Figur 4).

Metoder beskrevet i "AP5 Best practice design" er blitt benyttet (Moe et al., 2014).

Faggruppe for produktdesign ved SINTEF Fiskeri og havbruk ble involvert i arbeidet, i tillegg er andre personer med relevant kompetanse ved SINTEF Fiskeri og havbruk blitt trukket inn ved behov. Prosjektets styringsgruppe er benyttet som faglig støtte når det gjelder drift og praktisk bruk av eventuelle løsninger, og styringsgruppen har hatt en sentral rolle i vurderingen av løsningsforslagene underveis.



Figur 4: Iterativ produktutviklingsmetodikk som *The Basic Design Cycle* (Rozenburg & Eekels, 1995) er blitt benyttet

## 4 Forslag til løsninger som kan forebygge rømming fra lakseoppdrettsanlegg

I denne delen presenteres et kunnskapsgrunnlag for utvikling av løsninger innenfor de fire prioriterte arbeidsområdene i prosjektet:

**1. Avviksrapporteringsverktøy:** Avviksrapportering og avviksbehandling er kjernen i et velfungerende kvalitetssikringssystem. Dersom bedriftene kan lære av egne (og andres) avvik, kan det bidra til å hindre rømminger i fremtiden. Et godt system bør være et levende lavterskel system som gjør det enkelt å rapportere inn, og det skal være enkelt å hente ut kunnskap fra systemet. Det er en fordel om systemet kan brukes på tvers av forskjellige tekniske plattformer og selskap. (Se kapittel 4.1)

**2. Piktogram:** Piktogram kan bidra til å informere ansatte om forhold de bør være ekstra oppmerksomme på. Piktogrammene vil forenkle kommunikasjon av prosedyrer, sjekklistor, skilter på merda, i app'er og brukerhåndbøker. Piktogrammene må være like over alt og gjenkjennbare, og det bør utvikles et standardisert design som er felles for hele næringen. I dette prosjektet er operasjoner/områder som det vil være aktuelt å starte med identifisert. (Se kapittel 4.2)

**3. Måling og beslutningsstøtte:** Beslutningene som gjøres i det daglige er ofte basert på skjønn. Dersom ansatte kan få tilgang til objektive målinger av ulike parametere, vil det gi dem et bredere grunnlag for de beslutninger som gjøres. Dette kan være til hjelp for de ansatte, og også kunne tjene som dokumentasjon for beslutningsprosesser ved behov. (Se kapittel 4.3)

### 4. Notinnfesting

Teknisk utstyr på oppdrettsanlegg kan variere fra anlegg til anlegg, og hvordan dette håndteres varierer fra person til person, basert på blant annet opplæring og erfaringsnivå. Det er i stor grad mangel på standardisering og brukervennlighet når det kommer til utstyr og metoder. Et eksempel på dette er notinnfesting. Riktig innfesting av not til flytekrage er kritisk for å opprettholde en rømmingssikker oppdrettsmerd. For å kunne introdusere arbeidslaget som en aktiv sikkerhetsbarriere på anlegg er det nødvendig at kollegaer ser og forstår teknikker som er brukt og enkelt kan ta en visuell sjekk av andres arbeid. Det er derfor behov for en standardisert metode for innfesting av not til flytekrage, og i kapittel 4.4 er det foreslått aktuelle løsningsretninger.

#### 4.1 Avviksrapportering

Rapportering av avvik kan brukes for å samle inn kunnskap om årsaker til hendelser som har skjedd, slik at lignende hendelser kan unngås i fremtiden. Å lære av ulykker, og også nesten-ulykker, er essensielt i det forebyggende arbeidet mot rømming. For å bidra til slik læring, er det viktig å ha et bevisst forhold til sammenhengen mellom det som registreres inn og det som kan hentes ut av systemet.

For at selskap skal lykkes med å ha et levende avviksrapporteringsystem krever det anerkjennelse av viktigheten av avviksrapportene i alle leddene. Det holder ikke med røktere som er gode til å innrapportere om en ikke opplever å få respons eller at tilbakemeldinger tas til etterretning. Systemet må imøtekomme både sender og mottakers behov. Selskap må systematisk bygge en kultur for avviksrapportering der ledelsen etterspør og bruker avvikene aktivt. Arbeidere prioriterer fortløpende mellom arbeidsoppgaver og

"Mennesket i operativ sammenheng agerer og handler på en måte som de opplever er forventet og uformelt belønnet i organisasjonen" (Holmen og Thorvaldsen, 2015).

Gjennomgang av tidligere rømmingshendelser viser at det er hensiktsmessig at et avvik kan knyttes opp mot flere årsakskategorier. Avviksrapporten bør inneholde få obligatoriske felt, men gi mulighet for å fylle inn ytterligere informasjon etter behov. Dette kan for eksempel løses ved en grovsortering som tillater beskrivelser i fritekst, for å unngå for mange undermenyer ("gardiner").

Med utgangspunkt i kunnskap om rømmingshendelser, kunnskap om dagens avviksrapporteringspraksis og diskusjoner med representanter fra næringen (workshop, se vedlegg) presenteres her en rekke punkter som selskapene kan legge til grunn når de utformer og velger avviksrapporteringsystem.

Tabell 1: Anbefalt innhold i et avviksrapporteringsystem for havbruksnæringen

Bakgrunnskunnskap		
	Skal med	Sted (avdeling, hvor på lokaliteten (båt, merd, flåte)
	Skal med	Tidspunkt (tid og dato)
	Bør med	Sortere etter hvor i produksjonen man er – ulike ting er relevant for ulike deler
Hendelse		
	Skal med	Hva er skjedd (fritekst)
	Skal med	Nesten-hendelser: Hvorfor vurderer man det som en nesten-hendelse (fritekst)
	Bør med	Sortering på komponenter, leverandør
Årsak		
	Skal med	Mulig(e) årsak(er): Vurderingen til den som har observert avviket
	Skal med	Mulighet for flere kategorier: Det er sjeldent bare en grunn til at noe skjer
Tiltak		
	Skal med	Strakstiltak som er gjennomført
	Skal med	Forslag til videre tiltak (bør være valgfritt)
Mottaker		
	Bør med	Den som rapporterer avviket bør kunne foreslå hvem som bør behandle avviket (det kan f.eks. automatisk være nærmeste overordnede, men dette bør kunne overstyres)
	Bør med	Mulighet for å legge inn hvem som bør informeres utover saksbehandler (også med tanke på hvem som skal lære av avviket)

#### 4.1.1 Registrering av avvik

Hvem skal ha ansvar og mulighet for å legge inn avvik:

- Driftsleder på anlegget må ha det overordnede ansvaret for at det blir gjort.
- Alle ansatte må få opplæring, så de kan registrere direkte inn i datasystemet.
- Eksterne bør kunne rapportere på lokaliteten og omvendt.

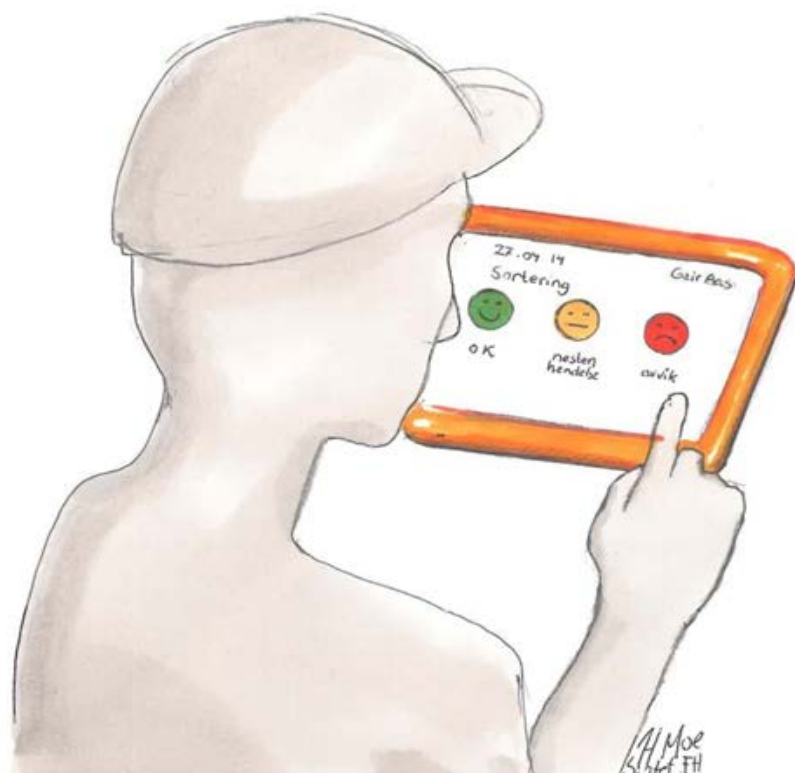
### 4.1.2 Registreringsmetode

Registreringsmetoden må være effektiv og tilpasset daglig drift, og det bør være mulig å melde avvik på flere måter. Ulike situasjoner kan ha forskjellige behov for innrapportering.

- Liten konsekvens: Kan rapporteres på papir, som tar lengre tid å registrere.
- Middels konsekvens: Skal varsles til overordnede snarest, bør registreres direkte inn i datasystem.
- Høy konsekvens: Skal meldes muntlig til overordnet for umiddelbar heving av beredskap.

Verktøy for registrering:

- Papirinnmelding (f.eks. lappesystem)
- Telefon og muntlig varsling
- SMS
- Stasjonær datamaskin
- Håndholdt enhet (f.eks. som kan flyte) som er med ut i felt
- Ved bruk av både telefon og nettbrett må programvaren være gjenkjennbar på begge



Figur 5: Skisse til en håndholdt enhet som kan tas med ut i felt

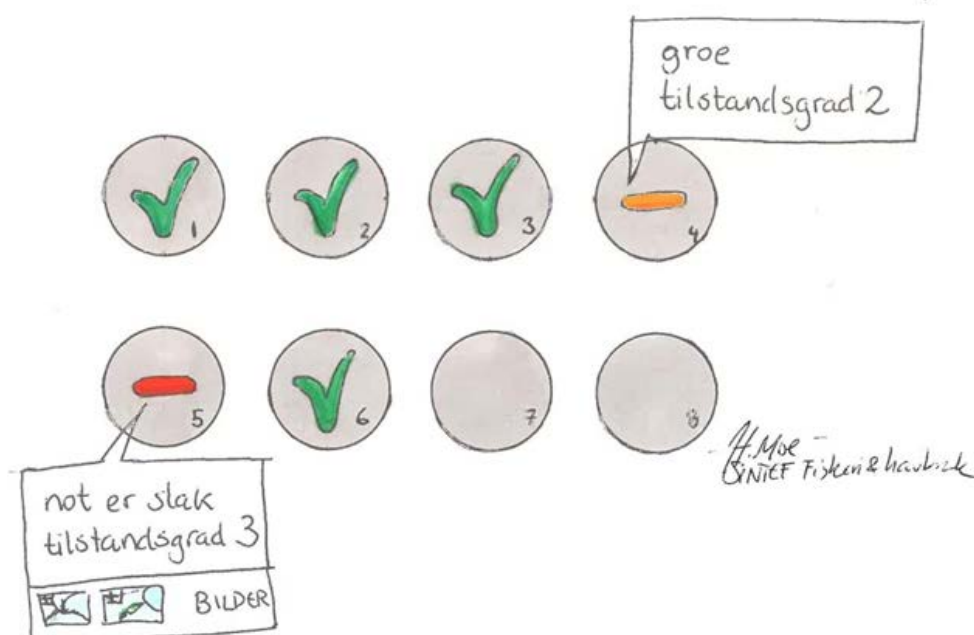
Andre metoder som kan være med på å forenkle og forbedre registrering:

- Taleinnlesning på håndholdte enheter
- Bilder (kamera, smarttelefon) (er også god dokumentasjon som vedlegg til rapporter)

Det er en praktisk fordel å gjøre seg uavhengig av internett:

- Programvare synkroniseres når man er på fôrplattform eller ved f.eks. dokking

Selskapene kan vurdere å bruke systemet aktivt i drift av anlegg, fremfor at det kun brukes ved avvik, f.eks. som dokumentasjon av daglig tilsyn.



Figur 6: Brukergrensesnitt som fungerer som en "utsjekking" av de forskjellige merdene i anlegget. Arbeidsoppgaver og avvik noteres og dokumenteres med bilder. Tilstander som en må følge med på, men som ikke er straktiltak, kan også noteres f.eks. begynner det å bli groe på merd 4.

#### 4.1.3 Avviksbehandling

- Under avviksbehandlingen bør avvik kategoriseres og behandles slik at selskapet sitter igjen med den informasjonen de har bruk for videre.
- Når avviket lukkes, bør det gå en automatisk mail til den som har meldt det inn.
- Noen avvik tar tid å lukke. Saksbehandler bør få en påminner, men ikke så ofte at det blir en vane/et irritasjonsmoment.
- Kvalitetssikring av avvik: Avviket behandles av saksbehandler, men lukkes på høyere nivå.
- Alle avvik og mulige tiltak bør vurderes minst en gang i året, f.eks. i forbindelse med setting av produksjonsmål.

- Ta opp avvik på møter på lokalitetene (f.eks. månedsmøter) - også avvik fra andre lokaliteter som kan være relevante).

#### 4.1.4 Hvordan oppnå læring?

- Ufarliggjøre ved å kunne snakke sammen og lære av hverandre.
- Etablere en kanal mellom selskap og lære av hverandre, i dag brukes gjerne eksempler fra media. F.eks gjennom et offentlig tilgjengelig nettsted der selskapene kan lære av hverandre (anonymt).
- Røktene får ikke alltid tilbakemelding fra rapporter og møter (f. eks. Rømmingskommisjonen og forskningsprosjekter).
- Viktig for læring å analysere nesten-ulykker.
- Hele næringen lærer av større hendelser ved at det blir informert nedover på interne møter.
- Standardisering på tvers av selskap kan være gunstig for læring. Dersom flere oppdrettsselskap kommer til enighet om hovedkategorier og rammer for avviksrapporteringssystemene som brukes, vil det gi et godt grunnlag for en statistikk hele næringen kan jobbe ut i fra, og et størst mulig grunnlagsmateriale for å se trender i avvik.

Tabell 2: Læringshistorie

##### ***Eksempel fra Lerøy Aurora avdeling Kågen***

*Her har man innført tiltak for å hente lærdom fra avvik og ta med kunnskapen inn i den operative virksomheten. Anlegget har et fast ukemøte (en gang i uken) der alle som er på vakt deltar. Her går det igjennom faste temaer som dreier seg om HMS, avvik og produksjon. På disse ukemøtene går en ikke kun igjennom lokale avvik, men en gang i måneden ser en i tillegg på læringshistorier fra hele selskapet. Det er innført et standard skjema som effektiviserer og forenkler denne jobben. Vedlegg kan eventuelt legges med i tillegg.*

*Med tanke på turnuser er det utfordrende at alle skal få med seg den samme informasjonen. Derfor har en innført signering av skjemaet. Alle som deltar på møtet signerer, og i tillegg er det et eget felt for signatur for de som har friuke som signeres når har lest igjennom materialet etter de kommer på vakt.*





Figur 7: Bilde av arbeidsbåt som her brukes for å sette ut heldukspresenning ( Foto: Fiskeridirektoratet)

#### 4.1.5 Hvordan øke rapporteringen?

Stadig rapportering bør være et mål, fordi det gir et best mulig grunnlag for å se hvor det forebyggende arbeidet bør rettes. Fokus på rapportering understreker også viktigheten av de ansatte ute på anleggene, som gjør det daglige tilsynet. For å øke innrapporteringen er det viktig å ha et system som er lett tilgjengelig og enkelt i bruk. Om f.eks. systemet er avhengig av ustabil nett-tilgang kan det bli en hindring for rapporteringsviljen (irritasjonsmoment).

Organisatoriske forhold kan være med å bidra til økt innrapportering:

- Gjennomgående fokus fra ledelsen (tilbakemeldinger gjennom jevnlige oppdateringer).
- Kommunisere viktigheten av røkterne som gjør det daglige tilsynet og som bidrar til at avviksrapporteringssystemet tjener sin funksjon.

I tillegg er det viktig å fjerne praktiske organisatoriske utfordringer for innrapportering:

- Tiden kan være en utfordring (driftsleder trengs ute på merden).
- Arbeidet bør være definert i stillingsinstruks.

Det er også viktig å vise de som rapporterer inn at systemet er levende og har en hensikt:

- Tilbakemelding og saksbehandlingstid (f.eks. informasjon til innmelder om endring i status og etter hvert tiltak og om avviket er lukket).

- Synliggjør tiltak av innrapporterte avvik.
- Opplæring; fjerne vegring fra å bruke systemet og fokusere på hva dataen brukes til.

Andre insentiver som kan bidra til økt innrapportering:

- Avvikssystemet kan bidra til å vise at det lønner seg å planlegge godt, få frem kostnadene av å ikke følge opp.
- Positiv oppmerksomhet ("heder og ære") til de som har fokus på rapportering.

Tabell 3: Læringshistorie

#### **Eksempel fra AquaGen**

*I AquaGen har alle ansatte mulighet og plikt til å innrapportere avvik. På landanlegget på Kyrksæterøra holdes det hver fredag møter der avvik skal gjennomgå og dette møtet representerer en tydelig tidsfrist for å rapportere inn hendelser fra uka. På disse møtene er normalt avdelingsleder eller nest-kommanderende tilstede annen hver gang. Dette for å ansvarliggjøre og engasjere begge.*

*En kvalitetskontrollør har det overordna oppsynet av avvikene men avviksrapporteringen bør komme fra avdelingene. Avvik blir oppdaget uansett, og det gir et negativt bilde om avviket ikke plukkes opp på avdelingen men oppdages av kvalitetskontrolløren.*

*Avvik kan innrapporteres på flere måter. En kan rapportere inn på nett, men det er også skjerma i papirform tilgjengelig på alle avdelinger. I hektiske perioder kan en ta kontakt med kvalitetskontrolløren som da vil føre inn avviket for en.*

#### **4.1.6 Innspill til videre arbeid**

Å etablere et levende og velfungerende avviksrapporteringssystem er som nevnt avhengig av kulturen i selskapet. Å bygge denne kulturen er en kontinuerlig prosess. Mange firma i næringen har kommet langt her, men flere har fortsatt en vei å gå.

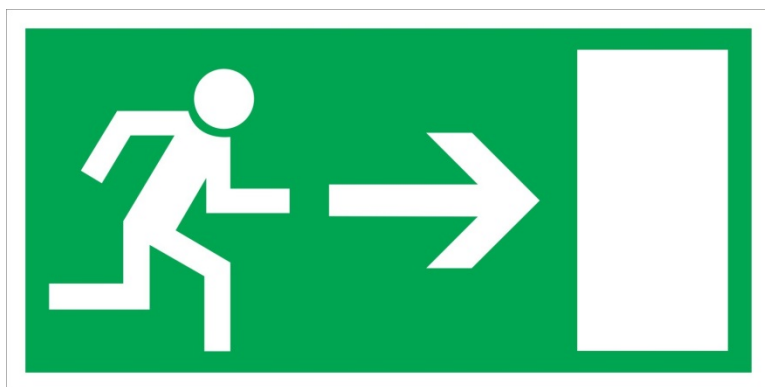
Et tiltak som er kommet på bordet er å etablere møteplasser for næringen der de kan treffes og utveksle erfaringer. Selskapene har mye å lære av hverandre, og gir uttrykk for at de ønsker mer dialog på tvers av selskapene.

Det er uttrykt ønske om en felles nettbasert portal for utveksling av erfaringer som er samlet i avviksrapporter. Erfaringer kan for eksempel utformes som læringshistorier, basert på rapporterte avvik som er kritiske for rømming men også andre områder slik som HMS og fiskevelferd. Læringshistorier kan presenteres både gjennom skrift, film eller lyd.

#### **4.2 Piktogram for havbruk**

Piktogrammer er tegn som formidler informasjon på en uanstrengt måte. Vi blir gitt informasjon fra piktogrammer hver dag. Eksempler er paret på offentlige toalettdører, på mobiltelefoner, datamaskiner,

værkart og trafikkskilt som skal informere og advare. Opprinnelig ble piktogrammer utviklet som et språk uten ord, og de visuelle fremstillingene kunne gjøre informasjon lett tilgjengelig for alle, også fremmedspråklige, analfabeter eller mennesker med lesevansker. Piktogrammer kan settes i kontekst og skape ikoner som gir lettleselig og kjapp distribusjon av informasjon.



Figur 8: Eksempel på ikon

I havbruksnæringen kan piktogram blant annet brukes i utdanning, på instruksjons- og varselskilt, i prosedyrer og brukerhåndbøker og i sjekklister. Piktogram kan bidra til å forenkle kommunikasjon og sørge for bedre gjennomføring av arbeidsoperasjoner. På denne måten kan bruken av piktogram være et risikoreducerende tiltak. Figur 8 illustrerer utfordringer knyttet til menneskelige faktorer og rømming, og peker ut de områdene (markert med oransje) der piktogram kan brukes for å redusere sannsynligheten for hendelser som har sammenheng med menneskelige faktorer.



Figur 9: Områder det er utfordringer knyttet til menneskelige faktorer og rømming, og tekst markert med oransje viser områder der piktogram kan være til hjelp

SINTEF Fiskeri og havbruk inviterte til en workshop hvor havbruksnæringen fikk diskutere hvorvidt det var ønske om å utarbeide en serie piktogram for havbruk. Konsulentfirmaet Klipp og Lim ble invitert med for å gi eksempler på bruken av piktogram på ulike felt.

En av konklusjonene fra denne workshopen var at dersom piktogram skal tas i bruk i havbruk så bør det utarbeides en felles bransjestandard, som sikrer en felles utforming. Det kan skape forvirring og misforståelser, og er derfor ikke ønskelig at det enkelte selskap lager interne design.

Workshopen fokuserte også på hvilke områder og operasjoner det vil være aktuelt å ta tak i, basert på kunnskap om kritiske operasjoner opparbeidet tidligere i prosjektet. Deltakere på workshopen stod for arbeidet med å definere og prioritere aktuelle bruksområder, ikoner og operasjoner man kan starte med.

#### **4.2.1 Forslag til bruksområder for piktogram**

**Piktogram kan brukes i ulike sammenhenger, som for eksempel:**

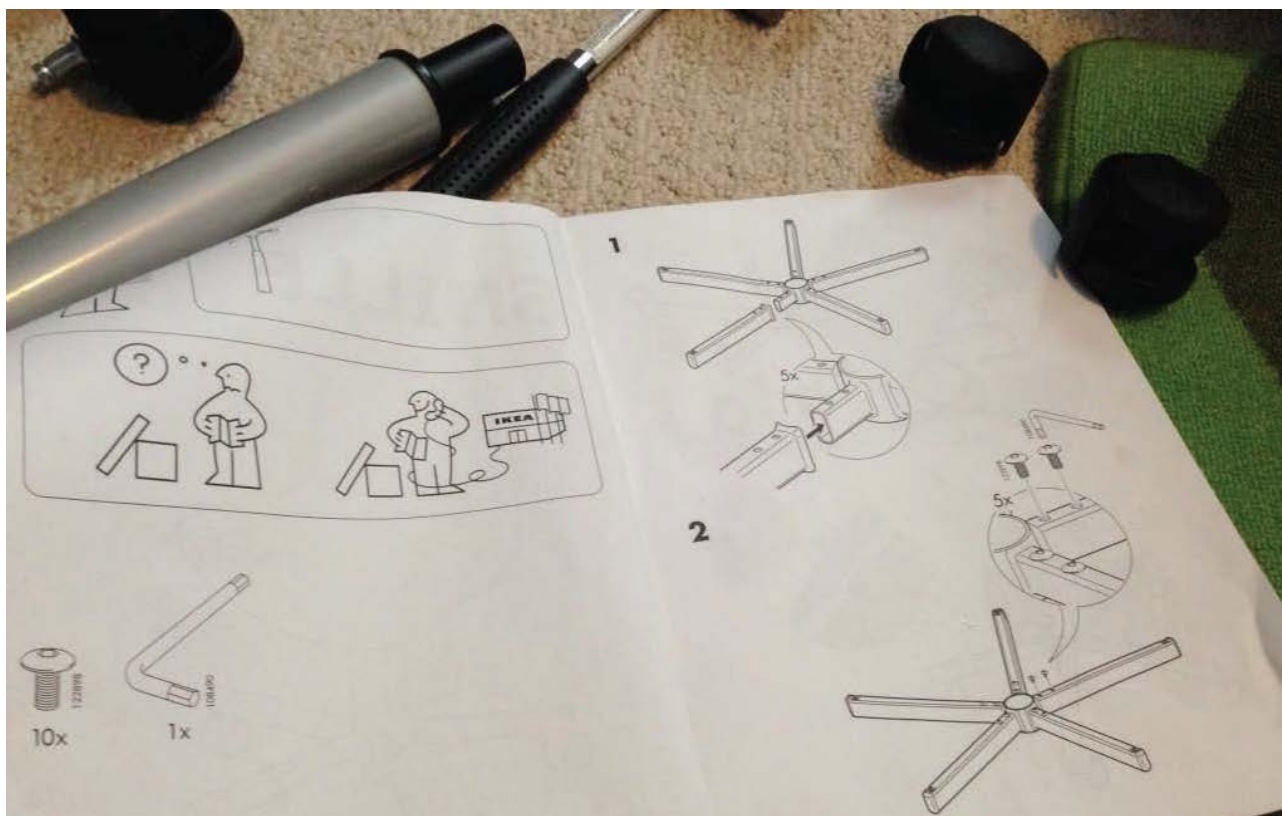
- På selve utstyret (for eksempel kan innfestningspunktene til not merkes med "sjekkpunkt")
- I prosedyrer
- Ved gjennomgang av operasjoner – visualisere
- Sjekkliste (for eksempel på et nettbrett)
- Avviksrapportering
- Brukerhåndbok
- I opplæringsmateriell

#### **4.2.2 Forslag til piktogram**

Som et utgangspunkt foreslås det at det utarbeides noen generelle standardikoner som kan brukes som grunnlag for en serie piktogram for havbruk:

- Brønnbåt
- Not
- Merd
- Fortøyning

I tillegg er det relevant med piktogram som retter seg mer direkte til gjennomføring av operasjoner og håndtering av utstyr. Noen av piktogrammene vil ha særskilte bruksområder, mens andre vil kunne brukes i flere sammenhenger.



Figur 10: IKEAs bruksanvisninger har gjerne utstrakt bruk av piktogram (Foto: Klipp og lim)

Eksempel på bruksområder:

For brukerhåndbøker:

- Bemanningskrav (operasjon kan ikke gjennomføres dersom ikke et gitt antall personer er tilstede)
- Krav til SJA (sikker-jobb-analyse)
- Krav til samband
- Krav til intern opplæring/opplæringskrav/sertifikat
- Vær observant på strømretning og - styrke
- Vær observant på vindretning og – styrke

På merdkanten:

- Innfestningspunkt til not merkes som "sjekkpunkt"
- Fare for hanefot/not i propell
- Fare for å miste utstyr i not / sjekk feste (ved utstyr montert på merdkant)
- Fare for riving i not

- Ikke heng presenning på krok
- Fortøyningspunkt for båt

### **4.2.3 Innspill til videre arbeid**

Det anbefales at næringen går sammen om en bransjestandard, som kan brukes på tvers av selskapene. Man kan starte med et utvalg piktogram og utarbeide disse først. Effekten må evalueres etter implementasjon og en tid etter de har "satt seg" hos brukerne. I denne evalueringsrunden vil en også få en indikasjon på hvor piktogram har gitt best nytteverdi, hvor en ser nytten av en utvidet portefølje og hvor det kreves revidering.

Selv om fokuset i dette prosjektet har vært på rømming, vil piktogram også kunne ha stor verdi med tanke på å skape bevissthet i forhold til HMS og kommunikasjon i de daglige operasjonene.

Arbeidet med å ferdigstille piktogrammene i allmenne og vektorbaserte filer bør settes ut til et grafisk firma der prosjektledelsen bør ligge hos noen som har kompetanse rundt praktiske forhold i næringen.

### 4.3 Måling og beslutningsstøtte

Det utføres i dag mange krevende operasjoner for å ivareta fiskevelferd og opprettholde produksjonen ved et oppdrettsanlegg. I havbruksbransjen er det i senere tid blitt mer fokus på at beslutninger skal tas basert på kunnskap om situasjonen, heller enn skjønn. De er stort press på de ansvarlige ved oppdrettsanleggene, og å avbryte en operasjon basert på et subjektivt inntrykk har vist seg å være vanskelig (Thorvaldsen et al., 2013). I for eksempel offshorebransjen har en gjennom mange års arbeid fastsatt objektive grenseverdier som beslutningsstøtte for de ansatte (Holmen og Thorvaldsen, 2015). Dette vil kunne lette presset på driftsledere og andre som skal fatte beslutning da en har dokumenterte målinger å støtte seg til. Modellforsøk har vist at god oversikt over situasjonen under vann er kritisk for å redusere risiko for uønskede hendelser som kan resultere i skade på utstyr, fisk og personer, og dermed føre til blant annet rømming (Volent et al., 2014). Måling av strøm ved setting av heldukspresenning er et kjent eksempel på beslutningsstøtte.

Oversikt og kunnskap om situasjon er kritisk for god beslutningsstøtte. Først er det viktig å kartlegge hva som er nødvendig informasjon for operasjonen som skal gjennomføres. I det følgende er det tatt utgangspunkt i de operasjonene som er definert som kritiske med hensyn til rømming i dette prosjektet.

#### Kritiske operasjoner

N: Håndtering av **not** og bunnring

A: Avlusning

B: Operasjoner som involverer **båt**

Deretter må en vurdere hvordan informasjonen skal innhentes og hvilke hjelpemidler en trenger. Det finnes allerede mye teknologi tilgjengelig i dag som kan tas i bruk (Tabell 4). En god del av denne teknologien har SINTEF Fiskeri og havbruk brukt i forskningssammenheng. Det er verdt å merke seg at noen av sensorene opprinnelig er designet for måling over vann og kan ikke uten videre brukes under vann, men må testes til dette formålet.

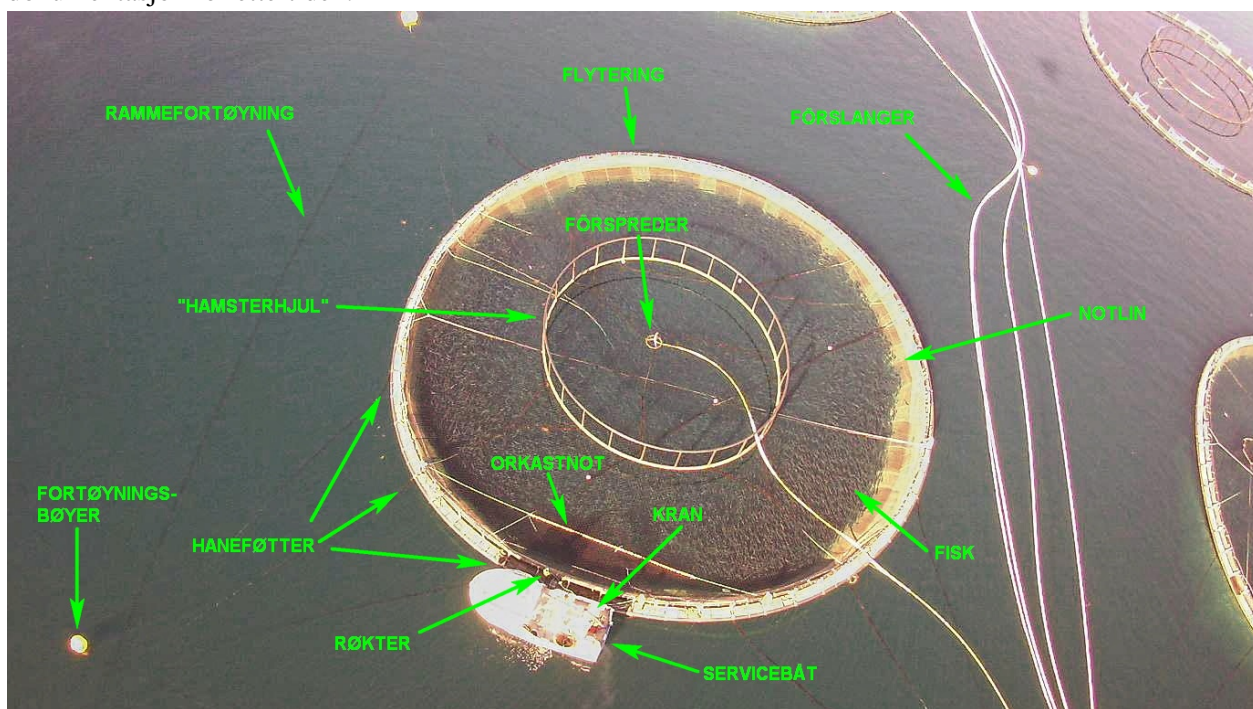
Tabell 4: Tilgjengelig teknologi som kan benyttes for tilstandsmåling i et havbruksanlegg

Hva	Hvordan	Hjelpemidler	Operasjon
Strøm	Samme kotelinje som anlegg (50-100 m unna)	Strømmåler (profil/doppler)	A, N
	Overflatestrøm	Miros (radar-basert)	B
	Finne plassering vha strømodellering	Sinmod (forutsetning)	A, N, B
	Tidevannstabell	F.eks. sehavniva.no	A, N, B
Posisjon til anlegg	AIS på anlegg	AIS og GPS	B
Deformasjon av anlegg	Oversiktsbilde over anlegg, for eksempel med bruk av observasjonsballong	Bildeanalyse, Ocean Eye (Maritime robotics)	A, N, B
Bølger	Sammen med strømmåling	Awac (doppler+trykk, må kanskje kalibreres) X-band radar (Miros)	B
Vind	Værmelding (brukes i planlegging) <i>standard metode</i>	Værstasjon	A, N, B
	Måling på mast på flåten (10 meter over bakkenivå) <i>kan så tvil</i>	Vindmåler	A, N, B
Video	For dokumentasjon av situasjon / vurdering av forhold som notfasong, posisjon til avlusingsduk o.l.	Kamera	A, N, B
Bevegelse på arbeidsplattform	Måle bevegelser på ring/båtdekk også i forhold til deformasjon/belastning	Akselerometer	A, N, B
Belastning på fortøyning	Kraftkontroll	Lastceller i haneføtter/ankerliner /ramme. Lastsjakkel - brukes mest over vann, må utføres trykktesting for bruk under vann. Nåtidsdata på strøm og evt bølger kan bidra i å beregne last på anlegget.	A, B
Belastning fra løfteutstyr som kran og nokke	Kraftkontroll	Lastcelle, lastsjakkel	N
Deformasjon/Bevegelse på not	Ekkolodd langt nede/under not	Ekkolodd	A, B
	Måling av trykk/tilt på not/bunnring	Trykk-/tiltsensor	A, B
Relativ posisjon mellom båt og merd	Relativ posisjoneringssystem på båt og merd	Radius-system eller tilsvarende	B
Oksygen	Oksygenmåling i merd/duk under avlusning (røktere har oversikt, og kan bidra til å unngå stress).	Oksygenmåler	A
Arbeidsevne til røkter	Arbeidstid, hviletid, drikke, måltider (tilgjengelige mat - /toalettfasiliteter på båt	Registrere på liste e.l - bevisstgjøring på alle nivå i selskapene)	A, N, B

Slike hjelpemidler kan brukes til beslutningsstøtte i flere faser av en operasjon, for eksempel hjelp til planlegging, støtte under selve operasjonen, dokumentasjon av utført arbeid, samt til å se på årsakssammenhenger i avviksarbeid i etterkant.



Et eksempel på ny teknologi som kan brukes i et operativt beslutningsstøttesystem ble demonstrert i prosjektet Sensodrone. Her ble en Aerostat (observasjonsballong) benyttet for å vise hvordan et "fugleperspektiv" kan bidra til bedre koordinering av båter, overvåking av hendelsesforløp i sann tid samt til dokumentasjon for ettertiden.



Figur 11: Bilder fra en aerostat som gir eksempel på hva man kan se fra lufta (Foto: Maritime Robotics / SINTEF)

Det er også demonstrert at oversiktsbilder kan benyttes til tilstandsestimering og integritetskontroll i oppdrettsanlegg (Haugene, 2013). En kan for eksempel sammenligne plassering av fortøyningsbøyer med bilder tatt på tidligere tidspunkt. Tilsvarende kan man se på symmetrien i anlegget. For eksempel kan asymmetri i plasseringen merdene i mellom indikere slakke fortøyninger. Deformasjon av flyteringer kan også estimeres med bilder tatt fra lufta. Dette kan være relevant for å hindre for stor belastning av flyteringen under operasjoner der store båter ligger fortøyd til ringen.



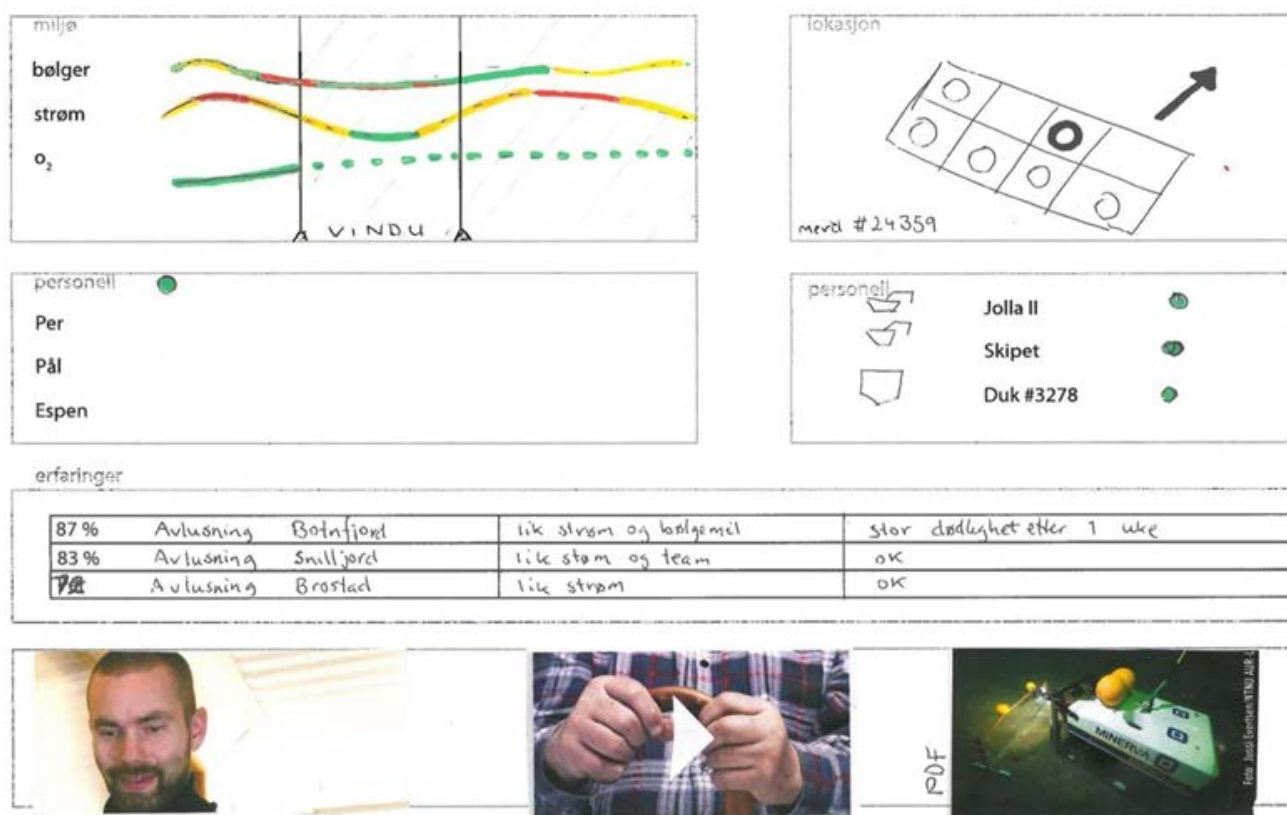
Figur 12: Bilder fra en aerostat som kan benyttes til integritetskontroll (Foto: Maritime Robotics / SINTEF)

#### 4.3.1 Innspill til videre arbeid

Mye teknologi for å innhente informasjon er allerede tilgjengelig. Det som gjenstår er å ta den i bruk. Mye av terskelhøyden ligger i at det ikke finnes gode systemer for å samle informasjonen og presentere den på en brukervennlig måte slik at den kan bli til nytte i operativ sammenheng.

Ideelt sett burde et beslutningsstøtteverktøy si noe om muligheten til å gjennomføre en operasjon sikkert i forkant av mobilisering. Dette kan gjøres ved å se på miljøprediksjoner, på for eksempel bølger, vind og strøm, opp mot anleggets grenseverdier. Grenseverdiene må ta hensyn til alle involverte parter behov, bør være tilpasset både den enkelte operasjonen og den gjeldende lokaliteten. Miljøprediksjonene og grenseverdiene må ses opp mot hvor lang tid den enkelte oppgaven krever, noe som vil gi et predikert værvindu for når oppgaven kan gjennomføres.

Dette er en næring der det er flere deloperasjoner der ting kan gå galt underveis. Det er en utfordring for næringa å utvikle beslutningsstøtteverktøy som baserer seg på tidligere erfaringer. Det er ønskelig å sørge for videreformidling og stadig læring og videreutvikling av operativ kunnskap.



Figur 13: Forslag til brukergrensesnitt for et verktøy der objektive målinger og tidligere erfaringer benyttes i beslutningstaking (H. Moe, SINTEF Fiskeri og havbruk)

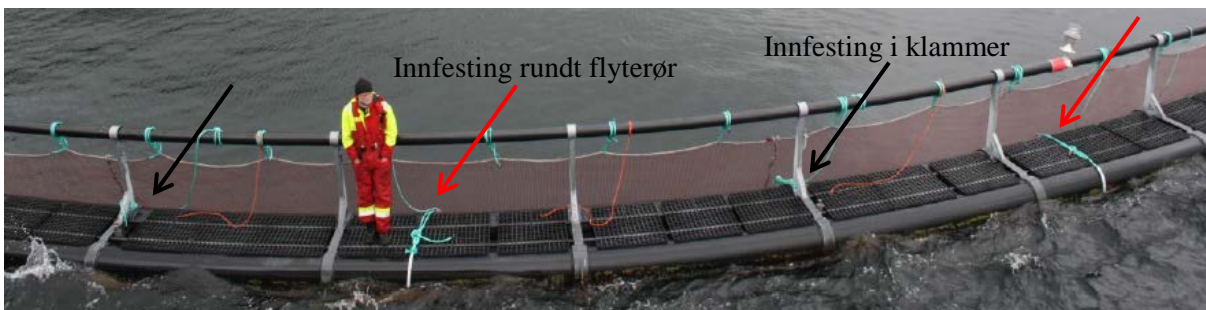
Skissen nedenfor peker på muligheten for å kombinere objektive miljømålinger, med gitte operative rammer der det i tillegg kan hentes inn erfaringer og læringshistorier. Skissen fremstiller en gitt arbeidsoperasjons værindu sammen med anleggsgeometri som oppdateres dynamisk i forhold til fartøys posisjonering i anlegg. Det er tydelig markert hvilken merd operasjonen skal foregå på og nåværende strømretning. I tillegg er det oversikt over ressurser som deltar på operasjonen, både personell og fartøy. Verktøyet sammenligner likheten i den aktuelle situasjonen og tidligere registrerte situasjoner. For eksempel kan en lese at denne situasjonen har 87 % likhet med en avlusning på Botnfjord som endte med stor dødelighet etter en uke.

## 4.4 Notinnfesting

Utstyr kan variere fra anlegg til anlegg, og arbeidsmetoder og håndtering av utstyret kan også variere fra person til person, basert på blant annet opplæring, personlige preferanser og erfaringsnivå. Det er stor grad av mangel på standardisering og brukervennlighet når det kommer til utstyr og metoder. Et eksempel på dette er notinnfesting. Korrekt innfesting av not til flytekrage er kritisk for å opprettholde en rømmingssikker oppdrettsmerd.

Dagens innfesting består av tau og knuter. Mangelen på standardisering av innfestingsløsninger gjør at det raskt kan oppstå forvirring om hvilken innfesting som er utført tilfredsstillende, noe som innebærer en risiko for at en dårlig innfesting kan svikte og medføre rømming. I tillegg kan knuter være vanskelig å få opp og en ny løsning kan bli tidsbesparende. For å oppnå bedre sikring av et anlegg er det ønskelig med nye løsninger for innfesting av not til flytekrage.

Utfordringen med en standardisert løsning er at produsentene av notposene har varierende antall innfestinger avhengig av størrelse, oppbygging og krav til styrke på notposen. De forskjellige produsentene av flytekrage har sitt system for antall klammer, rørdiameter, lengde (eksempelvis 157 og 160 m) og avstand mellom flyterør. Manglende tilpasning mellom antall innfestingspunkt på not og antall klammer på flytekragen gjør at det verserer flere ulike innfestingsmåter på en og samme merd (Figur 14). Som følge av behandling kan en not krympe i løpet av sin levetid, og mulighet for kontinuerlig eller trinnvis innstramming vil derfor være nødvendig. Her vil det gis eksempler på løsninger som kan tas i bruk på dagens flytekrager.



Figur 14: Forskjellige type innfestingsløsninger på en og samme flytekrage (M. Høiseth, SINTEF Fiskeri og havbruk)

### 4.4.1 Eksisterende løsninger for innfesting

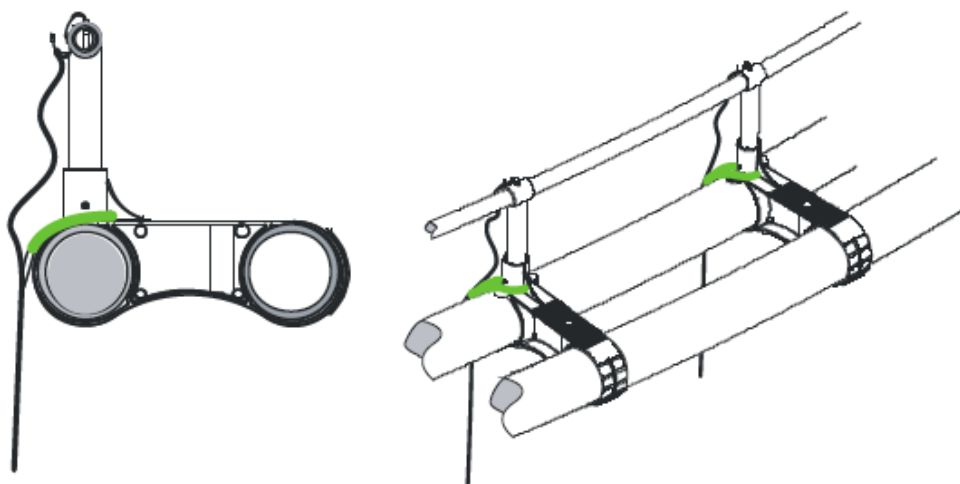
Notposen skal settes fast i flytekragen slik at tauløkkene i hovedtau festes i flyterør eller rundt stolpe til klammer (dersom klammeret er dimensjonert for dette). I dag knytes nota fast med tau, og en anbefalt metode beskrives i teknisk standard NS9415.

Nota skal bæres av flyterørene, og innfesting av notposen begynner med at hovedtauets ringer/tauløkker med taustropper forbindes til klammer der disse passer overens. Nota må festes slik at utspilingen blir jevn. For å oppnå dette er det nødvendig å ha ekstra innfestingspunkter mot flytekragen der klammerne ikke passer med løkker i nota. Notas hovedtau skal festes til flyteringen og strammes slik at hovedtauet sitter stramt inn mot flyteringen, og nota får en jevn og full utspiling.

Det vises til de to vanligste måtene som flytekrageleverandørene anbefaler for innfesting av not. Det benyttes samme prinsipp uavhengig av om flytekragen har klammer av stål eller plast. Ytterligere varianter finnes fra anlegg til anlegg der personell har funnet sine særegne metoder for innfesting.

### **Innfesting hvor løkker fra notpose harmoniserer med klammer**

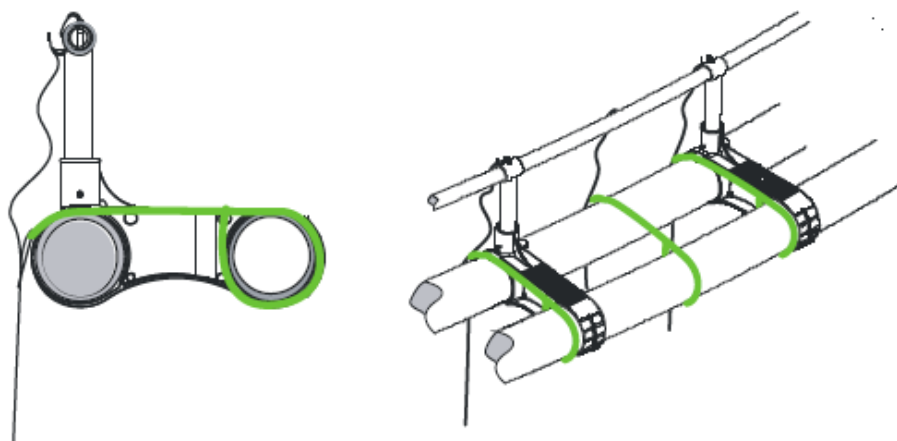
De fleste leverandørene av flytekrage tillater nå innfesting av notposen rundt roten av klammerets stolpe, uavhengig om det er klammer av stål eller polyetylen. I brukerhåndbøkene anbefales det at man trer ett tau gjennom notas løkke og knytter det fast rundt stolpen. De fleste klammer har en kneplate med ett hull i slik at innfestingen ikke kan bevege seg vertikalt langs stolpen dersom klammer påføres ett moment og roterer innover.



Figur 15: Innfesting av not til klammer (Illustrasjon: AKVA Group)

### **Innfesting hvor løkker fra notpose ikke harmoniserer med klammer**

Dersom antall innfestingspunkt på flytekrage og på notpose ikke går opp, er en nødt til å feste mellom to klammer. Leverandørene anbefaler da at det knyttes inn et tau i notposens løkke som videre legges over flyterørene og festes rundt ytre flyterør.



Figur 16: Innfesting av not hvor den ikke harmoniserer med klammer (illustrasjon: AKVA Group)

### Alternative løsninger

Alternative metoder har også blitt utviklet, for å ha en bedre og enklere innfesting. Lerøy Aurora AS har utviklet sin egen løsning for å feste inn not der innfestingspunkt ikke harmoniserer med klammer (Figur 17). De benytter en stropp med en sydd løkke som ligger fastmontert rundt ytre flyterør. Metoden benytter seg fortsatt av at tau eller stropp knytes på oversiden. Løsningen gjør at røkterne ikke trenger å jobbe med hendene i vannet når de bytter pose, og flatstroppen bygger mindre og gir mindre snublekant.



Figur 17: Lerøy Aurora har to løsninger for innfesting hvor klammer ikke harmoniserer med innfesting til notpose (Foto:venstre SINTEF, høyre Løvold AS)

#### 4.4.2 utfordringer med anbefalte innfestingsmetoder

Før det ble montert gangbaner på flytekragene, var det mer rett frem å feste notposen ved å surre tau rundt flyterørene og knyte en knute i mellom dem. Etter at det ble vanlig med gangbaner benyttes fortsatt det samme prinsippet. utfordringen er at det er vanskeligere å komme til for å feste rundt ytre flyterør. De som ikke har laget seg løkker for å feste fast rundt ytre flyterør må ned i vannet hver gang de jobber med innfestingen. Rommet mellom flyterørene som tidligere ble brukt til innfesting, er ikke tilgjengelig uten demontering eller beskjæring av gangbaner.

Gangbanene er festet ved at et tynt rør er tredd igjennom flere gangbaner og klammer, og det er mye jobb å demontere disse for å øke tilgjengeligheten ved bytte av not eller notinnfesting. Innfestingstau legges over gangbanen og fører til at røktene potensielt kan snuble i tauet og knuten. Gangbanene gjør også at tradisjonell innfesting av not til flyterør blir vanskeligere å inspisere og kontrollere mot gnag. Potensielt er det også fare for gnag dersom tau ligger klemt mellom flyterør og under gangbaner, eller dersom tauet går over gangbanenes skarpe kanter. Figur nedenfor viser tverrsnitt av flytekrager og manglende tilgjengelighet for anbefalt innfesting.



Figur 18: Typisk flytekrage med plastklammer (venstre, illustrasjon: SINTEF) og ståklammer (høyre, foto: Aqualine)

En annen utfordring med flytekragens konstruksjon er at ingen av flyterørene er fiksert, slik at de i utgangspunktet kan rotere noe. Det er kun ringingen av flytekragen som motvirker at de roterer. Dette gjør det vanskelig å feste braketter eller andre anordninger på dem. Den eneste lastbæreren mellom to klammer er flyterørene. På indre flyterør ønsker vi å ha minst mulig komponenter som kan skape gang mot nota eller hoppnettet, og dermed blir ytre flyterør den mest egnede lastbæreren. Gangbanene er ikke egnet til å ta last fra ett innfestingssystem.

#### 4.4.3 Kravspesifikasjon for innfesting av not

Ut fra arbeidet i dette prosjektet, samt tidligere arbeider knyttet til innfesting av not (Heide, 2007 og Høiseth, 2010), er det utviklet en kravspesifikasjon for innfesting av not. Kravspesifikasjonen er kvalitetssikret i samarbeid med styringsgruppen og røkttere fra styringsgruppemedlemmenes respektive selskaper.

##### *Funksjonskrav*

- Materialvalg skal ha lang levetid i miljø med saltvann, direkte sollys og is.
- Løsningen skal kunne ettermonteres på eksisterende flytekrager uten behov for større modifikasjon på hverken not eller flytekrage.
- Det skal ikke være nødvendig å demontere gangbaner.
- Løsningen skal kunne monteres og justeres langs flyterørene til rett posisjon ved utsett av not.
- Løsningen skal kunne rengjøres og desinfiseres effektivt.
- Løsningen skal være kompatibel med tilgjengelig verktøy, herunder kran, kroker m.m.
- Løsningen skal ikke kunne løsnes ved uhell eller dynamiske bevegelser.

##### *Brukerkrav*

- Løsningen skal ikke kunne brukes på feil måte som medfører rømningsfare, hverken under eller etter monteringsoperasjon.
- Løsningen skal effektivisere operasjonen på merdkanten.
- Løsningen skal ikke være i veien for arbeid på merden, herunder snublekant.
- Produktet bør bestå av så få deler som mulig og deler som lett kan forsvinne bør unngås.
- Funksjon og aktive elementer bør understrekes ved form og gjenkjennelig farge- og symbolbruk.
- Løsningen skal være enkelt å operere med hansker og ha få sårbare bevegelige deler.
- Etter at løsningen er montert første gang, skal det ikke være nødvendig å arbeide i vannoverflaten.
- Bruk av knuter ønskes ikke.

##### *Formalkrav*

- Nota skal henge fra hovedtau.
- Løsningen skal kunne tåle en belastning i størrelsesområdet 3-5 tonn. Styrke på innfesting må kunne designes tilsvarende minste bruddlast (MBL) på notas sidetau.
- Løsningen skal være utformet slik at dets deler ikke under noen bølge- eller strømforhold fører til gnag på notposen.

#### 4.4.4 Tidligere arbeid som underlag

Arbeidet som presenteres i denne rapporten bygger på tidligere arbeid med standardisert innfesting av not:

- FHF rømmingsprogram DEL II – B: Konseptutvikling av innfesting mellom not og flyter (Heide, 2007).
- FHF-prosjektet "Utvikling av sikre oppdrettsanlegg – Fase 2, Arbeidspakke II: Materialer og konstruksjoner i havbruk (MKHav)" (Høiseth et al., 2010).

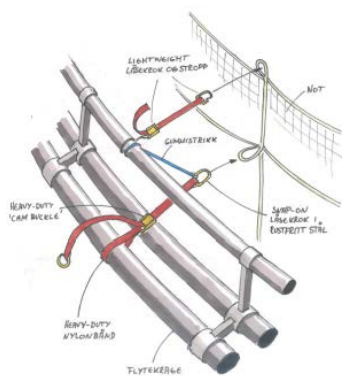
Figurer nedenfor viser de forskjellige løsningene som tidligere har blitt utarbeidet. Flere av konseptene fra 2007 er ikke lenger aktuelle, da de blir vanskelig med kombinasjon av gangbaner. Prototyper på konsept 2 og 4 fra 2010 er blitt funksjonstestet ved ACE sitt oppdrettsanlegg på Tristein. Tilbakemeldingen på begge



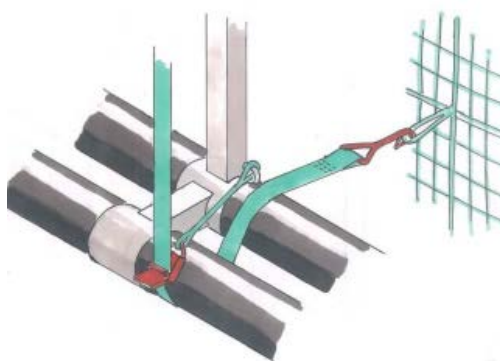
konseptene var at de var relativt store og utgjorde en uønsket snublefare. I tillegg ble konsept 2, med brakett på ståklammer, i veien der bunnkjetting kom opp i klammer. Ut fra funksjonstestene ble det konkludert at løsningene ikke var klare for implementering på dagens oppdrettsmerder. Følgende forbedringer ble foreslått:

- Ikke gå over gangbanen slik at de innebærer snublefare
- Kontinuerlig eller trinnvis justering med kort avstand mellom trinn
- Redusere risiko for gnag
- Løsning for oppbevaring av unødvendig løsende til tau/stropp må på plass
- Krav til styrketest og verifisering

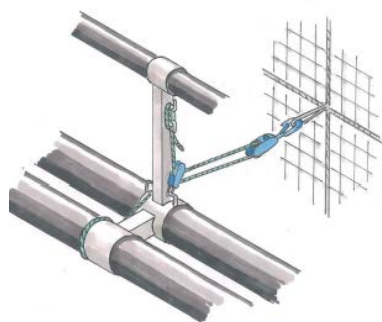
Tidligere gjennomført arbeid er vurdert med fordel og ulemper for å trekke ut det beste til videre arbeid.



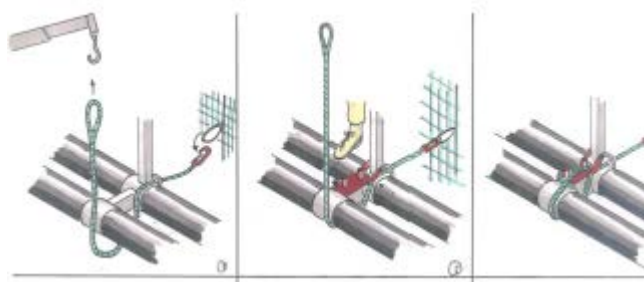
*Konsept 07-1: Lastestopper og spenner*



*Konsept 07-2: Lastestropp og spenner med terminering i klammer*

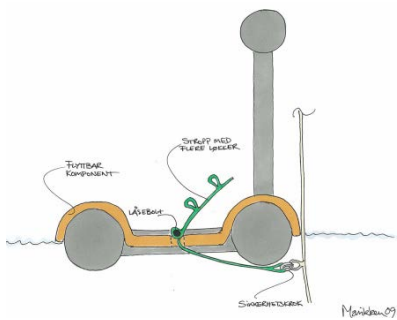
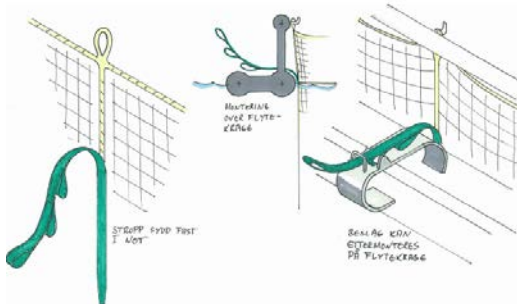


*Konsept 07-3: Taublokker*

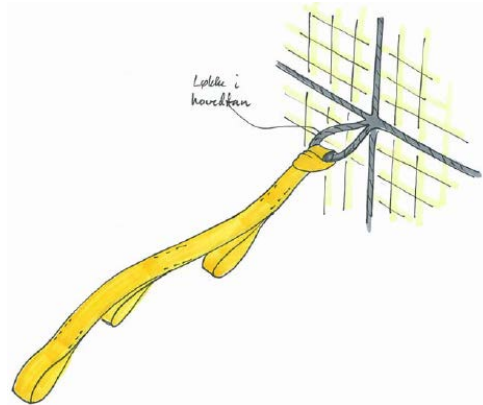


*Konsept 07-4: Modifisert klammer med fastsurring av tau*

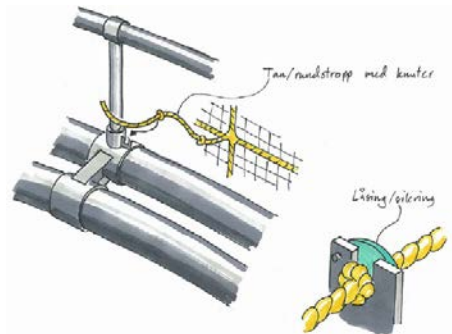
*Figur 07-1, 07-2, 07-3 og 07-4 konsepter fra Heide, 2007*



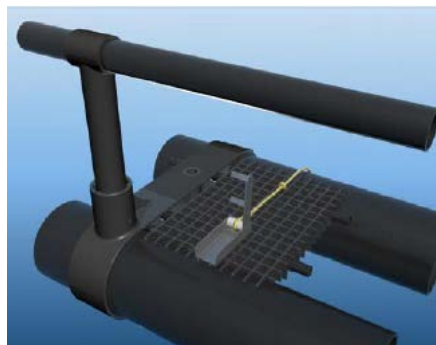
*Konsept 10-1: Flatstroppe og beslag i tilknytning til flyterør*



*Konsept 10-2: Flatstroppe og brakett i tilknytning til flyterings klammer*



*Konsept 10-3: Knutetau og brakett i tilknytning til flyterings klammer*



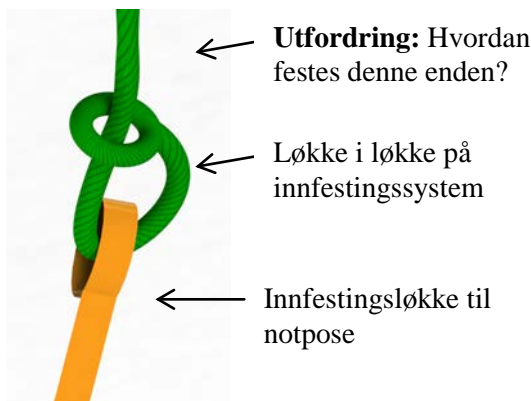
*Konsept 10-4: Flatstropp eller knutetau med universallås uavhengig av flyterings klammer*

*Figur10-1, 10-2, 10-3 og 10-4 Konsepter fra Høiseth et al., 2010*

#### 4.4.5 Konseptutvikling

Utfordringen med tidligere konseptløsninger ligger i all hovedsak i at innfestingsløkken til notposen ikke harmoniserer med klammer. Det er derfor lagt fokus på en innfesting som kan ettermonteres og plasseres kontinuerlig langs flytekragen. Der hvor notposens innfesting passer med klammer er den beste løsningen å feste de rundt stolpen.

Det ble vurdert forbindelser av polyetylen som kan sveises på flyterørene på ønsket plass. Dette kan gjøres på samme måte som benyttes på reparasjon av stoppeklosser til klammer eller haneføtter, ved bruk av enten ekstrudersveis eller speilsveis. Ulempen med sveiste forbindelser er at de står fastmontert og ikke kan flyttes ved bytte av notpose med annet antall hovedtau. Det ble derfor valgt å ikke arbeide videre med dette. Det antas at en med laster opp mot 5 tonn kan få lokal rotasjon der eventuelle notfester er sveiset på. I tillegg vil en avrivning av en sveist forbindelse kunne resultere i punktering av flyterør. Det er også sett på hvordan en skal kunne låse tau eller stropp uten bruk av sjakkell eller knute. For å unngå komponenter som kan påføre gnag mot not eller hoppenett anses det som en fordelaktig løsning å benytte en løs stropp eller ett tau med en løkke i enden. Den løse stroppen tres igjennom notposens innfesting i vannoverflaten og låses av ved at den løse enden tres igjennom sin egen løkke. Ved å bruke denne løsningen unngås det å benytte eksempelvis sjakkell, som kan forårsake gnag og slitasje eller knute som kan gå opp (Figur 19).



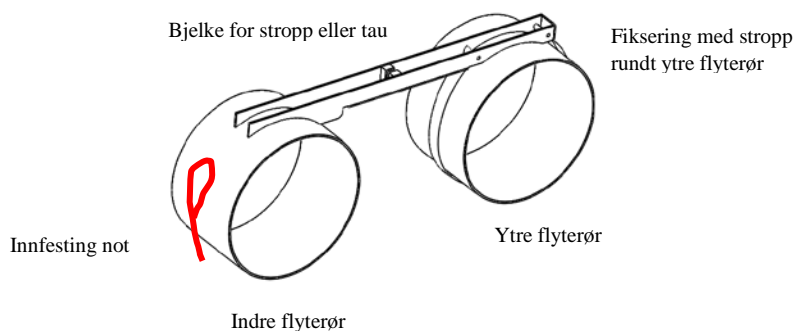
Figur 19: Fordelaktig metode for innfesting mellom notpose og videre til innfestingssystemet

Det ble sett til eksisterende løsninger og ulike metoder for innfesting i andre næringer og virkeområder for inspirasjon (Figur 20).



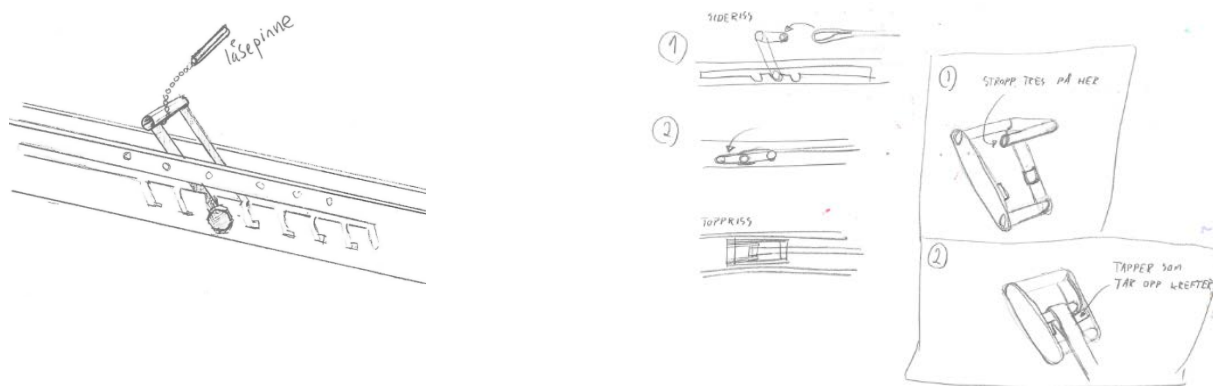
Figur 20: Ulike verktøy for å låse tau og stropper

Det ble på et tidlig tidspunkt foreslått å legge tilpasset galvanisert U-profil i stål over flyterørene. Ideen var at denne kunne plasseres hvor som helst på flytekragen, ved at gangbaner flyttes litt til siden og lager plass til bjelkens bredde på ca. 80 mm. Konseptet baserer seg på at profilen ville gi tilstrekkelig kapasitet, men også kunne inneholde system for avlåsning (Figur 21).



Figur 21: Bjelke mellom flyterør for låsing av innfesting mot not

Konseptet ble raffinert gjennom en iterativ prosess. For å oppnå tilnærmet kontinuerlig stramming ble det laget en glidebane. Flatstropper er et godt alternativ til tau, både med tanke på pris, styrke og at de er produsert opp i rette lengder med løkker. Over kritiske områder kan stroppen kles med slange for beskyttelse mot gnag. Videre ble det skissert en hengslet sjakkel som passet i glidesporet og som flatstroppen kunne tres inn i, uten bruk av knuter eller sjakler (Figur 22).



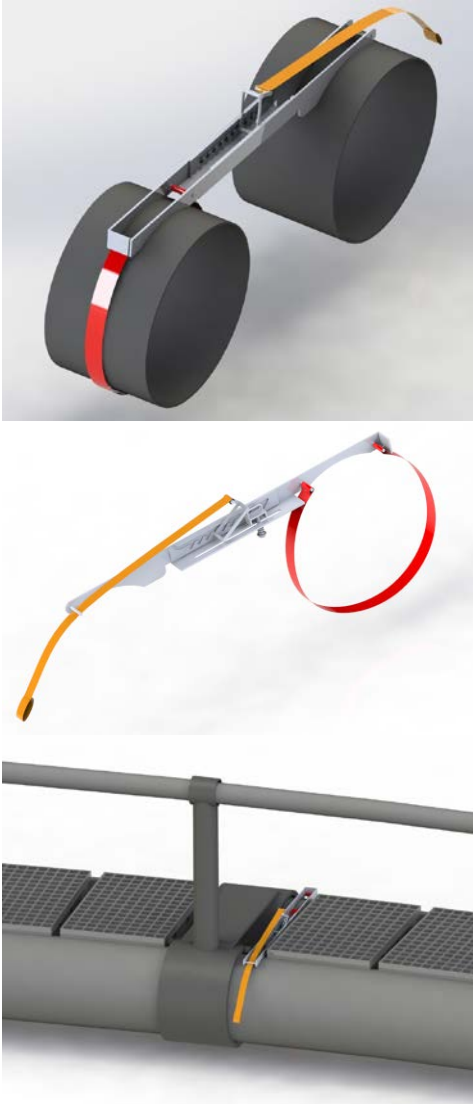
Figur 22: Tidlige skisser for glidespor for avlåsning og hengslet sjakkel

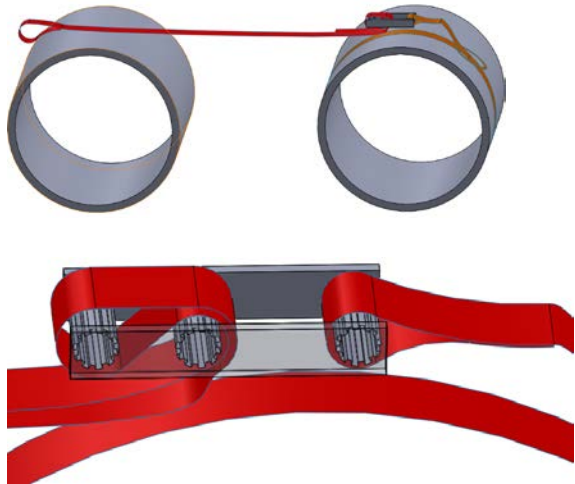
#### 4.4.6 Endelige konsepter

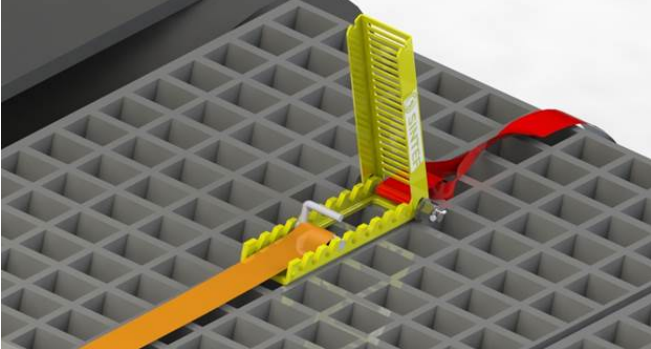
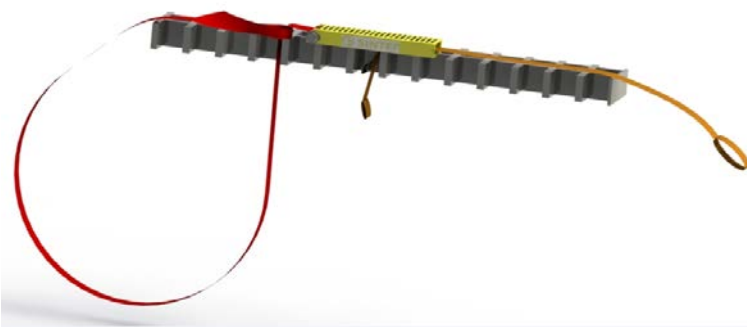
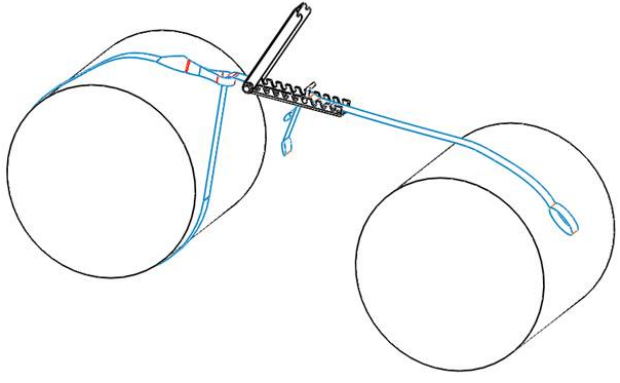
Basert på konseptutviklingsprosessen, tidligere arbeider og innspill fra prosjektgruppen ble det utarbeidet tre nye konsepter.

Skissene er ikke ment som ferdige løsninger. Konseptløsningene må utvikles videre i samarbeid med utstyrsprodusenter til ferdige produkter i markedet.

Tabell 5: Tre konsepter for notinnfestning

Konsept 14-1: Bjelke med låsekasse	Vurdering
	<p><i>Beskrivelse</i></p> <p>En stålprofil festes rundt ytre flyterør og ligger over flyterørene mellom gangbanene. Trinnvis justering med en stropp som kan tres løkke i løkke over notinnfestingen.</p> <p><i>Fordeler</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Enkel og sikker innfesting</li> <li>• Integreert stegvis justering av lengde på stropp</li> <li>• Ligger i samme høyde som gangbaner</li> </ul> <p><i>Ulemper</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Genererer flere serier av produktet. Stålbjelkens utforming og lengde er låst til flyterørenes diameter og avstand mellom dem</li> <li>• Må flyttes stegvis imellom gangbaner</li> </ul>

Konsept 14-2: Stropp med friksjonslås	Vurdering
	<p><i>Beskrivelse</i></p> <p>Innfesting basert på flatstropper. Orange flatstropp er rundt ytre flyterør og lengde er tilpasset diameter. Rød stropp festes med løkke i løkke på notinnfesting, og tres igjennom sjakkelen som låser av stroppen i form av friksjon og at stroppen blir liggende mot seg selv. Konseptet er basert på ett jekkestropps-system.</p> <p><i>Fordeler</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Enkel løsning uten bevegelige deler</li> <li>• Bygger lite over gangbaner</li> <li>• Kontinuerlig justering av lengde på stropp</li> <li>• Kan justeres til diameter på flyterør og avstand mellom dem</li> </ul> <p><i>Ulemper</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Flatstropp over gangbaner</li> <li>• Usikker sikkerhet i innfesting, med hensyn på dynamiske rykk</li> </ul>












Konsept 14-3: Stropp med låsekasse	Vurdering
  	<p><i>Beskrivelse</i></p> <p>Det monteres en stropp rundt ytre flyterør, som festes inn i låsekasse. Innfestingen blir liggende oppå gangbaner, eller kan freses ned halve byggehøyden. Stropp tres med løkke i løkke i notinnfesting og låses av med en bolt i hakkene på låsekassen. På stroppen som går til notinnfestingen kan det være sydd løkker, slik at det kan justeres mer enn lengden på hakkene i låsekassen.</p> <p><i>Fordeler</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kontinuerlig justering av lengde på stropp</li> <li>• Kan justeres til diameter på flyterør og avstand mellom dem</li> <li>• Låsekasse kan benyttes på alle flytekrajer, lengde på stropper kan justeres</li> <li>• Overskuddsstropp fra notinnfesting kan skjules under gangbaner</li> <li>• Kan freses ned i gangbane for å bygge mindre i høyden</li> <li>• Åpent topplokk gir enkel inspeksjon av innfesting</li> </ul> <p><i>Ulemper</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 30 mm snublekant</li> <li>• Flatstropp over gangbaner</li> </ul>

#### 4.4.7 Evaluering av konsepter

De tidligere konseptene og de nye konseptene ble vektet opp mot kravspesifikasjonen (Tabell 6).

Det er viktig å tilfredsstille kravet til styrke, og løsninger må dimensjoneres for dette. Det er også viktig at innfestningsløsningen har en pris som kan forsvares i forhold til bruk av tau, med hensyn på innkjøpskostnad, rømmingsrisiko og levetid

Tabell 6: Evaluering av konseptforslag

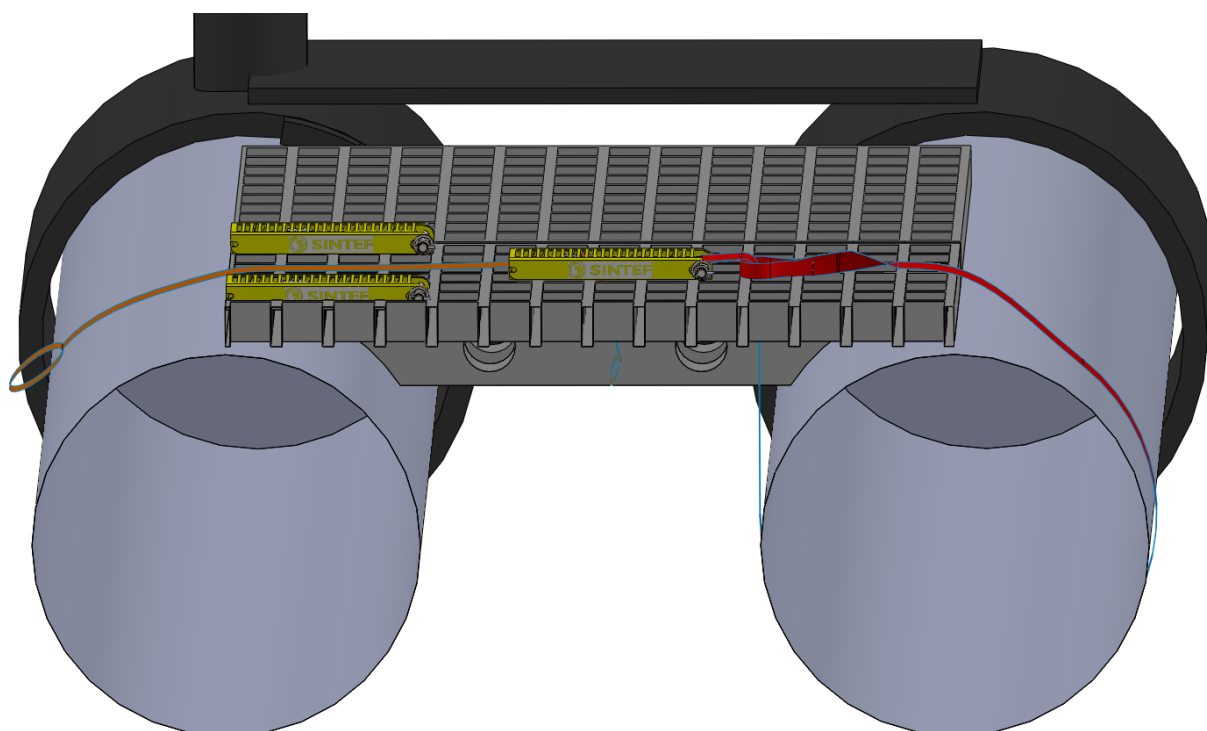
Konsept	07-1	07-2	07-3	07-4	10-1	10-2	10-3	10-4	14-1	14-2	14-3
											
<b>Funksjonskrav</b>											
Materialvalg skal ha lang levetid i miljø med saltvann, direkte sollys og is.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Kunne produseres i en serie, for å benyttes på alle typer flytekrauer, uavhengig av rør-diameter og avstand mellom flyterør.	✓	N	N	N	N	N	N	N	N	✓	✓
Løsningen skal kunne ettermonteres på eksisterende flytekrauer uavhengig av om det er plast og stål-klammer, og uten behov for større modifikasjon på hverken not eller flytekrage.	✓	N	N	N	✓	N	N	✓	✓	✓	✓
Det skal ikke være nødvendig å demontere gangbaner.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Løsningen skal kunne monteres og justeres langs flyterørene til rett posisjon ved utsett av not.	✓	N	N	N	N	N	N	✓	✓	✓	✓
Løsningen skal kunne rengjøres og desinfiseres effektivt.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Løsningen skal være kompatibel med tilgjengelig verktøy, herunder kran, kroker m.m.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Løsningen skal ikke kunne løsnes ved uhell eller dynamiske bevegelser.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<b>Brukerkrav</b>											
Løsningen skal ikke kunne brukes på feil måte som medfører rømmingsfare, hverken under eller etter monteringsoperasjon.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Løsningen skal effektivisere operasjonen på merdkanten.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Løsningen skal ikke være i veien for arbeid på merden, herunder snublekant.	N	✓	✓	✓	✓	N	N	N	N	N	✓
Produktet bør bestå av så få deler som mulig og deler som lett kan forsvinne bør unngås.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Funksjon og aktive elementer bør understrekes ved form og gjenkjennelig farge- og symbolbruk.											
Løsningen skal være enkelt å operere med hansker og ha få sårbare bevegelige deler.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Etter at løsningen er montert første gang, skal det ikke være nødvendig å arbeide i vannoverflaten.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Bruk av knuter ønskes ikke.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<b>Formalkrav</b>											
Nota skal henge fra hovedtau.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Løsningen skal kunne tåle en belastning i størrelsesområdet 3-5 tonn. Styrke på innfesting må kunne designes tilsvarende MBL på notas sidetau.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Løsningen skal være utformet slik at dets deler ikke under noen bølge- eller strømforhold fører til gnag på notposen eller hoppenett.	✓	✓	N	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<b>Score</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>		<b>7</b>			

Resultatet fra vektingen viser at konsept 1 og 3 tilfredsstillt kravspesifikasjonen i størst grad. I tillegg til dette er fordeler og ulemper med de ulike konseptene vurdert, slik at konsept 3 fremstår som den beste løsningen.



Ved bruk av stropper med ferdig påsydde løkker og en fast glidekasse uten løse deler er ingen knuter nødvendig og risiko for ukorrekt innfesting reduseres. Fordelen med konsept 3 er bruk av stropper til innfesting. Dette gjør at konseptet kan benyttes på alle typer flytekrager uavhengig av diameter på flyterør og avstand mellom dem. Løsningen er enkel, har få deler og er enkel å operere, også med hansker.

Konsept 3 kan også ha alternative plasseringer, noe som kan være positivt med hensyn på "snublekant". Låsekassen kan a) flyttes nærmere indre flyterør, hvor man normalt ikke trør når man går på merden, da det blir under håndlisten, b) freses ned i gangbaner for å redusere byggehøyden eller c) monteres på ytre flyterør (Figur 23).



Figur 23: Forslag til alternativ plassering av låsekasse i konsept 3, stropp er ikke vist

#### 4.4.8 Innspill til videre arbeid

Næringen oppfordres til å etablere en standard som gjør at notposer og flytekrager passer bedre mot hverandre. Uavhengig av flytekragens omkrets blir det viktig at flyteren har et klammerantall som går opp med antall innfestinger på notpose. Dersom dette lykkes vil videre arbeid være å standardisere avlåsing av stropp eller tau som går gjennom notposens løkke og rundt stolpen. Det antas at redesign av klammer med innfestingsmekanisme eller brakett er en framtidig løsning på sikt. Innfestingsmekanismen bør være en jernvarefri komponent som plasseres på stolpens utside, for å unngå gnag i pose og hoppenett.



## 5 Referanser

Haugene, T., 2013. "Analyzing the structural integrity of fish farms using an unmanned aerial vehicle and image geometry evaluation methods". Prosjektoppgave ved institutt for Teknisk kybernetikk, NTNU.

Heide, M.A., 2007. "FHF rømmingsprogram – Forbedring av innfesting mellom not og flyter". SINTEF Rapport A074055. ISBN 978-82-14-04331-0.

Holmen, I.M., Thorvaldsen T., 2015. "Godt sikkerhetsarbeid – eksempler fra ulike næringer" SINTEF Rapport A26675. ISBN 978-82-14-05865-9.

Høiseth, M., Heide, M.A., Lien, A.M., 2010. Standardisert infesting av not til flyter og utspilingssystem. SINTEF Rapport A106072. ISBN 978-82-14-05111-7.

Jensen Ø., 2006, Gjennomgang av tekniske krav til oppdrettsanlegg - basert på rømmingstilfeller i januar 2006. SINTEF Rapport SFH80 A066056, ISBN 82-14-03953-8.

Jensen Ø., Dempster T., Thorstad E. B., Uglem I., Fredheim A. 2010. Escapes of fish from Norwegian sea-cage aquaculture: causes, consequences, prevention. Aquaculture Environment Interactions 1: 71-83.

Moe, H.K., Salomonsen, C., Lien, A.M., AP5 Best practice design: Manual for utvikling av brukervennlig utstyr for havbruksbransjen. SINTEF Rapport A26121, ISBN 978-82-14-05724-9.

Thorvaldsen, T., Holmen, I.M., Moe, H.K. (2013) Menneskelige faktorer og rømming fra lakseoppdrettsanlegg. SINTEF rapport A2408, ISBN 978-82-14-05575-7

Volent, Z., Birkevold, J., Stahl, A., Lien, A.M., and Sunde, L.M., 2014. Badebehandling med duk mot lakselus – jakten på 100 % fyllingsgrad med nye dukdesign, Norsk Fiskeoppdrett Nr. 8, 44 – 47.



## A Vedlegg

### A.1 IDENTIFIKASJON AV UTFORDRINGER

Utfordringene vil være knyttet til det som i dette prosjektet er identifisert som kritiske operasjoner. I kartlegging av kritiske operasjoner, med tanke på fare for rømming (Thorvaldsen et al., 2013), var det tre typer operasjoner som utpekte seg:

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

Utfordringer er i denne sammenhengen sett som de bakenforliggende årsakene knyttet til menneskelige faktorer som gir høyest risiko for rømming. Viktige punkter som beskriver utfordringene er direkte utdrag fra leveransedokumenter forfattet tidligere i prosjektet. Dette er gjort for å sikre kontinuitet i arbeidet og at riktig formulering er lagt til grunn for videre aktivitet.

### A.2 UTFORDRINGER KNYTTET TIL MENNESKELIGE FAKTORER OG RØMMING

#### 5.1 Læring

- Formell utdanning
  - Fagbrev og formell utdanning er ikke et krav
  - De som har opplæringen har ikke nødvendigvis forståelse for arbeidssituasjonen (utstyr, omgivelser og organisering)
  - Opplæring må følges opp og oppdateres i henhold til utviklingen

#### *Arbeidsområder:*

- *Hvordan jobbe mot formalisering av krav til utdanning/dokumenterte grunnleggende kunnskaper.*
- *Krav om f.eks. kranførerbevis på båt.*
- *Hvor/hvordan kan simulatoropplæring bidra.*
- *Hvordan kan det etableres gjennomgående opplæring i risikovurdering?*
- *Bygge holdninger til rapportering og komme rundt utfordringen med vegring, om det skyldes skyldforfølgelse eller annet.*

- Opplæring ved anlegget
  - Intern opplæring ved at nye tilsatte følger de mer erfarne til de har tilstrekkelig kompetanse til å utføre jobben på egen hånd

#### *Arbeidsområder:*

- *Etablere en gjennomarbeidet sjekk-liste med punkt som ansatte må gå gjennom før de blir "klarert".*
- *Hvordan kan det etableres gjennomgående opplæring i risikovurdering?*
- *Bygge holdninger til rapportering og komme rundt utfordringen med vegring, om det skyldes skyldforfølgelse eller annet.*

- Læring av tidligere hendelser og nesten-hendelser
  - Krever erfaringsdatabase, årsakssammenhenger og forebyggende tiltak.
  - Erfaringsoverføring på bedriftsnivå -avvik og nestenhendelser
  - Utfordrende å få ansatte til å levere avviksmeldinger.
  - Avviksrapportene må være mer detaljerte og fokusere på rotårsaken til hendelsen.
  - Rapporteringen bør gi resultater/tilbakemelding som oppleves som klare og positive for arbeiderne. Hvordan fjerne følelsen av skyldfordeling?
  - Ting som ordnes der og da rapporteres sjeldnere enn avvik som krever oppfølging.
  - Hvem skal skrive avviksrapportene? Noen mener man kun skal skrive avvik som er direkte knyttet til egen bedrift. F.eks. serviceselskaper skriver kun avvik som har hendt på egen båt, ikke på f.eks. mangler på merden til oppdretteren.
  - Erfaringsoverføring nasjonalt, eventuelt internasjonalt, av hendelser
  - For bedre statistikk og læring bør rømmingsrapporter ideelt sett være mer standardisert og mer detaljerte og fokusere på rotårsaken til hendelsen.
  - Det kan være interessant at rømmingsrapportene standardiseres internasjonalt.

#### Arbeidsområder:

- *Skape et system der det er kjappere og enklere å levere avvik. Det må også skapes motivasjon og forståelse for hvorfor avviksmeldinger er viktig og ønskelig. Tilbakemelding kan f.eks. bidra med å understreke at meldingene blir brukt.*
- *Hvordan få på plass standardisering av rømmingsrapporten.*
- *Se på hvordan rapportene kan bidra til et erfaringsbasert beslutningsstøttesystem som kan bidra til planlegging og gjennomføring av operasjoner.*

### A.3 Tilgang på kompetent personell

- Driftsledere understreker at de anser det som svært viktig å passe på hvilke personer som ble satt til hva.
- Personell må kjenne til utstyr, anlegg og operasjon
- Vikarer
  - Vanskelig å skaffe kvalifiserte vikarer på kort varsel
  - Ikke alltid tilstrekkelig antall ekstra folk når det trengs

#### Arbeidsområder:

- *Utstyr og operasjoner kan standardiseres i høyere grad, noe som vil gjøre fremmede anlegg mer gjenkjennbar og vil gjøre det lettere for anlegg å dekke opp hverandre når det trengs ekstra mannskap.*
- *En erfaringsdatabase vil gjøre det enklere å bli kjent med anlegget.*
- *Hvordan kan et system med opplærte vikarer "på vent" etableres (f.eks. skole-elever kursert i spesifikke oppgaver og binder seg til tjeneste)?*

### A.4 Operasjoner og utstyr er sammensatt og krever erfaring og opplæring

- Innad i samme selskap kan en operasjon gjennomføres på forskjellig måte
- Utstyr kan variere fra anlegg til anlegg

#### Arbeidsområder:

- *Der det er mulig bør utstyr og operasjoner forenkles. Hvordan er det f.eks. mulig ved hjelp av utvikling av utstyr og prosedyrer å forenkle oppgaven "å avluse med helpresenning"?*
- *Utstyrsprodusenter bør i høyere grad arbeide med brukervennligheten i deres produkt*
- *Utstyr og operasjoner kan standardiseres i høyere grad*

## A.5 Menneskets begrensninger

- Lange arbeidsøkter i kombinasjon med tidspress kan føre til redusert yteevne.
- En direkte årsak til "fatigue" er opparbeidet søvnunderskudd over tid.
- Hva er tålegrensene for et menneske med hensyn til eksponering og arbeidstid under ulike forutsetninger som vær, belysning og temperatur?

### *Arbeidsområder:*

- *Bedre intern oversikt og kontroll over hvem som har jobbet hvor lenge for å overholde fornuftig hvile- og arbeidstid?*
- *Hvordan tilrettelegge for avløsning.*

### A.5.1 Kommunikasjon og koordinering

- Mange folk på anlegget samtidig kan føre til uklare beskjeder og misforståelser og krever god koordinering og kommunikasjon.
- Beskjeder som ikke ble gitt eller beskjeder som hadde vært gitt, men som ikke hadde blitt fulgt opp
- Språkvansker – flerkulturelt på anleggene
- Ekstrahjelp: Vikarer og personell fra andre anlegg som ikke kjenner hverandre, operasjon eller anlegg godt.
- Planlegging av operasjoner krever kommunikasjon, ansvarsfordeling og avklaring mellom forskjellige involverte aktører
- God kommunikasjon kan fungere som en ekstra barriere
- Arbeidere som gjør hver sin jobb uten overlapp kan føre til mindre kontroll
- Planlegging av operasjoner er tradisjonelt basert på værmeldinger og erfaringer fra tidligere gjennomføringer.
- Standardiserte prosedyrer som er enkle å følge og gjennomfør gjør koordinering og gjennomføring enklere.
- I dag er det noen avvik mellom retningslinjer og faktisk praksis.

### *Arbeidsområder:*

- *Gjennomgå tekniske kommunikasjonsverktøy brukt ved forskjellige anlegg og hos aktuelle samarbeidspartnere og kom med anbefalinger.*
- *Anbefalinger og beskrivelse av praksis på planleggingsmøter i forkant av operasjoner. F.eks. SJA med alle involverte.*
- *Forenkle og aktualisere uvalgte prosedyrer. Se til f.eks. flybransjen, Veidekke.*
- *Sporing i forhold til teknisk vedlikehold*
- *Utvikle kommunikasjonsprosedyrer ved utvalgte oppgaver, for å introdusere sikkerhetsbarrierer og klargjøre oppgavene.*

## A.6 Ledelse og organisering

- Folk på anlegg er godt kjent med økonomien i systemet.
- Dette kan føre til opplevelse av stress og at grenser tøyres.
- Det å avbryte en operasjon oppleves som en vanskelig avgjørelse
- Mye press på driftsleder – vurdere rolle og ansvarsområde.

### Arbeidsområder:

- *Utvikling av grenseverdier kan bidra til å lette presset på den som har ansvaret for operasjonen.*
- *Gjennomgå rollen til driftsleder med tanke på ansvar, papir-arbeid, tilstedeværelse*
- *Hvordan å sørge for større slakke/tidsbuffer? F.eks. alternativ levering av fisk til tomt slakteri.*

## A.7 Grenseverdier

- Det er en mangel på håndfast sensordata og mange beslutninger blir tatt på skjønn.
- Grenseverdier må si noe om vind, strøm og bølgeforhold som kan gi uønskete effekter på operasjonen.
- Grenseverdier vil avhenge av lokalitet og lokale forhold.

### Arbeidsområder:

- *Avdekke hva er det viktig å vite noe om, og hvordan kan det måles.*
- *Det kan være ønskelig med verktøy som kan bidra til å styrke denne avgjørelsen*
- *Flytte vekk ansvar for beslutning om gjennomføring av operasjoner. Dette er gjort f.eks. på kapteiner i Teekay. Kriteriene for å avbryte operasjonen må gås gjennom på forhånd, og alle må være enige og klare over at det er slik det skal være*

## A.8 Arbeidsforhold på merdkanten

- Visuell inspeksjon er ofte ønskelig selv om vær og sikt er dårlig.
- Bevegelige arbeidsplattformer medfører ekstra risiko og arbeidsbelastninger.
- Store bevegelser mellom båt og ring
- Vanskelig å fortøye båt
- Fortøyning av brønnbåt i anlegget – her er det ei gråsoner da det ikke er lov å fortøye i merden. Dette er en utfordring til utstysleverandører?

### Arbeidsområder:

- *Belysning på merd eller posisjonerende og stabilisert lyskaster fra arbeidsbåt*
- *Mulig å sikre/ redusere arbeid under vanskelige forhold gjennom f.eks. automatisering?*

## A.9 Førings av pumperør i merd

- Pumpe-slange kan skade not i forbindelse med overføring av fisk



*Arbeidsområder:*

- *Varsel dersom noe gjøres feil (lampe rød/grønn)*
- *Mer varsom pumpe slang*

### **A.10 Kontroll på kraft i løfte-/haleutstyr**

- Ettersom kranene er store og flere er i bruk samtidig, kan det medføre riving av nota uten at dette oppdages.
- "De som styrer kranene står med joystick eller hendler på krana, de vil ikke merke om noe sitter fast."

*Arbeidsområder:*

- *Bedre kunnskap om kraften og handlinga som påføres systemet*
- *F. eks force feedback eller varselsystem dersom lasten blir for stor*

### **A.11 Overvåking under vann**

- Et stort system under vann. Det er vanskelig å se hva som har skjedd der nede.

*Arbeidsområder:*

- *Se på muligheter for overvåking ved hjelp av sensorikk*
- *Utstyr med mer integrert sensorikk; f.eks. vaskeskive med integrert kamera eller f.eks. avlusningspresenning med integrert sensorer*
- *Rutiner på bruk av dykker/ROV*



Teknologi for et bedre samfunn

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