

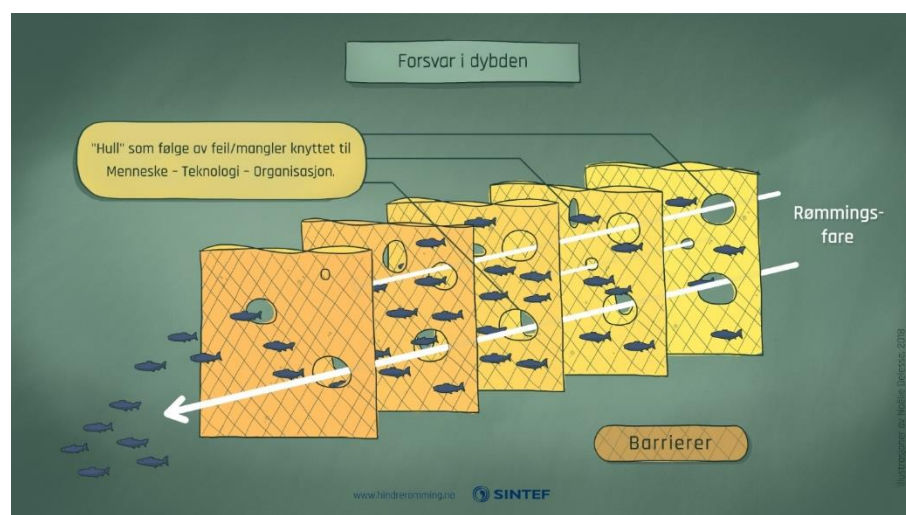
Rapport

Kunnskap og metoder for å forebygge rømming

Faglig sluttrapport

Forfattere

Heidi Moe Føre, Trine Thorvaldsen, Ranveig Kviseth Tinmannsvik og Eivind H. Okstad



SINTEF Ocean AS

Postadresse:
Postboks 4762 Torgarden
7465 Trondheim

Sentralbord: 46415000

Foretaksregister:
NO 937 357 370 MVA

Rapport

Kunnskap og metoder for å forebygge rømming

Faglig sluttrapport

RAPPORTNR	PROSJEKTNR	VERSJON	DATO
2019:00669	302002524	2	2019-06-19

EMNEORD:Havbruk
Rømming**FORFATTERE**

Heidi Moe Føre, Trine Thorvaldsen, Ranveig Kviseth Tinmannsvik og Eivind H. Okstad

OPPDRAUGSGIVER

Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfinansiering

OPPDRAUGSGIVERS REF.

901295

ANTALL SIDER OG VEDLEGG:

38 (inkl. 2 vedlegg)

GRADERING

Åpen

GRADERING DENNE SIDE

Åpen

ISBN

978-82-14-06363-9

SAMMENDRAG

Denne rapporten oppsummerer funn fra prosjektet Kunnskap og metoder for å forebygge rømming (FHF prosjekt 901295). Prosjektet har gitt ny kunnskap om årsaker til rømming av laks og regnbueørret fra norske oppdrettsanlegg, og metoder og verktøy som kan brukes i rømmingsforebyggende arbeid.

Årsaksanalyser viser at hull i not er den viktigste direkte årsaken til rømming i perioden 2010-2018. Videre er not under vann, rømming fra landanlegg, ved transport og håndtering av fisk direkte årsaker som peker seg ut. Uvær og avlusningsoperasjoner er omstendigheter som er spesielt viktige med tanke på rømming.

Bakenforliggende årsaker til rømming inkluderer menneskelige faktorer som erfaring, yteevne og kommunikasjon. Organisatoriske faktorer som kan medvirke til rømming inkluderer planlegging, opplæring, bemanning og arbeidstid, drift og vedlikehold, samt krav, valg og vurderinger. Gransking av rømmingshendelser kan bidra til å identifisere årsaker og sette inn målrettede tiltak, som igjen kan redusere forekomst av rømming.

Funn fra prosjektet er formidlet gjennom nettstedet www.hindrerømming.no.

**UTARBEIDET AV**

Heidi Moe Føre

KONTROLLERT AV

Hans V. Bjelland

GODKJENT AV

Hanne Digre

Dokumentet har gjennomgått SINTEFs godkjenningsprosedyre og er sikret digitalt

Historikk

VERSJON	DATO	VERSJONSBEKRIVELSE
1	2019-06-11	Utkast til styringsgruppe

2	2019-06-18	Endelig versjon
---	------------	-----------------

Sammendrag

For å finne effektive tiltak for å forebygge rømming, trenger man kunnskap om både direkte og bakenforliggende årsaker til hendelser.

Prosjektet "Kunnskap og metoder for å forebygge rømming" har gitt ny og detaljert kunnskap om årsaker til rømming av laks og regnbueørret fra norske oppdrettsanlegg, og metoder og verktøy som kan brukes i rømmingsforebyggende arbeid. En detaljert analyse og kategorisering av rømmingshendelser i perioden 2010 til 2018 gir kunnskap som kan benyttes til å hindre rømming i fremtiden. Analyser av rømmingsmeldinger og intervju med ansatte har identifisert årsaker til rømming knyttet til både tekniske, menneskelige og organisatoriske faktorer. Hull i not er den viktigste direkte årsaken til rømming. Andre direkte årsaker er not under vann, rømming fra landanlegg, rømming ved transport og rømming under håndtering. En stor andel av fisken som rømte i perioden 2010-2018 rømte i forbindelse med dårlig vær og avlusningsoperasjoner, og disse omstendighetene er dermed identifisert som spesielt kritiske med tanke på rømming. Menneskelige faktorer som pekte seg ut var kompetanse og erfaring, yteevne og kommunikasjon. Viktige organisatoriske faktorer var planlegging, opplæring, bemanning og arbeidstid, drift og vedlikehold, samt krav, valg og vurderinger.

En tilpasset metode for granskning av rømmingshendelser er blitt utviklet i prosjektet. For at oppdrettere skal kunne identifisere viktige årsaker til rømming må det gjennomføres systematisk granskning av rømmingshendelser. I mange næringer går man ikke tilstrekkelig dypt i kartleggingen av bakenforliggende årsaker til uønskede hendelser, og går dermed glipp av viktig informasjon. Man begrenser ofte granskningen til de direkte, "lett synlige" årsakene. Granskning av framtidige rømmingshendelser vil gi oppdrettere kunnskap som kan brukes til å utforme gode tiltak.

For å oppnå målet om redusert rømming er det viktig at kunnskap formidles og bidrar til økt læring i de ulike selskapene og næringen som helhet. Formidling av kunnskap fra forskningsprosjekter er et viktig bidrag til læring. Nettsiden www.hindrerømming.no ble opprettet som et knutepunkt for formidling fra prosjektet. En facebook-side (Hindre rømming) ble opprettet for å gjøre nettsiden og innholdet kjent for målgruppen. Det er utarbeidet flere animasjoner, populærvitenskapelige tekster og forskningsrapporter for å formidle resultater fra prosjektet. I tillegg har forskere gitt muntlige presentasjoner av resultater i ulike fora, deriblant kurs i rømmingssikring.

Resultatene fra prosjektet har stor verdi i rømmingsforebyggende arbeid både internt i oppdrettsfirma, hos utstyrsleverandører og for interesseorganisasjoner og myndigheter.

Hovedfunn:

- Hull i not er viktigste direkte årsak til rømming
- Uvær og trenging av fisk i forbindelse med avlusing medfører økt risiko for rømming
- Granskning av hendelser får fram viktige bakenforliggende årsaker til rømming
- Det er viktig å jobbe systematisk med tiltak på organisatorisk nivå for å redusere risiko for rømming

Abstract

To find efficient measures to prevent escape, insight and knowledge about both direct and underlying causes are needed.

The project "Knowledge and methods for preventing escape" has provided new and detailed knowledge about the causes of escape of salmon and rainbow trout, and methods and tools to be used to prevent escape. A detailed analysis and categorization of escape events in the period 2010 to 2018 provides knowledge that may be used to prevent escape in the future. Analysis of escape reports and interviews with employees have identified causes related to both technical, human and organizational factors. Holes in the net are the main direct cause of escape. Furthermore, damages to the floating collar causing the net to drop below the water surface, escape during transportation and escapes during handling of fish were key causes. Important human factors included competence and experience, performance and communication. Important organizational factors were planning, training, staffing and working hours, operation and maintenance as well as requirements, choices and assessments.

An investigation method for escape incidents has been developed in the project. For the fish farmers to be able to identify important causes for escape, it is important to perform systematic investigations of escape events. In many industries one does not go sufficiently deep when trying to find causes for unwanted events, and will thus miss important information. One often limits the investigation to the direct causes that are easy to reveal. Investigation of future escape events will give fish farmers knowledge that may be used to develop efficient measures to prevent escape.

To achieve the goal of reduced escape it is important that knowledge is communicated and contributes to increased learning in the different companies and the industry. Dissemination from research projects are important contributions for learning. The web site www.hindreromming.no was created as a hub for communication from the project. A Facebook page (Hindre rømming) was created to make the web site and content known for the target group. Several animations, popular science texts and research reports communicate results from the project. In addition, researchers have provided presentations at different arenas, including courses for escape prevention.

The results are valuable for preventative work both in the aquaculture companies, among equipment suppliers and for organizations and authorities.

- Holes in nets are the most important cause of escape
- Bad weather and crowding of fish during de-lousing operations increase risk for escape
- Investigating events help identify important underlying causes of escape
- It is important to work systematically with organizational measures to reduce escape risk

Innholdsfortegnelse

Sammendrag	3
Abstract	4
1 Innledning	6
2 Problemstilling og formål	6
3 Prosjektgjennomføring og resultater	7
3.1 Kartlegging og analyse av rømmingshendelser	7
3.1.1 Metoder.....	7
3.1.2 Resultater.....	8
3.2 Granskning av rømmingshendelser	16
3.2.1 Metoder.....	16
3.2.2 Resultater.....	17
3.3 Formidling, kommunikasjon og læring	19
3.3.1 Metoder.....	19
3.3.2 Resultater.....	20
4 Diskusjon	23
5 Konklusjon	25
6 Hovedfunn	25
6.1 Fem tiltak for å hindre rømming.....	26
7 Leveranser i prosjektet	27
8 Referanser	29
A Sjekkliste for tekniske, menneskelige og organisatoriske faktorer	30
B Spør hvorfor - tegneserieversjonen	37

1 Innledning

Rømming av fisk fra oppdrettsanlegg er en sentral utfordring for havbruksnæringen, og reduksjon i antall rømt fisk er høyt prioritert både blant næringsaktører og fra myndighetshold. For å finne effektive tiltak som kan hindre rømming, trengs kunnskap om årsaker til hendelser. Dette var bakgrunnen for at forskningsprosjektet **Kunnskap og metoder for å forebygge rømming** ble satt i gang.

Forskningsprosjektet adresserte FHF sin handlingsplan for 2016, hvor arbeid med kunnskapsgrunnlag for redusert risiko for rømming var et prioritert punkt under temaet havbruk og miljø. Prosjektet ble finansiert av Fiskeri – og havbruksnæringens forskningsfinansiering (FHF), prosjektnr. 901295. Prosjektet ble startet opp i november 2016 og avsluttet i juni 2019. Det ble ledet av SINTEF Ocean med SINTEF Digital og Høgskulen i Volda som forskningspartnere. Denne rapporten er en faglig sluttrapport i prosjektet **Kunnskap og metoder for å forebygge rømming**, som oppsummerer og beskriver formål med prosjektet, prosjektgjennomføring og resultater. Rapporten henviser til publikasjoner som er ferdigstilt i løpet av prosjektperioden.

Følgende personer har vært sentrale i arbeidet med prosjektet:

- Heidi Moe Føre (prosjektleder), Trine Thorvaldsen og Ingeborg Ratvik fra SINTEF Ocean (tidligere fra SINTEF Fiskeri og havbruk)
- Ranveig Kviseth Tinmannsvik og Eivind H. Okstad fra SINTEF Digital (tidligere fra SINTEF Teknologi og samfunn)
- Kristian Fuglseth fra Høgskulen i Volda

Kjell Maroni har vært ansvarlig hos FHF. Det ble opprettet en styringsgruppe i tråd med FHF sine retningslinjer. Styringsgruppen har bestått av representanter for oppdrettere og to observatører:

- Catarina Martins, Mowi ASA (tidligere Marine Harvest ASA)
- Anne Grete Nordalen, Midt-Norsk Havbruk AS
- Jøran Skar, Lerøy Midt AS
- Trude Nordli, Sjømat Norge (observatør)
- Else-Marie Djupevåg og Pål-Alexander Fossan, Fiskeridirektoratet (observatør)

2 Problemstilling og formål

Prosjektets hovedmål har vært å utvikle kunnskap om årsaker til rømming og utvikle metoder for rømmingsforebyggende arbeid i form av granskning og formidling. Dette er bidrag som kan benyttes i næringens arbeid for å hindre rømming. Nytteverdien ved at næringen tar i bruk resultater fra prosjektet er redusert rømming av oppdrettsfisk, et mål som først og fremst dreier seg om å minimere sannsynligheten for negative konsekvenser for villaksen, men som også kan bidra til å redusere økonomiske tap og styrke oppdrettsnæringens omdømme.

Resultatmål:

1. Gi oppdatert kunnskap om direkte og bakenforliggende årsaker til rømming av fisk i perioden 2010-2018, og beskrive tiltak som kan hindre rømming.
2. Utarbeide en metode for granskning av rømmingshendelser.
3. Årsaker til rømming, tiltak for å forebygge rømming og andre resultater fra prosjektet skal kommuniseres ved bruk av metoder som er tilpasset målgruppen.

3 Prosjektgjennomføring og resultater

Prosjektarbeidet ble organisert i tre faglige delprosjekt (arbeidspakker) som var knyttet til resultatmålene. Den fjerde arbeidspakken besto av prosjektledelse. Metoder og prosjektgjennomføring for det faglige arbeidet er beskrevet i resultatdelen.

1. Kartlegging og analyse av rømmingshendelser
2. En tilpasset metode for granskning av rømmingshendelser
3. Formidling, kommunikasjon og læring
4. Prosjektledelse



3.1 Kartlegging og analyse av rømmingshendelser

Målet i den første delen av prosjektet var å kartlegge og analysere direkte, medvirkende og bakenforliggende årsaker til rømmingshendelser i perioden 2010- 2018 og beskrive tiltak som kan hindre rømming.

3.1.1 Metoder

Følgende metoder ble brukt for å finne årsaker til rømming.

1. Dokumentstudier. De tekniske årsakene ble beskrevet basert på tilgjengelig informasjon i meldinger og rapporter fra oppdrettere til Fiskeridirektoratet, samt Fiskeridirektoratets tilsynsrapporter. Dette ga detaljerte data om tekniske årsaker til rømming i perioden 2010-2018. Analyse av data ble gjennomført i 2017 for perioden 2010-2016 (Føre og Thorvaldsen, 2017), og i 2019 for 2017-2018 (Føre et al., 2019). Resultatene er oppsummert for hele perioden 2010-2018 i denne rapporten.
2. Intervju. For å få økt kunnskap om bakenforliggende, ofte menneskelige og organisatoriske faktorer, ble det gjennomført intervju med ansatte om utvalgte rømmingshendelser.

Basert på disse datakildene ble detaljerte årsakskategorier for tekniske, menneskelige og organisatoriske årsaker til rømming utarbeidet. I dette arbeidet har vi prioritert hendelser som innebærer bekreftet rømming av laks eller regnbueørret. Det vises til rapportene *Årsaker til rømming av oppdrettslaks og ørret i perioden 2010-2016* (Føre og Thorvaldsen, 2017), *Menneskelige og organisatoriske årsaker til rømming av oppdrettslaks og regnbueørret* (Thorvaldsen et al. 2018), og *Tekniske årsaker til rømming av oppdrettslaks og regnbueørret* (Føre et al., 2019) for utfyllende beskrivelser av resultater.

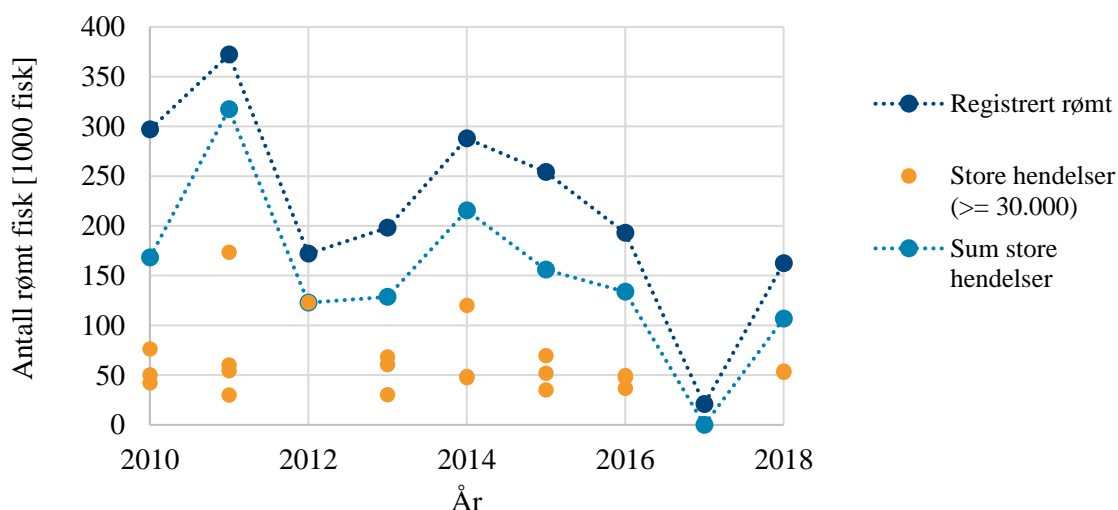
I tillegg ble det gjennomført tekniske utredninger av utvalgte tekniske faktorer: Ekstrautstyr og lodd, slitasje på not og korrosjon i stålkomponenter. Av metoder ble det gjennomført arbeidsmøte med næringsaktører, slitasjetester på notlin og studier av korroderte stålringer i not. Dette er beskrevet i detalj Føre et al., 2019.

3.1.2 Resultater

Antall rømt fisk

I perioden 2010-2018 ble det registrert totalt 1,96 millioner rømt laks og regnbueørret (heretter kalt "fisk") fordelt på 305 rømmingshendelser¹. 80 % av fisken som rømte var laks, og 20 % var regnbueørret. Dette tilsvarer i gjennomsnitt 219 000 rømt laksefisk per år (175 000 laks og 44 000 regnbueørret). Antall rømt fisk varierer fra år til år fra en minimumsverdi på 21 000 i 2017 opp til 372 000 i 2011 som vist i Figur 1. Variasjonen påvirkes av antall større rømmingshendelser som inntreffer i løpet av et år. I Figur 1 er alle rømmingshendelser som involverte 30 000 eller flere fisk vist med oransje punkter. Dette tilsvarer de 22 største hendelsene i tidsperioden, og 7 % av totalt 305 hendelser, som til sammen sto for 70 % av den rømte fisken. Legger man sammen antallet fisk som rømte i forbindelse med disse store hendelsene for hvert år, ser man at denne kurven følger kurven for totalt antall rømt fisk. 41 % av hendelsene (9 av 22) inntraff i forbindelse med uvær, og årene som utmerker seg her er 2011, 2013, 2014, 2015 og 2016, som også er de årene med mest registrert rømt fisk (i tillegg til 2010). I gjennomsnitt har 0,05 % av oppdrettslaksen i norske merder blitt registrert rømt i den aktuelle perioden (Figur 2)². Det er ingen statistisk signifikant trend for utviklingen i løpet av den aktuelle perioden.

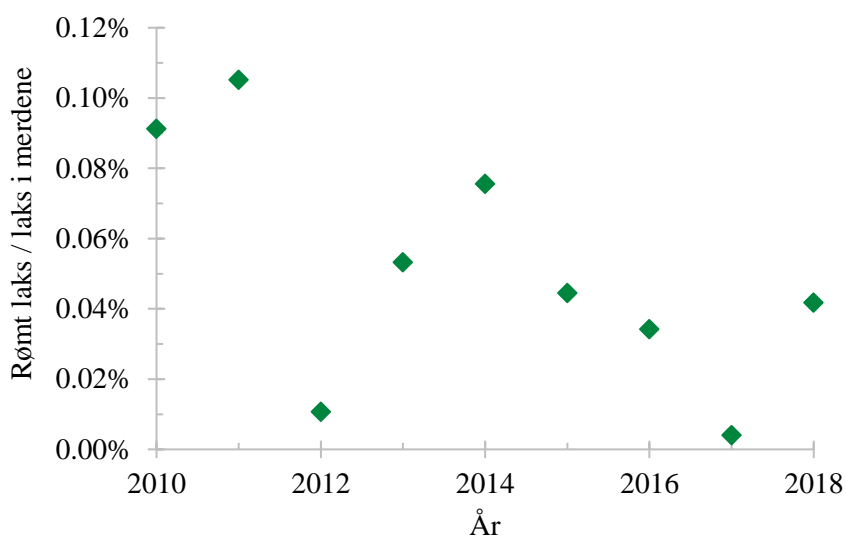
Rømt laks og regnbueørret 2010-2018



Figur 1: Antall registrert rømt laks og regnbueørret per år i perioden 2010-2018. Enkelthendelser som førte til 30.000 eller flere rømt fisk er gitt med oransjemarkører, og summen av disse største hendelsene er gitt med lys blå markør for hvert år.

¹ Fiskeridir.no, mai 2018.

² Gjennomsnittlig antall fisk i norske oppdrettsanlegg per år er beregnet ut fra tallmateriale funnet på nettsidene til fiskeridirektoratet (fiskeridir.no).



Figur 2: Antall registrert rømt laks delt på antall opprettlaks i norske oppdrettsanlegg per år i perioden 2010-2018, gitt i prosent.

Direkte og tekniske årsaker til rømming

Det er identifisert fem hovedkategorier for direkte årsaker til rømming:

- Hull i not på sjøanlegg
- Not under vann på sjøanlegg
- Rømming fra landanlegg
- Rømming ved transport av fisk
- Rømming ved håndtering av fisk

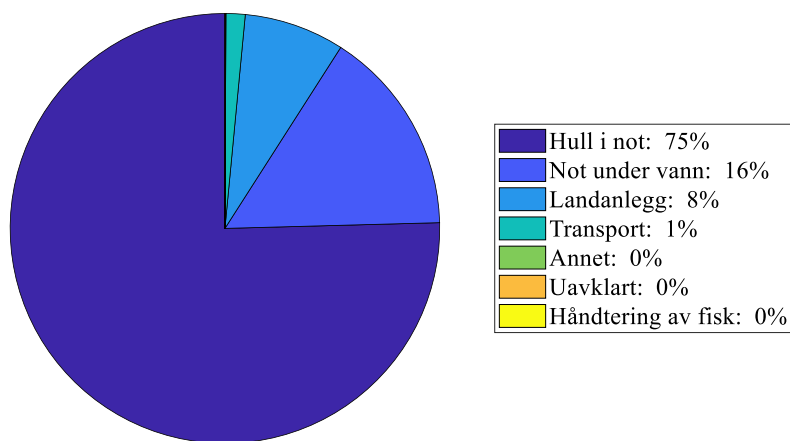
Hull i not er en skade på not som kan føre til at fisk svømmer eller presses ut av nota. *Not under vann* innebærer at øverste del av not har havnet under vannoverflaten slik at fisk har kunnet svømme over nota og ut i frie vannmasser. *Rømming fra landanlegg* (tidl. kalt *lekkasje fra kar*, ref. Føre og Thorvaldsen 2017) er rømming fra kar med fisk på land. *Rømming ved transport av fisk* er rømmingshendelser som inntreffer når fisk flyttes til og/eller fra landanlegg, sjøanlegg og slakteri. *Rømming ved håndtering av fisk* (tidl. kalt *mistet fisk*) er hendelser som skjer under håndtering av fisken, blant annet under lusetelling og annen prøvetaking. I noen få tilfeller har rømmingshendelser hatt en direkte årsak som ikke passer inn i kategoriene over. De fire første direkte årsakene er tekniske årsaker, mens rømming ved håndtering av fisk kan knyttes mer mot menneskelige faktorer.

Hull i not er hovedårsak til rømming av fisk i perioden 2010-2018, både med tanke på antall rømt fisk og antall registrerte hendelser: 75 % av den rømte fisken og 44 % av rømmingshendelsene skyldtes hull i not (Figur 3 og Figur 4). For hendelser med hull i not har særlig konflikt med og håndtering av loddssystem utpekt seg som viktigste medvirkende årsaker, og står for 47 % av fisken som rømte gjennom hull i not (Figur 5 og Tabell 1). I tillegg har dødfiskepumpe, fortøyning og fartøy medvirket til hull i not og en betydelig andel av den rømte fisken. I den siste halvdel av perioden (2014-2018) har hull i not fra kontakt med hanefot i fortøyning og not og nothåndtering vært de største årsakene til rømming ut fra antall rømt fisk, etterfulgt av bunnringkjetting og håndtering av lodd (Føre et al., 2019). Til forskjell fra perioden 2010-2013 (Føre og Thorvaldsen, 2017), var dødfiskepumpe ikke blant de største medvirkende årsakene til hull i not.

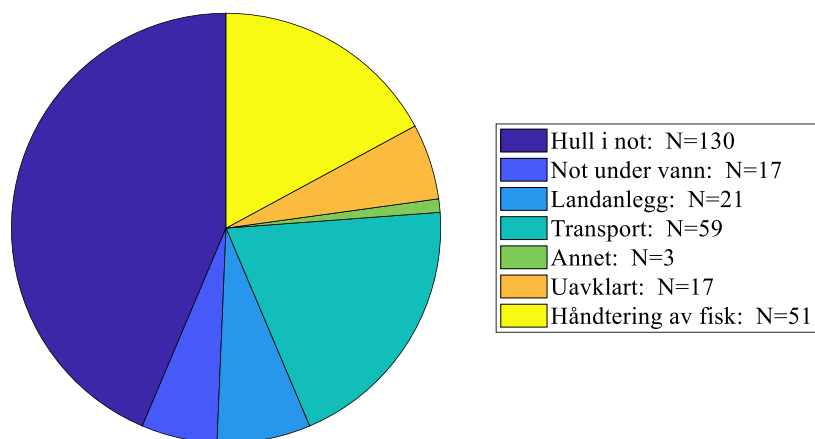
At øverste del av nota har falt under vann og ført til rømming av fisk, har skyldtes påkjørsel, skade på flytekrage, og håndtering eller innfesting av nota. Rømming fra landanlegg har særlig vært knyttet til åpne avløp, som følge av løs eller manglende sikring, men også kollaps eller sprekk i kar. Rømming ved transport

har ofte skjedd som følge av hull i slange eller svikt i rist. Kategoriene "transport", "uavklart", og "håndtering av fisk" står for en liten andel av den rømte fisken, men relativt mange rømmingshendelser.

Omstendigheter er også identifisert for rømmingshendelser hvor 500 eller flere fisk rømte (totalt 1,94 millioner rømt fisk, 99% av all rømt fisk i perioden). Her er det særlig uvær og håndtering av lodd og not i forbindelse med avlusningsoperasjoner som peker seg ut som spesielt kritisk i forhold til rømming.

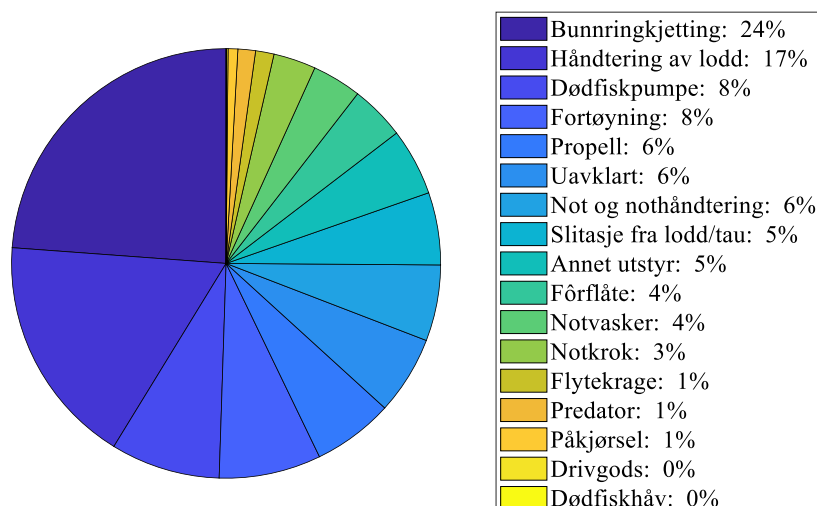


Figur 3: Direkte årsak til rømming av fisk gitt som andel rømt fisk i perioden 2010-2018 (totalt 1,95 millioner laks og regnbueørret).



Figur 4: Direkte årsak til rømming av fisk gitt som antall rømmingshendelser i perioden 2010-2018 (totalt 298³).

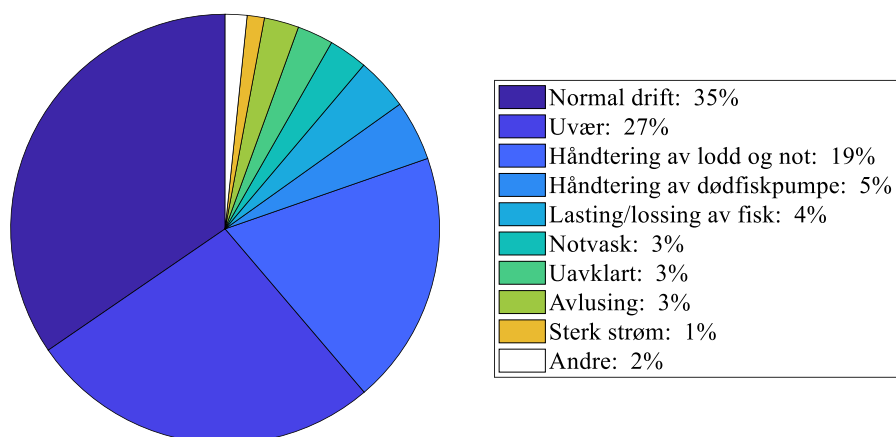
³ Dette er 7 hendelser og 5200 fisk mindre enn oversikt på fiskeridir.no viste i mai 2019. Dette skyldes at data på nettsiden har blitt oppdatert i etterkant av analysen gjennomført i 2017. Forskjellen i antall hendelser er på 2 %, og forskjell i antall rømt fisk er på 0,3 %.



Figur 5: Medvirkende årsaker til hull i not gitt som andel av fisk registrert rømt gjennom hull i not i perioden 2010-2018 (totalt 1,47 mill. fisk).

Tabell 1: Teknologiske faktorer som har medvirket til hull i not og rømming av fisk i perioden 2010-2018.

Teknologiske faktorer	Antall rømt fisk	Andel rømt fisk	Antall hendelser	Andel hendelser
Loddsystem	688 000	47 %	28	22 %
Bunnringkjetting	351 000	24 %	11	8 %
Håndtering av lodd	256 000	17 %	12	9 %
Slitasje fra lodd/tau	81 000	5 %	5	4 %
Hovedkomponenter	324 000	22 %	31	24 %
Fortøyning	112 000	8 %	6	5 %
Not og nothåndtering	83 000	6 %	20	15 %
Flytekrage	67 000	5 %	4	3 %
Førflåte	61 000	4 %	1	1 %
Ekstraustyr	251 000	17 %	25	19 %
Dødfiskpumpe	121 000	8 %	8	6 %
Annet utstyr	75 000	5 %	13	10 %
Notvasker	55 000	4 %	4	3 %
Eksterne faktorer	121 000	8 %	22	17 %
Propeller på fartøy	90 000	6 %	9	7 %
Predatorer	19 000	1 %	11	8 %
Påkjørsel og drivgods	13 000	1 %	2	2 %
Uavklart	87 000	6 %	24	18 %



Figur 6: Omstendighet ved rømming av fisk. For hendelser med 500 eller fler registrert rømt fisk.

Tekniske utredninger

Det er gjennomført utredninger av utvalgte tekniske årsaker til rømming. De tre hovedtemaene er:

- Ekstraustyr og fare for rømming
- Slitasje på oppdrettsnøter
- Rustdannelse i stålkomponenter

Arbeid og resultater er presentert i av Føre et al. (2019), og hovedfunnene gjengis her.

Ekstraustyr og rømming

Et oppdrettsanlegg består av flytekrage, not og fortøyning (sertifiserte hovedkomponenter). I tillegg installeres ekstraustyr som lodd, dødfiskepumpe eller håv, luseskjørt, utstyr til rensefisk, fôringsutstyr, kamera med mer. Det benyttes også en del utstyr under operasjoner på anlegget, som notvasker, kulerekke, orkastnot og presenning.

Oppdrettere forteller at stadig mer utstyr brukes i eller ved nota, og flere er bekymret for at dette kan øke faren for rømming (Figur 7). Dersom utstyr kommer i utilsiktet kontakt med nota, kan det føre til hull i not og til rømt fisk. Det har også vært flere tilfeller der utstyr som er designet for å være i kontakt med nota har ført til skader på not og rømming.

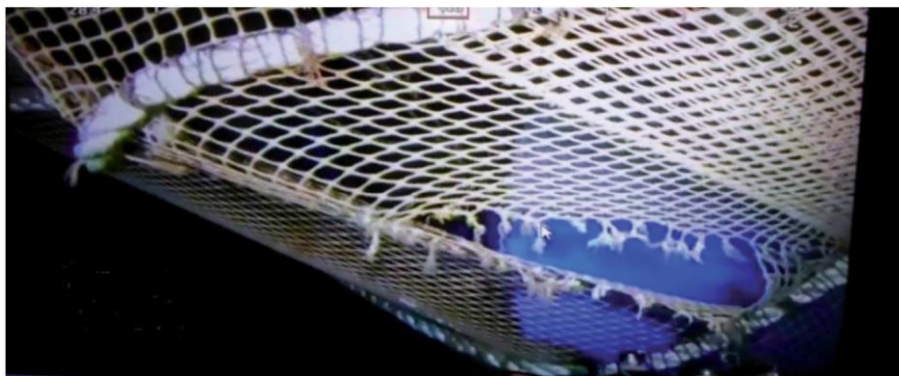
Det ble gjennomført et arbeidsmøte (workshop) om temaet ekstraustyr og rømming i mai 2018, hvor deltakere fra oppdrettsselskap, utstyrs- og serviceleverandører deltok. I møtet ble utfordringer og tiltak for å hindre rømminger knyttet til ekstraustyr diskutert. Skader på not fra ekstraustyr, utforming av utstyr, brukerhåndbøker, montering og risikovurderinger var sentrale tema.

Risiko for skader på not fra ekstraustyr kan reduseres med følgende tiltak (fra arbeidsmøtet):

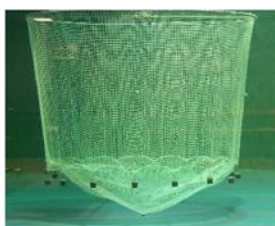
- Plasser ekstraustyr der det ikke kan komme i kontakt med nota. Ta hensyn til at både utstyr og not kan bevege seg mye ved kraftig strøm og hardt vær.
- Vær oppmerksom på utstyr som er i kontakt med not, for eksempel dødfiskepumpe/håv, notvasker og kulerekke. Inspiser nota ofte og pass på at utstyret ikke har skarpe kanter eller begroing som kan skade nota.

- Sørg for god innfesting av utstyr. Etabler samarbeid mellom oppdretter og utstyrsleverandører for å finne gode, trygge løsninger.
- Velg utstyr av god kvalitet med gjennomtenkte og testede løsninger.
- Pass på at håndtering av utstyr skjer i god avstand fra nota.
- Etterspør brukerhåndbøker som er lette å forstå og bruke.
- Løst utstyr som benyttes i og rundt merd bør holde seg flytende i vann. Faller dette ned i nota kan det bidra til hull.
- Sørg for at ansatte får god opplæring i bruk av utstyr og får anledning til å trene på å bruke det.
- Risikovurdering av ekstraustyr og operasjoner må ta hensyn til forhold ved den aktuelle lokaliteten.
- Planlegg operasjoner og fordel ansvar og arbeidsoppgaver.

Bruk av risikoklassifiserte sikkerhetssoner for ekstraustyr i og rundt not kan bidra til å hindre hull i not, og dermed rømming (Figur 9, les mer i Føre et al., 2019).



Figur 7: Hull i not fra dødfiskepumpe (foto: Fiskeridirektoratet).



Figur 8: Forslag til risikoklassifiserte sikkerhetssoner ved not. Øverst: Not og sikkerhetssoner i stille vann. Nederst: Not som deformeres i strøm. (Ill.: Heidi Moe Føre og Cecilie Salomonsen, SINTEF Ocean)

Slitasje på oppdrettsnøter

Hull i not kan skyldes slitasjeskader, og den vanligste årsaken til slitasje er at nota kommer i kontakt med annet utstyr på oppdrettsanlegget. Slitasjeskader som har ført til rømming inkluderer slitasje fra bunnringkjetting, loddtau og lodd og haneføtter, i tillegg til slitasje fra dødfisksystem, notvaskere og annet ekstrautstyr (Figur 7 og Figur 9). Notlinet er ekstra utsatt for slitasje hvis det er stramt, for eksempel i nærheten av tau, og hvis det kommer i kontakt med ru overflater, spesielt av metall (Føre og Gaarder, 2018).

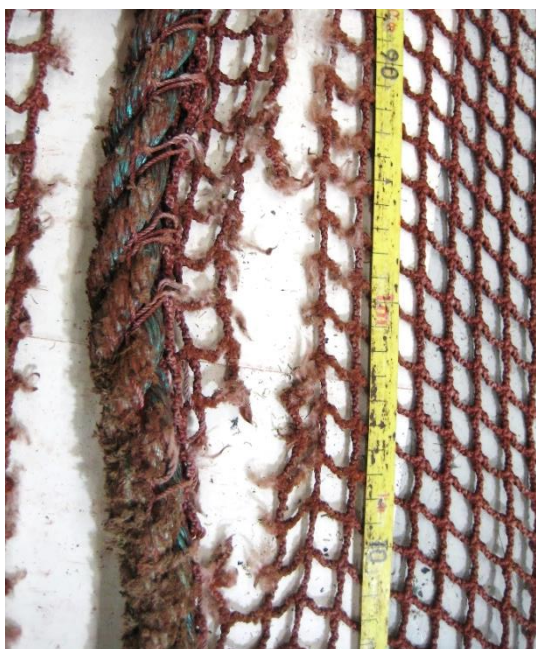
Gjennomførte laboratorietester viser at not-impregnering og andre notlinmaterialer kan bidra til å øke notlinet sin motstand mot slitasje.

Rustdannelse i stålkomponenter

Nøter og luseskjørt er hovedsakelig produsert i plastmaterialer, men det er vanligvis en stålring i senter av notbunnen der tauene samles og festes i denne ringen (Figur 9). I tillegg kan det være stålkomponenter i loddssystem og i festepunkt i luseskjørt. I flere tilfeller har man erfart at disse stålkomponentene har rustet (korrodert), og det har oppstått brudd etter kun få måneder i sjøen. Dette til tross for at det er benyttet rustfritt duplexstål med høy styrke. Dette har medført økt risiko for rømming, og har vært medvirkende årsak til rømmingshendelser.

Hvordan hindre at stålkomponenter rustet?

- Kun stålkomponenter med høyt innhold av krom (som superdupleks) er anbefalt for ubeskyttede stålkomponenter som er permanent neddykket eller i skvalpesonen i havbruksanlegg
- Lavlegert stål kan beskyttes med offeranoder og belegg



Figur 9: Slitasje på not fra kjetting i hanefot (venstre) og korrosjon i senterring (høyre).

Menneskelige og organisatoriske årsaker

I tillegg til de direkte, ofte tekniske, årsakene til rømming har prosjektet vist at det kan være flere bakenforliggende årsaker knyttet opp mot menneskelige og organisatoriske faktorer. Intervju med ansatte om rømmingshendelser viste at bakenforliggende årsaker til rømming kan være knyttet til:

- Menneskelige faktorer, kommunikasjon og samhandling
- Planlegging og ansvarsfordeling
- Bemanning og arbeidstid
- Opplæring
- Valg og vurderinger i tidligfase
- Prosedyrer og rutiner
- Erfaringsoverføring og læring
- Økonomi og regulering fra myndigheter

Kategorisering og sjekklister

Basert på kartlegging av årsaker til rømming i perioden 2010-2018 ble det utviklet årsakskategorier. Disse er igjen benyttet til å utvikle sjekklister for både tekniske, menneskelige og organisatoriske årsaker, som oppdrettere kan bruke i forbindelse med opplæring, risikovurderinger og ikke minst granskning av hendelser (se vedlegg A). Sjekklister er delt opp i flere nivå, og inneholder de vanligste årsakene som ble kartlagt. Når man bruker disse, må man være åpen for at det kan være andre årsaker enn de som er inkludert i sjekklister, særlig på det mest underliggende nivå.

3.2 Granskning av rømmingshendelser

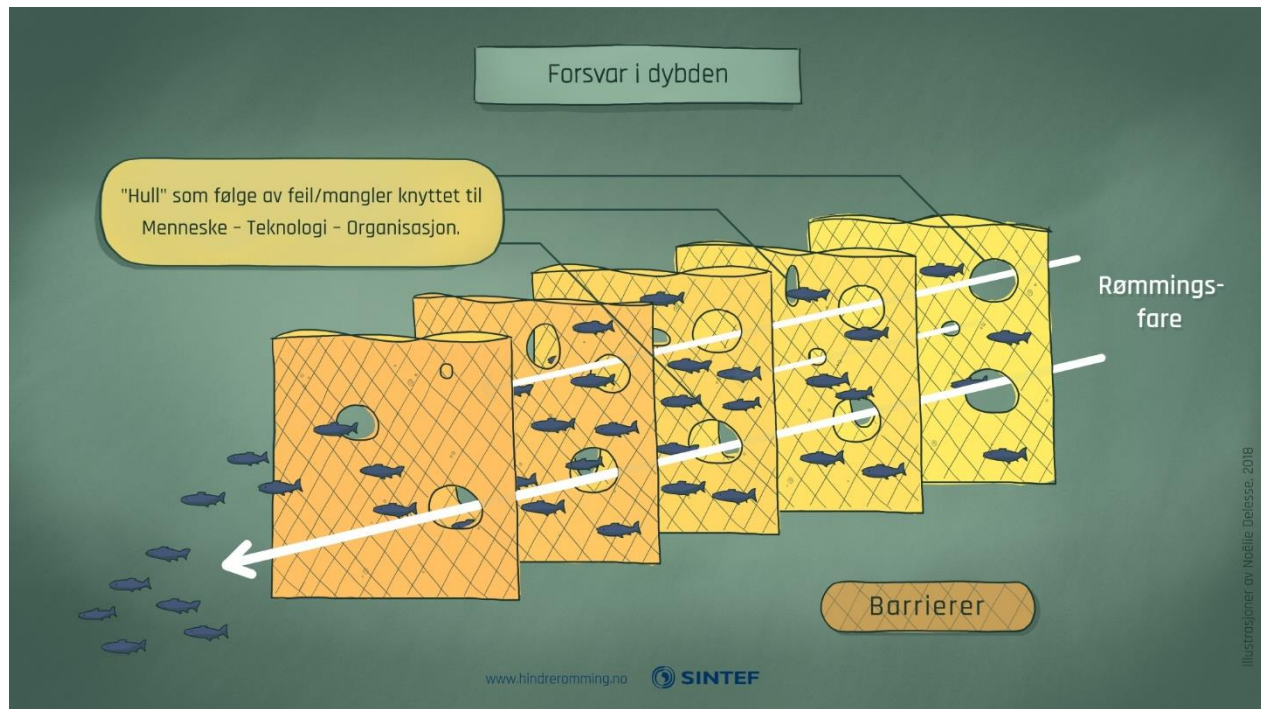
Prosjektet hadde som mål å utarbeide en metode for å granske rømmingshendelser, som kunne bidra til økt kunnskap om bakenforliggende årsaker og gi et godt grunnlag for effektive tiltak som kan hindre rømming i fremtiden. I løpet av prosjektperioden ble det klart at oppdrettere ønsker praktiske verktøy til hjelp i granskning av hendelser, og at det er behov for enkle metoder. Det ble derfor lagt til rette for granskning av forskjellig omfang, avhengig av hvor kompleks hendelsen er, og tilgjengelige ressurser hos de som skal granske.

En innføring i anbefalt granskningsmetode er tilgjengelig på nettsiden www.hindrerømming.no. Der vises også prosjektnotatene Kunnskap og metoder for å forebygge rømming: Granskningsmetoder (Okstad og Tinmannsvik 2017) og Granskning av rømmingshendelser (Tinmannsvik og Okstad 2019) for utfyllende informasjon (disse er også tilgjengelige på hindrerømming.no).

3.2.1 Metoder

En gjennomgang av utvalgte granskningsmetoder og vurderinger av styrker og svakheter ved metodene med tanke på havbruksnæringens behov ble gjennomført. Metodene som ble vurdert var STEP (Sequentially Timed Events Plotting; Hendrick og Benner 1987), MTO (Menneske – Teknologi – Organisasjon; Rollenhagen, 1995) og AcciMap (Svedung og Rasmussen, 2002).

I det videre arbeidet ble de ulike metodene testet ut i samarbeid med noen oppdrettselskap. Basert på dette ble en metodikk for granskning av rømmingshendelser utarbeidet. Til formidling av metodene, ble det laget egne illustrasjoner (se figur 9 og 10).



Figur 9: Forsvar i dybden (tilpasset etter Reason, 1997).

3.2.2 Resultater

Styrker og svakheter

En sammenligning av STEP, MTO og AcciMap viste at STEP og MTO er godt egnet for å synliggjøre hendelseskjeden. STEP har en fordel fordi den klargjør enkeltaktørers rolle og forholdet mellom ulike aktører. Beskrivelsen av hendelsesforløpet i en MTO-analyse er mindre detaljert, og den skiller i mindre grad på hvem som gjorde hva. Dette innebærer at det er enklere å fremstille hendelsesforløpet, men samtidig gir den en litt magrere beskrivelse av hva som faktisk skjedde. En ulempe kan dessuten være at analysen kan bli uoversiktlig når hendelsesforløpet strekker seg over en lengre tidsperiode. Styrken ved MTO er at den identifiserer avvik fra prosedyrer og normal praksis, samt barrierer av betydning for hendelsesforløpet. Styrken til AcciMap er at den viser hvordan rammebetingelser og beslutninger på ulike nivå påvirker beslutninger og handlinger på operativt nivå. Den gir også et godt visuelt bilde av bakenforliggende årsaker. Svakheten er at den ikke like presist gjengir fakta omkring hendelsesforløpet.

Sett opp mot havbruksnæringens behov er aktører på alle nivå av betydning: anlegget, selskapet, utstørsprodusenter og myndigheter. Inntrykket er at utløsende tekniske og operasjonelle årsaker har vært i fokus i etterkant av hendelser fremfor å gå i dybden på mer grunnleggende utfordringer. Økt kunnskap om bakenforliggende årsaker og forhold knyttet til valg og beslutninger i tidligfase (prosjektering og planlegging) vil være nyttig for å få en bredere forståelse av årsakene til rømmingshendelsen.



Figur 10: Ulike faser i en granskning.

Metode for granskning av rømmingshendelser

Etter uttesting av ulike metoder og tilbakemeldinger fra ansatte i næringen, anbefales en kombinasjon av STEP-metoden og et Årsakskart.

STEP-metoden er mest aktuell når flere aktører er involvert i en rømmingshendelse og samhandling mellom dem har betydning. Metoden bidrar også til å identifisere sikkerhetsproblemer som grunnlag for tiltak.

Årsakskart kan brukes selvstendig eller i kombinasjon med STEP. Årsakskart er særlig egnet for å gjøre grundigere analyser av bakenforliggende årsaker. Dette gjør at man kan identifisere effektive forbedringstiltak på et mer grunnleggende nivå.

3.3 Formidling, kommunikasjon og læring

Årsaker til rømming, tiltak for å hindre rømming og andre resultater fra prosjektet har blitt kommunisert ved bruk av metoder tilpasset målgruppen.

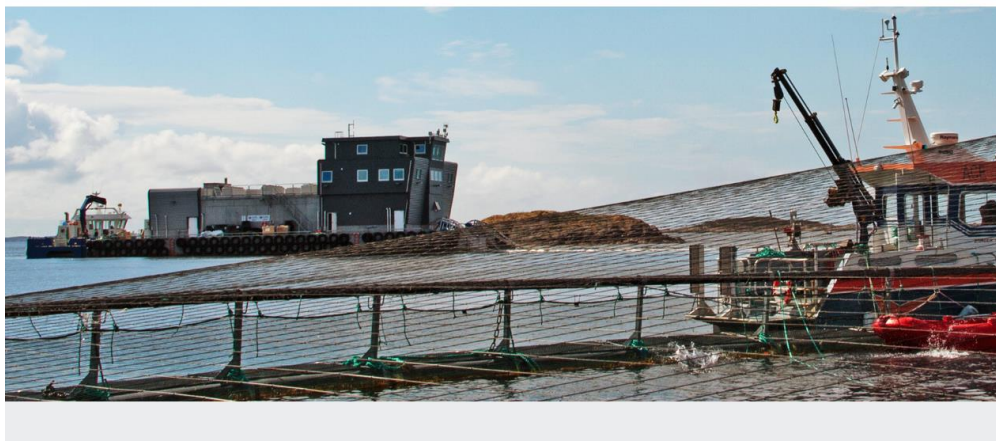
3.3.1 Metoder

Innledningsvis ble det utarbeidet en kommunikasjonsplan for prosjektet som ble lagt til grunn for formidling av resultater og dialog med næringen. Primærmålgruppen ble definert som: røktere, driftsledere, ansatte på servicefartøy, samt ledelse i selskapene. Det overordnede budskapet for kommunikasjon fra prosjektet var "Forskningsbasert kunnskap og nye metoder har praktisk nytteverdi for å hindre rømming."

En egen nettside, www.hindrerømming.no ble opprettet som et knutepunkt for formidling fra prosjektet. En facebook-side (Hindre rømming) ble opprettet for å gjøre siden og innholdet kjent for målgruppen.

I starten av prosjektet ble tidligere relevant forskning formidlet, for eksempel en animasjon basert på resultater i prosjektet Menneskelige faktorer og rømming (FHF-prosjekt 900835). Etter hvert som resultater fra prosjektet ble klare, ble de også lagt ut på nettsiden (se liste under leveranser).

Manus til alle animasjonene ble utarbeidet av SINTEF. Studenter ved Høgskulen i Volda utformet den visuelle profilen i animasjon 1. Animasjon 2, 3 og 4 ble laget av Noelie Delesse, som var tilknyttet Høgskulen i Volda. Filmen "Not uten hull er gull" ble laget av Høgskulen i Volda. Alt er lagt ut på SINTEF Ocean sin youtube-kanal i tillegg til www.hindrerømming.no



Figur 10: Bilde av nettsiden www.hindrerømming.no

3.3.2 Resultater

Animasjon 1: Hvordan forebygge rømming?

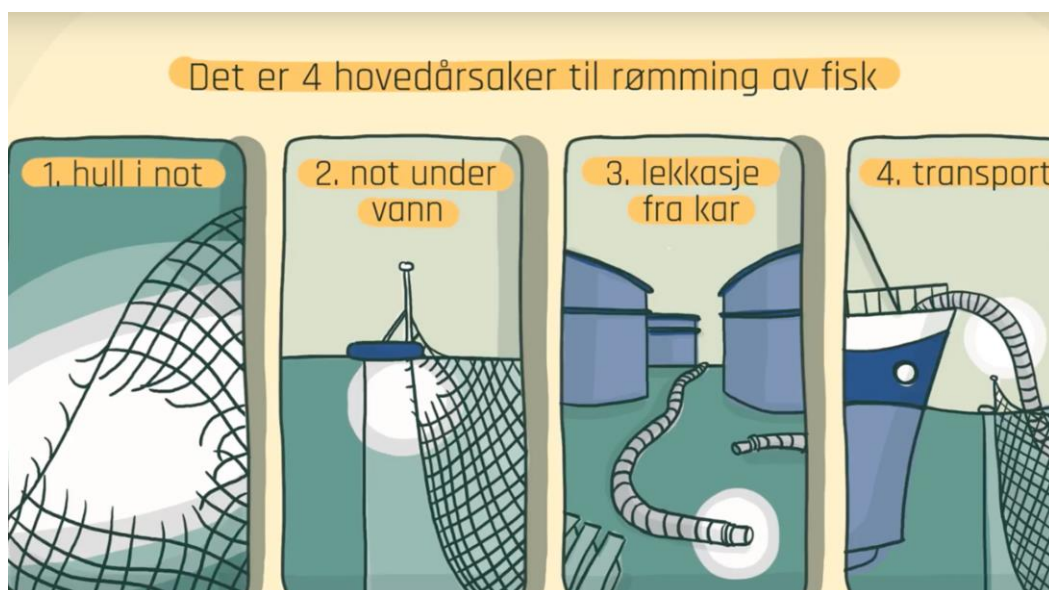
Budskapet som formidles i denne animasjonen er at det kan ligge flere årsaker bak hendelser som tilsynelatende skyldes menneskelig feil: *Ofte skylder man på "menneskelige feil" når fisk rømmer. Er det så enkelt? Hva sier de som var der?* Animasjonen er basert på rapporten Menneskelige faktorer og rømming (Thorvaldsen et al. 2013).



Figur 11: Bilde fra animasjonen "Hvordan forebygge rømming"

Animasjon 2: Hvorfor rømmer fisken?

Hensikten med denne animasjonen var å formidle de viktigste tekniske årsakene til rømming i perioden 2010-2016 som også ble presentert i en egen rapport (Føre og Thorvaldsen 2017).



Figur 12: Bilde fra animasjonen "Hvorfor rømmer fisken"

Animasjon 3: Opplæring, kommunikasjon og planlegging

Denne animasjonen er utformet som en læringshistorie som viser hvor viktig det er å legge til rette for at ansatte kan gjøre en best mulig jobb. Hovedpersonen i animasjonen er ny i jobben, og skal lære mye. Sentralt her er betydningen av opplæring, kommunikasjon og planlegging.



Figur 13: Bilde fra animasjonen "Opplæring, kommunikasjon og planlegging"

Animasjon 4: Spør hvorfor for å hindre rømming

Denne animasjonen handler om et nyttig verktøy for granskning, nemlig "4 x hvorfor". Filmen viser hvordan ansatte forsøker å finne årsaker til at det ble hull i nota ved å bruke denne metoden: *Spør 4 x hvorfor for å hindre rømming. 4 x hvorfor er som å skrelle en løk. Vi starter med de direkte årsakene som er de mest synlige. For å komme til bunns i hendelser må vi avdekke "lag på lag" hvilke andre årsaker som ligger bak.* Tegneserierversjonen finnes i Vedlegg B.



Figur 14: Bilde fra animasjonen "Spør hvorfor for å hindre rømming"

Film 1: Not uten hull er gull

Hull i not er den vanligste årsaken til rømming. Målet med denne filmen var å formidle erfaringer og tiltak for å hindre hull i not gjennom intervjuer med ansatte fra oppdrettsanlegg og leverandørindustri.



Figur 15: Bilde fra filmen "Not uten hull er gull"

Følgende områder trekkes frem i filmen:

- Forhindre slitasje på nota
- Gode rutiner for inspeksjon
- Krav til underleverandører
- Opplæring – kurs i rømmingssikkerhet
- God kommunikasjon og samhandling mellom oppdrettere og leverandører
- Tilbakemeldinger fra oppdrettere til leverandørene
- Hensiktsmessige og tydelige brukerhåndbøker utviklet i samarbeid mellom oppdrettere og leverandører

4 Diskusjon

Prosjektet har gitt ny kunnskap om årsaker til rømming og tilpassede metoder for å granske rømmingshendelser. Resultater fra prosjektet er formidlet til målgruppen på nye måter gjennom bruk av blant annet animasjoner og facebook. I denne delen gir vi noen vurderinger av funnene og muligheter for videre anvendelse av resultater fra prosjektet.

Årsaker til rømming

Kartlegging og analyser av rømmingshendelser baserte seg på rømmingsmeldinger sendt til Fiskeridirektoratet, samt Fiskeridirektoratets tilsynsrapporter. I en vurdering av funnenes gyldighet er det viktig å ta høyde for omfanget av data og hvilke opplysninger disse kildene gir og ikke gir. Her er det verdt å merke seg at analysen kun omhandler innrapporterte hendelser, og at innholdet i disse dataene i all hovedsak beskriver sannsynlig direkte og teknologiske årsaker til rømming. Ofte er det oppdretterne sin vurdering av årsak til rømming og antall rømt fisk som blir stående, men i noen tilfeller vil inspeksjon og vurdering ved Fiskeridirektoratet bidra til å klargjøre årsaksbilde og antall. Det vil alltid være usikkerhet knyttet til om sannsynlig årsak var den faktiske årsaken, og i noen tilfeller er usikkerheten større enn i andre. Når det gjelder vurdering av antall fisk som har rømt i hver enkelt hendelse er usikkerheten ofte stor, da det kan være vanskelig å vurdere hvor mange fisk man har mistet. Ved større rømminger kan man få et bedre estimat etter telling eller utslakting, men det vil også være en usikkerhet forbundet med hvor mange fisk man faktisk har i merdene til enhver tid som vil påvirke estimatet. Likefullt gir resultatene av analysen en god oversikt over direkte og tekniske årsaker til rømming. Fordelingen av andel rømt fisk vil ha en feilmargen. Størrelsen er vanskelig å vurdere, men det er usannsynlig at det har betydning for de tydelige hovedtrekkene; for eksempel at hull i not er viktigste årsak til rømming etterfulgt av not under vann, og at loddssystem er den viktigste medvirkende årsaken til hull i not.

En styrke med arbeidet er den store mengden data det baserer seg på. I mange tilfeller gis det detaljerte beskrivelse av tekniske årsaker til rømming, spesielt for hendelsene med et større antall rømt fisk. Kategoriseringen som er foreslått gir et alternativ til den tredelte årsakskategoriseringen som har vært brukt av Fiskeridirektoratet i flere år, og som skiller mellom strukturell årsak (f.eks svikt i komponenter), operasjonell årsak (f.eks håndtering av not) og ekstern årsak (f.eks påkjørsel) samt ikke avklart eller ikke relevant. Motivasjonen for den nye kategoriseringen har vært å få fram flere detaljer i årsaksbildet, med tanke på læring og forebyggende arbeid.

Medvirkende eller bakenforliggende årsaker beskrives sjelden i rømmingsmeldingene (Føre og Thorvaldsen 2017). En styrke med arbeidet i prosjektet er derfor at disse også er utforsket nærmere. Analysene av menneskelige og organisatoriske faktorer viser tydelig at det kan ligge mer bak en hendelse enn årsaken(e) som er mest synlig (Thorvaldsen et al. 2018).

Intervjustudien er kvalitativ, og antall informanter er begrenset, men gyldigheten av funnene styrkes av at de viser flere funn som sammenfaller med tidligere intervjuundersøkelser om årsaker til rømming (Thorvaldsen et al. 2013) og utfordringer knyttet til sikkerhet for ansatte (Thorvaldsen et al. 2017). I sum er det grunn til å tro at fokus på nøkkelområder, slik som opplæring, planlegging, bemanning og arbeidstid kan bidra til å forebygge fremtidige rømminger. Gitt utvalget, er det likevel verdt å merke seg at det trolig vil finnes ytterligere medvirkende og bakenforliggende årsaker som ikke er avdekket i dette arbeidet. Ettersom næringen endrer seg, for eksempel gjennom nye anleggskonsepter som følge av utviklingstillatelser og satsinger på lukkede anlegg på land eller sjø, vil også nye årsaker vise seg. Det er derfor viktig at både oppdrettsnæring og leverandører har fokus på risikovurderinger som kan identifisere faktorer som potensielt kan ha betydning for rømmingssikkerheten.

Med tanke på anvendelse av resultater om årsaker til rømming, vil det være spesielt mye å hente på tiltak som kan hindre at det blir hull i nøtene. Analysen av tekniske årsaker har ført til nye, mer detaljerte kategorier enn det som har vært vanlig og tydelig vist at hull i not er den viktigste direkte årsaken til rømming. At dette

er en sentral årsak, underbygges av at den er fremtredende i samtlige år (2010-2018). Kunnskapen om medvirkende årsaker til hull i not er derfor av stor verdi for både oppdrettere, leverandører, myndigheter og forskningsmiljø. Forskere og leverandører kan bidra gjennom utvikling og design av notmaterial og annet utstyr som har gitt skader på not. Oppdretterne har også en viktig jobb å gjøre. Kartlegging av omstendigheter viser at man må være særlig oppmerksom i forbindelse med uvær og avlusningsoperasjoner, for å hindre at det blir hull i nøter og at eventuelle hull blir oppdaget og reparert raskt. Avlusningsoperasjoner ble beskrevet som en særlig kritisk operasjon tilbake i 2012 (Thorvaldsen et al. 2013), og pekes fortsatt ut som forbundet med økt risiko med tanke på rømming.

Mange oppdrettsselskap er opptatt av å kartlegge og dele erfaringer omkring bakenforliggende årsaker til rømmingshendelser. I mange tilfeller vil det likevel være mer å gå på når det gjelder bevisstgjøring og systematisk oppfølging på dette området. Flere organisatoriske faktorer knyttet til rømming utpeker seg også som forbedringsområder i studier av arbeidsmiljø, helse og sikkerhet i havbruk (Thorvaldsen et al. 2018, Kongsvik et al. 2018) og gevinster vil dermed kunne høstes på flere områder i selskapene.

Implementering av resultater fra prosjektet kan skje gjennom både opplæring, risikovurderinger og granskninger av hendelser som skjer. Alt materiale som er tilgjengelig på www.hindrerømming.no, slik som sjekklister for tekniske, menneskelige og organisatoriske årsaker og animasjoner/film beskrevet i kapittel 3 vil være nyttige i dette arbeidet.

Granskning

I dag stilles det ingen formelle krav til interne granskninger av rømmingshendelser. Behovet for å granske hendelser kan knyttes til funnene om årsaker. Det er eksempelvis ikke alltid nok å reparere det ene hullet i den ene nota for å forebygge nye rømminger, det kan være andre tiltak som kan gi bedre og mer varige løsninger. Endringer i organisatoriske forhold, slik som opplæring, bemanning og planlegging kan gi gode resultater som går utover de enkelte direkte (ofte tekniske) årsakene. Arbeidet med å utforme en tilpasset granskningsmetodikk viser at flere ulike metoder kan brukes, og at alle har sine styrker og også noen svakheter.

Det vil være mye å hente for selskap og lokaliteter som tar seg tid til å gjøre granskninger i etterkant av hendelser som førte eller kunne ført til rømming. Granskningsmetodene som er utarbeidet i prosjektet er tilpasset oppdrettsnæringens behov. De er også åpent tilgjengelige for alle på www.hindrerømming.no. Bruk av disse metodene vil bidra til økt læring av hendelser som skjer, som igjen kan brukes til å sette inn målrettede tiltak.

Formidling

Prosjektet har hatt et sterkt fokus på formidling til målgruppen via en egen nettside og tilhørende facebook-side. Tilbakemeldinger fra næringen tyder på at dette har vært en god strategi. Funn fra prosjektet har også blitt presentert i media, på rømmingskurs og andre arena. Nettsiden, samt å på andre måter gjøre den kjent i næringen, er en nøkkel til implementering av prosjektresultatene. Materialet som er gjort tilgjengelig på prosjektets nettside kan anvendes i opplæring, til risikovurderinger og til granskning av hendelser.

5 Konklusjon

Årsaksanalyser viser at hull i not er den viktigste direkte årsaken til rømming. Videre er not under vann, rømming fra landanlegg, ved transport og håndtering av fisk direkte årsaker som peker seg ut. Uvær og avlusningsoperasjoner er omstendigheter som er spesielt kritiske med tanke på rømming. Medvirkende årsaker til rømming inkluderer menneskelige faktorer som erfaring, yteevne og kommunikasjon. Organisatoriske faktorer som kan medvirke til rømming inkluderer planlegging, opplæring, bemanning og arbeidstid, drift og vedlikehold samt krav, valg og vurderinger. Gransking av rømmingshendelser kan bidra til å identifisere årsaker og sette inn målrettede tiltak, som igjen kan redusere forekomst av rømming.

6 Hovedfunn

Tekniske årsaker til rømming

- Hull i not er den viktigste direkte årsaken til rømming av fisk i 2010-2018.
- Særlig konflikt med og håndtering av loddsystem og dødfiskpumpe, og konflikt med fortøyning og fartøy har medvirket til hull i not og en betydelig andel av den rømte fisken.
- Halvparten av den rømte fisken rømte under uvær eller trenging av fisk i forbindelse med avlusing

Menneskelige og organisatoriske årsaker til rømming

- Menneskelige faktorer som har vært bakenforliggende årsak til rømming kan knyttes til kompetanse og erfaring, yteevne og kommunikasjon.
- Organisatoriske faktorer som har vært bakenforliggende årsak til rømming kan knyttes til planlegging, opplæring, bemanning, arbeidstid, drift og vedlikehold, samt vedlikehold, krav, valg og vurderinger.

Granskningsmetode

- Gransking av hendelser vil være et nyttig verktøy for næringen for å lære og forebygge rømminger.
- Granskningsmetoder må være tilpasset selskapets behov, kapasitet og kompleksiteten i hendelsene.
- Det anbefales å benytte en kombinasjon av to metoder med noe ulike styrker og kjennetegn: STEP-metoden og et Årsakskart.

6.1 Fem tiltak for å hindre rømming

1. Ha fokus på not, lodd og ekstrautstyr.

Hull i not er den viktigste årsaken til rømming. Derfor er hyppig og god inspeksjon av not sentralt i rømmingsforebyggende arbeid slik at man kan finne eventuelle hull og reparere skaden. Større hull kan gi store rømminger, og disse oppstår hovedsakelig når nota kommer i kontakt med annet utstyr på anlegget, og risikoen er ekstra stor når nota deformeres i sterk strøm. Nota må altså ikke komme i utilsiktet kontakt med annet utstyr på anlegget. Spesielt gjelder dette nedloddingsystem, dødfiskpumpe og haneføtter i fortøyningen, i tillegg til alt av ekstrautstyr. Det er viktig å forsikre seg om at nota er tilstrekkelig forsterket ved dødfisksystem, og at dødfisksystemet ikke kan havne i feil område av nota. En god coating og/eller sterkere notmaterialer kan øke notas motstand mot slitasje fra høytrykksspyling og annet.

2. Vær særlig oppmerksom under trenging av fisk og avlusingsoperasjoner.

Trenging av fisk og avlusningsoperasjoner innebærer håndtering av lodd og not, bruk av kraftig løfteutstyr og kulerekke, som øker sannsynligheten for hull i not og rømming. Man må passe på at lodd ikke kommer i kontakt med nota når de håndteres og være oppmerksom på at kraftig løfteutstyr kan føre til at man ikke merker det dersom lodd eller kulerekke hekter seg i nota. Organisatoriske tiltak som god planlegging (risikovurdering/SJA og ansvarsfordeling) og opplæring, nok folk og nok tid gir gode forutsetninger for sikre operasjoner.

3. Ha gode rutiner for rømmingssikring ved uvær.

Flere store rømmingshendelser har skjedd i forbindelse med uvær og sterk strøm. Det er viktig å forsikre seg om at anlegget er satt sammen slik at nota ikke vil komme i kontakt med stramme tau, kjetting og sjakler når den forskyver seg i sterk strøm, og at nedloddning er tilstrekkelig. For å være godt forberedt i tilfelle uvær er det viktig å ha gode rutiner for inspeksjon, samt kontinuerlig vedlikehold av utstyr. Løst utstyr som faller ned i not og utilstrekkelig innfesting av not har også ført til rømming under uvær. Etter uvær bør not inspiseres nøye, spesielt i områder på le side der den kan ha kommet borti nedloddingsystem eller haneføtter.

4. Lær av egne og andres erfaringer.

Rømming kan hindres ved å lære av tidligere hendelser, nesten-hendelser og bekymringer. Granskning av hendelser er et nyttig verktøy for å komme til bunns i årsaker til rømming. Erfaringsoverføring kan skje innad på anlegg/lokalitet, men også på tvers av anlegg/lokalitet og på tvers av selskap. Fiskeridirektoratet har en erfaringsdatabase med eksempler på hendelser. Erfaringsoverføring mellom leverandører og oppdretter er også verdifullt for å sikre at utstyr er brukervennlig og ikke bidrar til økt rømmingsfare, og det er viktig med god dialog når nytt utstyr skal tas i bruk.

5. Jobb systematisk med tiltak på organisatorisk nivå.

Organisatoriske faktorer som planlegging, opplæring, bemanning og arbeidstid, drift og vedlikehold, krav, valg og vurderinger er sentrale områder å ta tak i. Tiltak på organisatorisk nivå kunne bidra til å hindre flere typer rømmingshendelser og dermed redusere den generelle risikoen for rømming. Organisatoriske tiltak kan hindre rømming som følge av menneskelige faktorer som manglende kompetanse og erfaring, og dårlig yteevne og kommunikasjon.

7 Leveranser i prosjektet

Forskningsrapporter

Føre, Heidi Moe, Thorvaldsen, Trine, Astrid Bjørgum, Eivind Lona og Jan Tore Fagertun (2019). Tekniske årsaker til rømming av oppdrettslaks og regnbueørret. SINTEF Rapport 2019:00668.

Thorvaldsen, Trine, Føre, Heidi Moe, Tinnmannsvik, Ranveig, Okstad, Eivind (2018) Mennekelige og organisatoriske årsaker til rømming av oppdrettslaks og regnbueørret. Trondheim: SINTEF Rapport 2018:01362.

Føre, Heidi Moe, Thorvaldsen, Trine (2017) Årsaker til rømming av oppdrettslaks og ørret i perioden 2010-2016. Trondheim: SINTEF Rapport OC2017 A-116

Prosjektnotat

Okstad, Eivind H., Tinnmannsvik, Ranveig K. (2017) Kunnskap og metoder for å forebygge rømming: Granskningsmetoder. SINTEF prosjektnotat nr. 302002524/1

Tinnmannsvik, Ranveig K., Okstad, Eivind H. (2019) Granskning av rømmingshendelser. SINTEF prosjektnotat, mars 2019⁴.

Populærvitenskapelig formidling

Thorvaldsen, Trine, Føre, Heidi Moe, Okstad, Eivind, Tinnmannsvik, Ranveig K. (2019) Hvorfor rømmer oppdrettsfisk? Norsk Fiskeoppdrett nr. 5.

SINTEF-blogg: Hvordan gjøre forskning tilgjengelig? Trine Thorvaldsen.
<https://blogg.sintef.no/sintefocean-nb/hvordan-gjore-forskning-tilgjengelig/>

Flere foredrag og nyhetsaker.

Tekster publisert på nettsiden (www.hindrerømming.no)

- Kommunikasjon er spesielt viktig når mange deltakere er involvert
- Etterpåklok på forhånd
- Hvordan lære av hendelser som skjer?
- Not og kjetting
- Bekymrer du deg for rømming?
- Når rømmer fisken?
- Slitasje fra notvask
- Ansattes vurdering av sikkerhet
- Nytt utstyr og prosedyrer – hvem deltar?
- Sjekklistene – årsaker til rømming
- Fokus på bemanning og arbeidstid
- Kontroll på kulerekka
- Rømming ved håndtering av fisk på anlegget
- Hindre skader på not fra ekstraustyr
- Bakenforliggende årsaker til rømming
- Hvordan granske rømmingshendelser?
- Ekstraustyr og sikkerhetssoner ved not

I tillegg blir det publisert tekster etter avslutning av prosjektet.

⁴ https://www.sintef.no/globalassets/sintef-ocean/prosjekter/hindre-romming/granskning_notat_m-lenker-2019.pdf.

Animasjoner og film på nettsiden/SINTEF Ocean youtube-kanal:

- Hva kan vi lære av tidligere rømminger?
- Årsaker til rømming av fisk
- Opplæring, kommunikasjon og planlegging
- Spør hvorfor for å hindre rømming
- Not uten hull er gull

Annet, på www.hindrerømming.no:

- Hvordan hindre hull i not (presentasjon)
- Spør hvorfor – tegneserieversjonen

www.sintef.no/romming: nettside som gir råd og praktiske metoder for granskning av rømmingshendelser for granskning av rømmingshendelser

Vitenskapelige artikler

Okstad, E.O og Tinmannsvik, R.K. (2019) Investigation Methods for Fisk-escape Events in Norwegian Aquaculture. Presentasjon på ESREL 2019, European Safety and Reliability Conference, Hannover, Tyskland, 22. – 26. September 2019

Føre, H.M and Thorvaldsen, T., (in prep.). Causal analysis of escape of salmon and rainbow trout from Norwegian fish farms in the period 2010-2018.

8 Referanser

Føre, Heidi Moe, Thorvaldsen, Trine (2017) Årsaker til rømming av oppdrettslaks og ørret i perioden 2010-2016. Trondheim: SINTEF Rapport OC2017 A-116

Føre, H.M., Gaarder, R.H. (2018). RobustNot -Dokumentasjon av mekaniske egenskaper og dimensjoner til notlin i oppdrettsnøter. SINTEF Ocean, rapport nummer 2018:00971.

Føre, Heidi Moe, Thorvaldsen, Trine, Astrid Bjørgum, Eivind Lona og Jan Tore Fagertun (2019) Tekniske årsaker til rømming av oppdrettslaks og regnbueørret. SINTEF Ocean, rapport nummer 2019:00668.

Hendrick, K., Benner, L. (1987) Investigating Accidents with STEP. New York: Marcel Dekker

Okstad, Eivind H., Tinmannsvik, Ranveig K. (2017) Kunnskap og metoder for å forebygge rømming: Granskningsmetoder. SINTEF prosjektnotat nr. 302002524/1

Rollenhagen, C. (1995) MTO – En Introduktion, Sambandet Människa, Teknik och Organisation. Studentlitteratur, Lund, Sverige

Thorvaldsen, T., Holmen, I.M, Kongsvik, T. (2017) HMS-undersøkelsen i havbruk 2016. Trondheim: SINTEF Rapport OC2017 A-113

Thorvaldsen, T., Holmen, I.M, Moe, H.K (2013) Menneskelige faktorer og rømming fra lakseoppdrettsanlegg Årsaksanalyser med fokus på menneskets rolle. Trondheim: SINTEF-rapport A2408

Tinmannsvik, Ranveig K., Okstad, Eivind H. (2019) Granskning av rømmingshendelser. SINTEF prosjektnotat, mars 2019

A Sjekklister for tekniske, menneskelige og organisatoriske faktorer

Tekniske årsaker og rømming

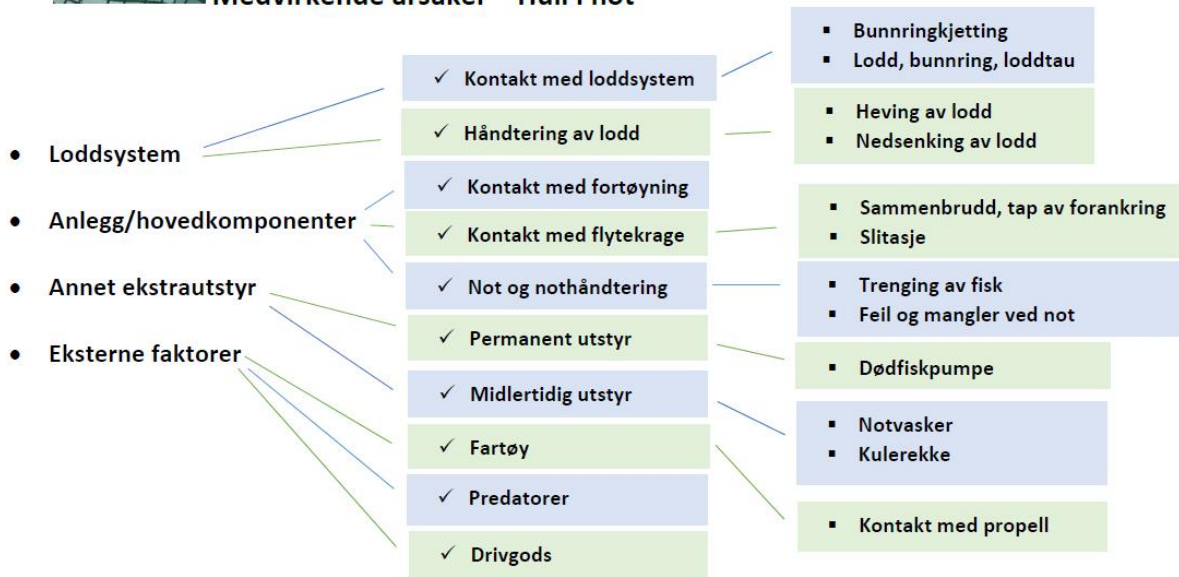
Direkte årsaker



- Hull i not
- Not under vann
- Landanlegg
- Transport
- Håndtering av fisk
- Annet
- Uavklart



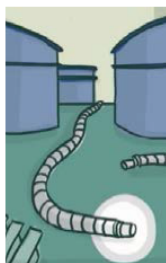
Medvirkende årsaker – Hull i not





Medvirkende årsaker – Not under vann

- | | |
|-----------------------------|-----------------------------------------------------|
| • Flytekrage | ✓ Brann
✓ Tap av forankring |
| • Utilstrekkelig innfesting | ✓ Utilstrekkelig knute/feste
✓ For få festepunkt |
| • Fartøy | ✓ Påkjørsel |
| • Nothåndtering | ✓ Notskift
✓ Trenging av fisk |



Medvirkende årsaker – Landanlegg

- | | |
|---------------|-----------------------------------------|
| • Åpent avløp | ✓ Sikring løsnet
✓ Manglende sikring |
| • Sortering | ✓ Slange løsnet |
| • Hull i kar | ✓ Sprekk
✓ Sammenbrudd |

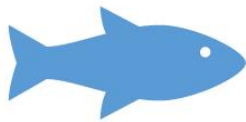


Medvirkende årsaker – Transport

- Transport til brønnbåt
- Transport fra brønnbåt

- ✓ Svikt i slange/slangekobling
- ✓ Oversvømmelse av rist
- ✓ Pumping av fisk på dekk

- ✓ Svikt i slange/slangekobling
- ✓ Pumping ut i sjø



Håndtering av fisk

- Avlusing
- Lusetelling
- Prøvetaking
- Sortering
- Orkast

Omstendigheter ved rømming



- Miljø- og værforhold
- Arbeidsoperasjoner
- Drift og vedlikehold
- Lasting/lossing av fisk

- ✓ Uvær
- ✓ Sterk strøm
- ✓ Mørke
- ✓ Mye begroing
- ✓ Mye dødfisk

- ✓ Avlusing
- ✓ Håndtering av lodd og not
- ✓ Håndtering av utstyr
- ✓ Rengjøring av not
- ✓ Notskift
- ✓ Lusetelling

- ✓ Normal drift
- ✓ Vedlikehold og inspeksjon

Menneskelige faktorer og rømming

Kompetanse og erfaring



- Mangelfull kompetanse eller erfaring
- Annet

- ✓ Vikar
- ✓ Nyansatt
- ✓ Opplæring (se organisatoriske faktorer)

Yteevne



- Sliten
- Ukonsentrert
- Annet

- ✓ Bemanning og arbeidstid

Kommunikasjon



- Beskjed ikke gitt
- Beskjed ikke motatt
- Misforståelse
- Annet

Organisatoriske faktorer og rømming

Planlegging



- Ressurser
- Oppstartsmøte
- Ansvarsfordeling
- Forsinkelser/endringer
- Risikovurderinger
- Beredskapsplan
- Annet

- ✓ Underbemannet
- ✓ Kompetanse og erfaring
- ✓ Utstyr ikke i orden eller ikke tilgjengelig
- ✓ Tidspress
- ✓ Eksterne aktører

- ✓ Sikker-Jobb-Analyse
- ✓ Eksterne aktører

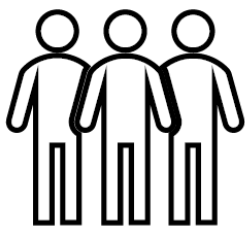
- ✓ Mangler eller mangelfulle

Opplæring



- Ny operasjon
- Nytt utstyr
- Eksterne aktører
- Annet

Bemanning og arbeidstid



- Underbemannet
- Overtidsarbeid
- Skiftordninger
- Lang arbeidsøkt/lite hvile
- Annet

Drift og vedlikehold



- Metode/arbeidsmåte
- Utstyr
- Vedlikehold og inspeksjon
- Avviksrapportering
- Prosedyrer
- Annet

- ✓ Nytt utstyr
- ✓ Brukerhåndbøker
- ✓ Brukervennlighet

- ✓ Ikke gjennomført

- ✓ Mangler eller mangelfull
- ✓ Ikke iverksatt tiltak

- ✓ Mangler eller mangelfulle
- ✓ Ikke fulgt

Krav, valg og vurderinger



- Risikovurderinger
- Økonomiske prioriteringer
- Valg av lokalitet
- Valg av utstyr og arbeidsmåte
- Bonusordninger
- Lov – og forskriftskrav
- Miljøsertifiseringer (ASC ol.)
- Annet

- ✓ Mangler eller mangelfulle

- ✓ Mangler ressurser

- ✓ Dokumentasjon og analyser

- ✓ Dokumentasjon og analyser
- ✓ Samvirke mellom utstyr

- ✓ Krav til avlusing, internkontroll og annet

- ✓ Krav til utstyr og operasjoner

B Spør hvorfor - tegneserieversjonen





ANSVARSFORDELING OG RISIKOVURDERING



TIDSPRESS

HINDRE RØMMING GJENNOM gode brukerhåndbøker, tydelig ansvarsfordeling, risikovurderinger og nok tid.

SPØR 4 x HVORFOR. Da vet vi hvordan vi kan hindre neste rømming.

4 X HVORFOR ER SOM Å SKRELLE EN LØK.

Vi starter med de direkte årsakene som er de mest synlige.

For å komme til bunns i hendelser må vi avdekke "lag på lag" hvilke andre årsaker som ligger bak.

