



SINTEF

Rapport

Sikkerhet og risikostyring i eksponerte havbruksoperasjoner

Resultater fra SFI EXPOSED 2015-2023

**Forfattere: Holmen I.M, Thorvaldsen T.,
Salomonsen C., Lona E.**

Rapportnummer:

2023:00241 - Åpen

Oppdragsgiver:

Norges Forskningsråd



SINTEF

SINTEF Ocean AS
Postadresse:
Postboks 4762 Torgarden
7465 Trondheim
Sentralbord: 46415000

Foretaksregister:
NO 937 357 370 MVA

Rapport

Sikkerhet og risikostyring i eksponerte havbruksoperasjoner

Resultater fra SFI EXPOSED 2015-2023

EMNEORD

Havbruk
Eksponert
Sikkerhet
Risikostyring

VERSJON

1.0

DATO

2023-02-22

FORFATTERE

Ingunn Marie Holmen, Trine Thorvaldsen, Cecilie Salomonsen og Eivind Lona

OPPDRAGSGIVER

Norges Forskningsråd

OPPDRAGSGIVERS REFERANSE

SFI EXPOSED/237790

PROSJEKTNUMMER

302002390-139

ANTALL SIDER OG VEDLEGG

24

SAMMENDRAG

Denne rapporten er en oppsummering av arbeidet i forskningsområdet "Sikkerhet og risikostyring" i SFI EXPOSED. Risikobildet som er beskrevet, viser at mer kan gjøres for å bedre sikkerheten i havbruk. Sikkerhetsutfordringer på lokaliteter som brukes i dag, må håndteres i driften av nye anleggskonsepser lenger fra land, eller på lokaliteter som er spesielt eksponert for vind, bølger og strøm. Sikkerheten i havbruksoperasjoner kan forbedres ved å innføre forebyggende strategier og tiltak. Dette er tiltak som reduserer belastningen og bedrer arbeidsmiljøet for den enkelte arbeidstaker, kontrollerer risiko i operasjonene ved å fjerne farer eller redusere konsekvensen av uønskede hendelser, sikrer forsvarlig opplæring og robust organisering av arbeidet, velfungerende beredskap og sikkerhetsbarrierer som en del av designprosessen. Rapporten peker videre på behovet for en helhetlig tilnærming til risiko, og presenterer en forbedret metode for risikovurderinger, diskuterer operasjonsgrenser, avbruddskriterier og sikkerhetsindikatorer som beslutningsstøtte for eksponert oppdrett og havbruk til havs.

UTARBEIDET AV

Ingunn Marie Holmen

KONTROLLERT AV

Andreas Misund

GODKJENT AV

Hans V. Bjelland

COMPANY WITH
MANAGEMENT SYSTEM
CERTIFIED BY DNV
ISO 9001 • ISO 14001
ISO 45001

RAPPORT NR.

2023:00241

ISBN

978-82-14-07965-4

GRADERING

Åpen

GRADERING DENNE SIDE

Åpen

Dokumentet har gjennomgått SINTEFs godkjeningsprosedyre og er sikret digitalt

Historikk

VERSJON	DATO	VERSJONSBEKRIVELSE
1.0	2023-02-22	Publisert rapport

Innholdsfortegnelse

1	Innledning	5
2	Metode: Slik har vi jobbet med sikkerhet i EXPOSED	6
3	Risikobildet	7
3.1	Helhetlig risikostyring	7
3.2	Arbeidsmiljø, sikkerhet og helse for personell	7
3.3	Fiskehelse og -velferd.....	8
3.4	Fartøy, strukturer og utstyr.....	8
4	Strategier og tiltak for god sikkerhetsstyring	9
4.1	Status for sikkerhetsstyring.....	9
4.2	Risikovurdering av havbruksoperasjoner.....	10
4.2.1	Krav til risikovurderinger	10
4.2.2	Planlegging av operasjoner er et sikkerhetstiltak	12
4.2.3	Helhetlig risikostyring og avlusning	12
4.3	Operasjonsgrenser og avbruddskriterier	13
4.3.1	Bakgrunn.....	13
4.3.2	Behov for operasjonsgrenser	13
4.3.3	Operasjonsgrenser i havbruk.....	15
4.3.4	Avbruddskriterier under operasjoner.....	15
4.4	Sikkerhetsindikatorer	16
4.5	Beredskap.....	18
4.5.1	Regelverkskrav.....	18
4.5.2	Nasjonale beredskapsressurser for sjøsikkerhet.....	19
4.5.3	Status og behov	20
5	Oppsummering	21
6	Referanser	22

1 Innledning

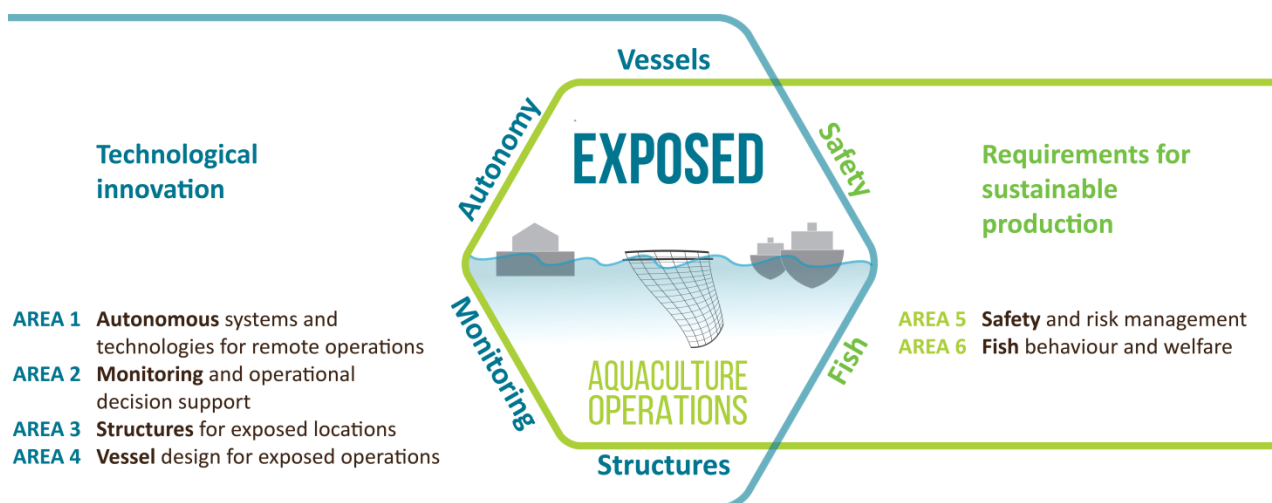
Den norske havbruksnæringen er i utvikling, og myndigheter og oppdrettsaktører ønsker å etablere anlegg i områder som er mer utsatt for bølger, strøm og vind enn kystnære lokaliteter (eksponert havbruk) (Nærings- og fiskeridepartementet, 2018). Viktige drivere for denne utviklinga er begrensede muligheter for vekst innenfor trafikklyssystemet, og tilgang på egnet areal. På den ene siden ønsker man å bruke dagens teknologi med åpne plastmerder i nye områder, på den andre ønsker man å etablere ny teknologi som egner seg for disse områdene. Som følge av ordningen med utviklingstillatelser i 2015-2017, har en rekke nye konsepter for oppdrett i mer eksponerte områder sett dagens lys (Føre et al., 2022). Myndighetene arbeider nå med regelverk og rammeverk for etablering av oppdrett enda lenger fra kysten: "Havbruk til havs".

Parallelt med denne utviklinga har forskere og næringsaktører jobbet sammen for å bidra til sikre, pålitelige og effektive operasjoner for eksponert havbruk i SFI EXPOSED Aquaculture Operations (SFI EXPOSED). SFI EXPOSED er et senter for forskningsdrevet innovasjon, finansiert gjennom Norges Forskningsråd og egeninnsats fra partnerne. Senteret ble etablert i 2015, og avsluttes i 2023. I løpet av disse årene har risikostyring og sikkerhet vært et av seks prioriterte forskningsområder. Målet med arbeidet har vært å bidra til *strategier og systemer for risikostyring som integrerer tekniske, menneskelige og organisatoriske faktorer*.

I starten av senterperioden brukte vi begrepet "eksponert oppdrett". Oppdrett utenfor grunnlinja, og betegnelsen "havbruk til havs" var ikke etablert, og teknologiutviklinga som ble igangsatt på grunn av utviklingstillatelsene var ikke kjent. Forskinga har derfor hovedsakelig dreid seg om lokaliteter som var mer eksponert for bølger, vind og strøm enn det som var vanlig før 2015, men resultatene er like fullt relevante for både kystnære lokaliteter og havbruk til havs. Mot slutten av perioden ble beredskap løftet opp som et eget tema, med særlig tanke på etablering av havbruk til havs.

Forskningsområdene i EXPOSED (se også Figur 1):

- **Autonome systemer** og teknologier for fjernoperasjoner
- **Overvåkning og beslutningsstøtte** av fisk, anlegg og operasjon
- **Konstruksjon** for eksponerte lokaliteter
- **Fartøysdesign** for eksponerte operasjoner
- **Sikkerhet** og risikostyring for mennesker og anlegg
- **Fiskeadferd** og - velferd



Figur 1 De seks forskningsområdene i SFI EXPOSED.

Kunnskapen som formidles i denne rapporten er basert på arbeidet i SFI EXPOSED, samt relevante forskningsprosjekter som har pågått i samme periode.

Rapporten vil blant annet underbygge følgende påstander:

- En helhetlig tilnærming til risiko bidrar til økt sikkerhet for folk, fisk, utstyr og miljø.
- Forbedret metode for risikovurdering bidrar til forståelse av farene i operasjoner og god involvering av ansatte.
- Operasjonsgrenser og avbruddskriterier bidrar til etterspurt beslutningsstøtte i driften av eksponerte lokaliteter.
- Definerte sikkerhetsindikatorer er et anbefalt verktøy for å evaluere sikkerhetsnivået i havbruksoperasjoner.
- Oppdrett mer eksponert vil kreve en styrket beredskap. Dimensjonering av beredskap må reflektere det faktiske risikobildet.

2 Metode: Slik har vi jobbet med sikkerhet i EXPOSED

Det metodiske fundamentet i SFI EXPOSED har vært samarbeidet mellom forskning og næring (fiskeoppdrettere og teknologileverandører). Det er gjennomført arbeidsmøter som FoU-metode hvor konkrete utfordringer relatert til sikkerhetsstyring har blitt adressert. Senteret har gjennom disse møteplassene vært en verdifull arena for erfaringsutveksling og læring på tvers av selskap og aktører i næringa. I tillegg har dokumentstudier (regelverk, selskapenes egne risikovurderinger, prosedyrer), årsaksanalyser av registrerte ulykkeshendelser samt intervjuer vært sentrale metoder i sikkerhetsforskninga i SFI EXPOSED. En doktorgrad inngår i leveransen fra forskningsområdet (Holmen, 2022).

I arbeidet med sikkerhet i eksponerte havbruksoperasjoner er det jobbet langs to akser. Den ene akse har dreid seg om det som kan løses raskt, den andre om det man måtte jobbe mer langsiktig med. I oppstarten ble innsatsen lagt på å identifisere spesielt risikofylte arbeidsoperasjoner og å kartlegge farene de medfører. Det ble gjennomført fire arbeidsmøter med ansatte i oppdrettsselskapene (Holmen et al., 2017). Dette utgjorde grunnlaget for det videre FoU-arbeidet, hvor en rekke tema er blitt utforsket og diskutert for å finne gode tiltak for å forbedre sikkerheten i operasjonene.

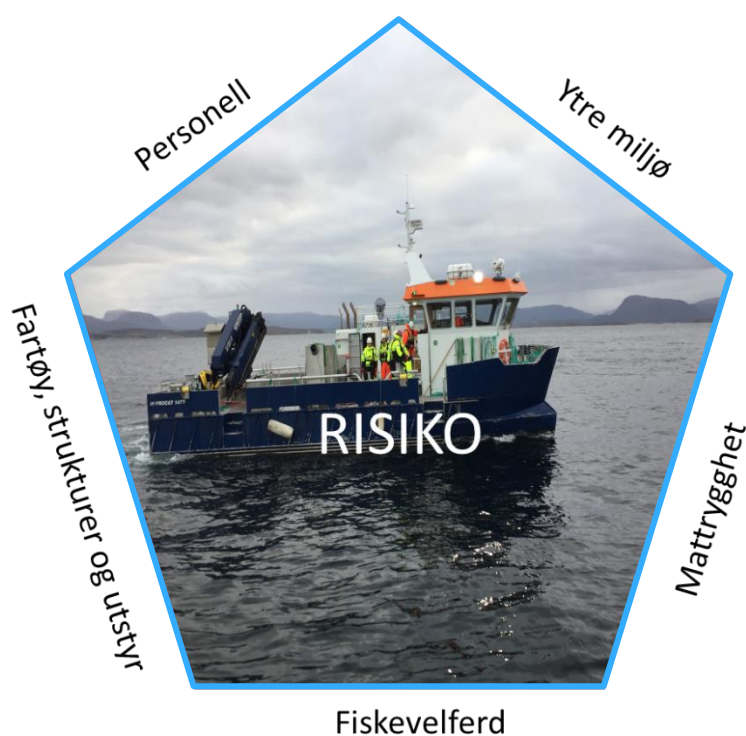
Delkapitlene i rapporten beskriver metodisk tilnærming i prosjektene som er gjennomført i regi av SFI EXPOSED.

3 Risikobildet

3.1 Helhetlig risikostyring

"En helhetlig tilnærming til risiko bidrar til økt sikkerhet for folk, fisk, utstyr og miljø"

Risiko i fiskeoppdrett kan beskrives som fem dimensjoner: risiko for materielle verdier, personell, fiskevelferd og helse, miljø og mattrygghet (Yang et al., 2020). Arbeidere ved oppdrettsanlegg og fartøy må ta hensyn til alle disse risikodimensjonene i sin arbeidshverdag (Figur 2). Denne tilnærmingen, helhetlig risikostyring, har stått sentralt i sikkerhetsforskninga i SFI EXPOSED, og står også sentralt i det som formidles i denne rapporten.



Figur 2 Risikodimensjonene i fiskeoppdrett (Yang et al., 2020).

FoU-arbeidet i EXPOSED har vært avgrenset til risikodimensjonene arbeidsmiljø, sikkerhet og helse for personell, fiskehelse og -velferd, samt fartøy, strukturer og utstyr. Risikobildet for disse er oppsummert i de neste avsnittene.

3.2 Arbeidsmiljø, sikkerhet og helse for personell

Yrkesskade- og dødsraten i norsk fiskeoppdrett er høy sammenlignet med andre næringer (McGuinness et al., 2013b, 2013a). Kun fiskeflåten har høyere personulykkesfrekvens. Ifølge registreringer ved Arbeidstilsynet har yrkesskaderaten i perioden 2011-2019 vært mellom 50-60 skader per 10.000 årsverk. Trenden har vært økende fra 55 i 2017 til 73 i 2019. Det har i gjennomsnitt vært én dødsulykke per år i perioden 2012-2020 (Holmen, 2022). Vanlige former for skader er fall, slag av gjenstander, klem-/knuseskader samt kutt. Operasjoner med kraner og nokke innebærer risiko for ulykker, og feil under løfte- og vedlikeholdsoperasjoner var hovedårsaken til dødsulykker etter 2000 (Holen et al., 2018b). Miljøkrefter kan påvirke sikkerhet og drift negativt (Holmen 2022). Å arbeide utendørs gjør påvirkning fra vind, bølger og

strøm til en sentral utfordring for sikker drift. Analyser av registrerte arbeidsulykker viste en økning i skaderaten i høst- og vintermånedene (Holen et al., 2018a).

Manuelle oppgaver er en del av arbeidet, og innebærer flere ergonomiske risikofaktorer som tunge løft, løft med overkroppen vridd eller bøyd, repeterende og monotone arbeidsoppgaver. Intervjuer viser at oppgaver som ansatte vurderer som fysisk krevende inkluderer inspeksjoner og fjerning av død fisk, bytte av tunge batterier, lining av not, rensing av not og telling av lus (Thorvaldsen et al., 2017, 2020). Periodevis høy arbeidsbelastning er vanlig (Sandsund et al., 2021). Mer enn halvparten av deltakerne i en HMS-undersøkelse bekymret seg for at arbeidsmiljøet deres kan påvirke helsen negativt. De vanligste arbeidsrelaterte helseplagene var smerter i nakke/skulder/arm, rygg smerter og hånd-/håndleddsmerter. Belastningsskader var hovedårsaken til bekymring, og den største årsaken til arbeidsrelatert sykefravær (Thorvaldsen et al., 2020). Til tross for utfordringer i arbeidsmiljøet, viste den samme spørreundersøkelsen at arbeidstilfredsheten blant ansatte i oppdrettsnæringa er svært høy, med 97 % som oppgir at de trives i jobben (Thorvaldsen et al., 2017).

Selvrapporterte helseplager kan også påvirkes av sikkerhetsklimaet på arbeidsplassen. En studie fant en sammenheng mellom arbeidspress og manglende involvering i sikkerhetsbeslutninger og hodepine, tretthet og muskel- og skjelettsmerter (Kongsvik et al., 2019).

3.3 Fiskehelse og -velferd

Bekjempelse av lakselus og forebygging av rømming er viktige drivere for regulering og teknologiutvikling i havbruk. Per i dag er lakselus eneste indikator for bærekraft og styrer produksjonsvekst gjennom trafikklyssystemet (Osmundsen et al., 2020). For å sikre at lusetallene er under grensen blir derfor ulike typer avlusningsoperasjoner viktige. Dette er operasjoner som medfører risiko for både folk og fisk. En undersøkelse viste at ved avlusing kan ansatte jobbe opptil 20 timer i døgnet flere dager på rad (Thorvaldsen et al., 2020). Avlusing er også identifisert som en operasjon hvor risiko for personskader, rømming, dårlig fiskevelferd og fiskedødelighet øker (Føre & Thorvaldsen, 2021; Størkersen et al., 2021).

Rømming av oppdrettslaks er en utfordring både for fiskevelferden og en miljørisiko. For selskapene er det også en økonomisk risiko. Næringa har jobbet systematisk med forebygging av rømming, og det siste tiåret er antall rømmingshendelser grunnet teknisk svikt i konstruksjoner og utstyr betydelig redusert (Føre & Thorvaldsen, 2021). Hull i not er den hyppigste direkte årsaken til at flest fisk rømmer. Forhold som øker risikoen for hull i not bør derfor følges nøye for å hindre rømmingsulykker, f.eks. gnag fra utspilingssystemet (inkludert bunnring), koplingsplater eller utstyr i nota, eller riveskader som følge av håndtering av nota når fisken skal trenses.

3.4 Fartøy, strukturer og utstyr

Fiskeoppdrett skjer i et miljø utsatt for store krefter fra vind, bølger og strøm. Oppdrettsanleggene består av merder som er forankret til havbunnen og hverandre med tau, kjetting og koplingsplater. Dette er fleksible konstruksjoner som tåler store påkjenninger, men noen ganger blir kreftene for store, som på Færøyene i 2017 da et anlegg ble deformert av sterk vind og bølger (Berthelsen, 2017). Drift og vedlikehold av anleggene gjennomføres ved hjelp av arbeidsbåter og servicefartøy, og brønnbåtene som bistår i behandling av fisk, og henter slakteklar fisk, har blitt stadig større. Det er forbundet med betydelig risiko for skade på konstruksjonene og fortøyningene når disse fartøyene manøvrer mellom merdene og fortøyer (Yang et al., 2020). Dersom fartøyene styrer for nære er det fare for at propellene kjøres inn i nota og lager hull.

4 Strategier og tiltak for god sikkerhetsstyring

4.1 Status for sikkerhetsstyring

Sikkerhetsstyring dreier seg om systematiske aktiviteter som skal forebygge ulykker og skader, og håndtere farlige hendelser i en organisasjon. Verktøy for sikkerhetsstyring er risikovurderinger, gransking av ulykker, rapportering av avvik, sikkerhetsindikatorer og sikkerhetsrevisjoner (Holmen, 2022). Implementering av sikkerhetsstyringssystem er obligatorisk i havbruk, og er forankret i flere lover (arbeidsmiljøloven, akvakulturloven og matloven).

Menneskelige feil blir noen ganger identifisert som hovedårsak til ulykker: «*The humans are the hub in the fish farm operation system but are also perceived as the weak link of the same*» (Holmen 2022:68). Nyere forskningsstudier viser imidlertid at medvirkende årsaker til ulykker heller er organisatoriske. Eksempler på organisatoriske utfordringer inkluderer utilstrekkelig bemanning, mangelfull opplæring, dårlig planlegging, eller mangel på tid til vedlikehold (Kongsvik, Holmen, et al., 2018; Kongsvik, Thorvaldsen, et al., 2018; Thorvaldsen et al., 2015). Risikovurderingene bør derfor også omfatte organisatoriske forhold på arbeidsplassen.

Målkonflikter knyttet til sikkerhet versus produksjon finnes i havbruk, og noen ansatte mener produksjon prioriteres på bekostning av sikkerhet (Størkersen, 2012; Størkersen et al., 2021; Thorvaldsen et al., 2017). Dette kan ha sammenheng med organisatoriske faktorer som lange arbeidsøkter og høy arbeidsbelastning ved store operasjoner, som igjen kan være knyttet til myndighetskrav.

Søkelyset på sikkerhetsstyring fra tilsynsmyndighetene har økt de siste årene, og endringen fra detaljerte, spesifikke sikkerhetsregler til funksjonelle forskriftskrav har økt antall bedriftsinterne prosedyrer (Størkersen et al., 2020). Kartlegging av praksis i oppdrettsnæringa viser at flere av de ansatte anser interne prosedyrer som kompliserte (Kongsvik, Holmen, et al., 2018; Thorvaldsen et al., 2021) og at de som utfører arbeidet på oppdrettsanleggene ikke blir tilstrekkelig involvert i analysefasen av risikovurderinger (Holmen et al., 2018). Det finnes også utfordringer når det gjelder implementering av risikovurderinger i organisasjonene, og overgang fra risikovurderinger til forbedringer i operasjonell sikkerhet (Holmen, 2022).

Sikkerhetsstyring krever prosedyrer, ressurser og involvering av personell. Den praktiske nytteverdien avhenger blant annet av kommunikasjonen mellom de som utvikler systemet og de som bruker det. Innen havbruk er det potensial for bedre implementering av sikkerhetsstyringssystemer i det daglige arbeidet (Kongsvik et al. 2018b, Kongsvik et al. 2018c). Sikkerhetstiltak som passer godt inn i arbeidstakernes hverdag anses generelt å ha høyere praktisk relevans, som for eksempel planlegging av operasjoner (for å unngå lang arbeidstid og alenearbeid), involvering av personell i risikovurderinger og kompetanseoversikter for å sikre dyktige team (Thorvaldsen et al. 2021).

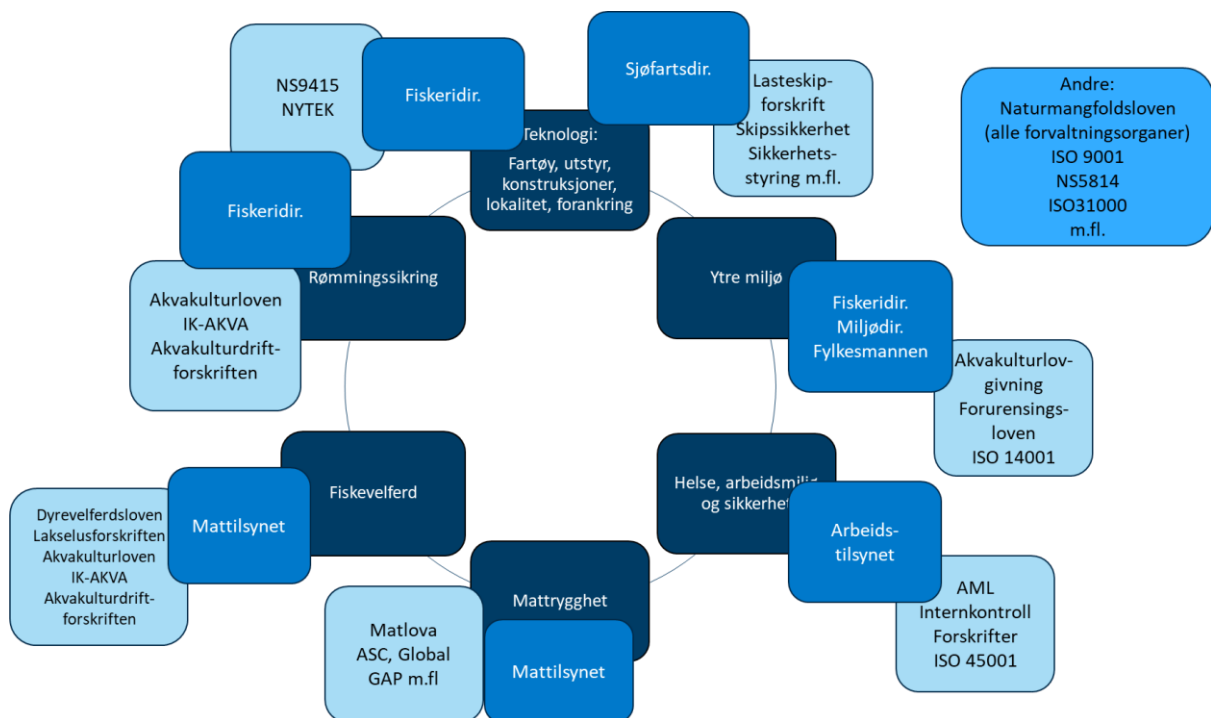
For å unngå sikkerhetsarbeid som ikke har noen faktisk effekt på risikonivået i operasjonene, er det viktig at sikkerhetsprosedyrene utvikles sammen med ansatte som har detaljert kunnskap om arbeidspraksisen. Det er de som utfører operasjonene som best kan vurdere farene knyttet til ulike risikodimensjoner og hva som påvirker sikkerheten på arbeidsplassen (Thorvaldsen et al. 2021, Kongsvik et al. 2019, Rae et al. 2018). Internkontrollforskriften setter også krav til involvering av ansatte i det interne sikkerhetsarbeidet (Holmen et al., 2018). Arbeidsmøtene med operativt personell har bidratt til å sikre relevansen av sikkerhetsforskninga i SFI EXPOSED.

4.2 Risikovurdering av havbruksoperasjoner

"Forbedret metode for risikovurdering bidrar til forståelse av farene i operasjoner og god involvering av ansatte"

4.2.1 Krav til risikovurderinger

Risikovurderinger er en kjerneaktivitet for sikkerhetsstyringen ved oppdrettsanlegg. Det er forskriftskrav til risikovurderinger for fiskevelferd og helse, rømming av fisk, oppdrettsanleggenes tekniske tilstand, fartøydesign og drift, ytre miljø, HMS for personell og mattrygghet. Fem myndigheter regulerer krav til risikostyring i havbruk, og denne fragmenterte reguleringen kan igjen resultere i fragmenterte risikovurderinger og påvirke sikkerheten for personell og fisk i daglig drift (Holmen, 2022). Figur 3 gir en oversikt over tilsynsområdene til de ulike myndighetene.



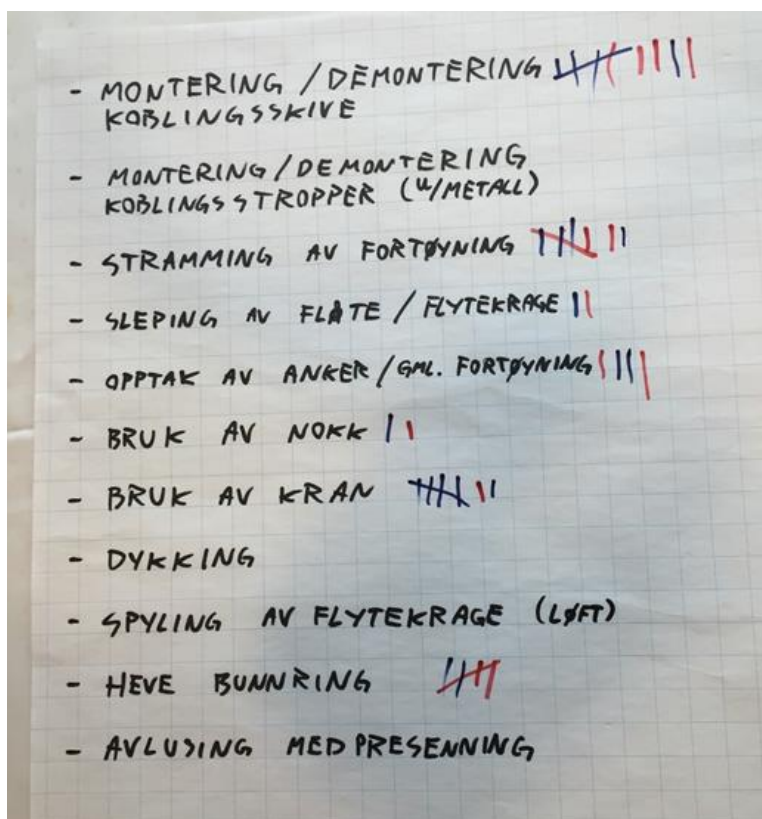
Figur 3 Myndighetene fører tilsyn med oppdrettsnæringa på flere områder. I tillegg kommer sertifiseringer etter nasjonale og internasjonale standarder. AML=arbeidsmiljøloven. (Figuren er oversatt og gjengitt fra Holmen, 2022).

Regelverket gir ingen instruksjoner for risikovurderingsprosessen, men det finnes en norsk standard for risikovurderinger (NS5814, Standard Norge) som det vises til i NS9415 (Holmen, 2022).

I arbeidsmøter i regi av SFI EXPOSED gjennomførte deltakere fra ulike oppdrettsselskaper og servicefartøy risikovurderinger sammen. Vurderingene viste at det ikke var sammenfall med anbefalingene for risikovurderinger i standarden NS5814 (Holmen et al., 2018). Hovedsakelig var avvikene relatert til

planleggingsfasen. Risikovurderinger var ikke prioritert i det daglige arbeidet, personell var ikke i tilstrekkelig grad involvert i analysene, selv om dette er et kjernekrav i internkontrollregelverket som er obligatorisk for havbruk. Det var også utfordringer knyttet til overføring av kunnskap fra risikovurderinger for å forbedre driftssikkerheten.

For å forbedre risikovurderingsprosessen, er det i regi av SFI EXPOSED utviklet en workshopbasert tilnærming der den grunnleggende ideen er å samle operativt personell og involvere dem i risikovurderinger (Holmen et al., 2018). Oppdretts- og servicefartøypersonell skal være hoveddeltakere. Risikovurderingene tar utgangspunkt i en operasjon som er forbundet med risiko for ulykke eller uønsket hendelse, for eksempel avlusning eller trenging av fisk. Det brukes gjerne store ark («flip-over» ark) og alle deltakerne skal ha hver sin tussj. Figur 4 viser et eksempel på rangering av arbeidsoperasjoner fra ett av arbeidsmøtene i 2016.



Figur 4 Rangering av havbruksoperasjoner som ble ansett som spesielt risikofylte av ansatte på oppdrettsanlegg og servicefartøy i 2016 (Holmen et al., 2017).

Anbefalt prosedyre for gjennomføring av risikovurderingene er som følger:

1. Samle ansatte i et møterom, gjerne fra ulike lokaliteter, og representanter for produksjonsledelsen bør også delta.
2. Dele inn i grupper (4-5 grupper med 4-5 personer i hver). Hver gruppe har sin “stasjon/bord” og starter med hver sin operasjon, slik at man kan jobbe med flere operasjoner parallelt.
3. Tenke helhetlig – sikkerhet for fisk, men også for folk.

Spørsmålene som skal diskuteres gruppevis:

- Hvordan gjør vi operasjonen i dag? Beskrive operasjoner og type utstyr som brukes. Hver gruppe bytter “stasjon”, går gjennom og foreslår endringer eller legger til momenter i de andre gruppenes beskrivelser. Fortsette til alle operasjonene er gjennomgått.
- Hva kan føre til rømming? Beskrive farer og hva som kan gå galt. Hver gruppe bytter “stasjon” og fyller ut på de andre gruppenes vurderinger.
- Hvordan kan vi hindre rømming? Beskrive forebyggende tiltak og løsninger. Hver gruppe bytter “stasjon” og legger til eventuelle nye forslag til lista av tiltak som de andre gruppene har skrevet ned.

Når hver operasjon diskuteres og beskrives i detalj, og farer knyttet til hver oppgave blir identifisert og vurdert i et gruppearbeid, blir hver fare beskrevet i sammenheng med det utstyret som brukes og den operasjonen som gjennomføres. Dette øker sannsynligheten for å identifisere mulige nye farer som oppstår dersom for eksempel løfteoperasjoner endres eller kraner brukes i en ny setting (Holmen et al. 2018).

En annen fordel ved å ta utgangspunkt i operasjonene, er at dette åpner for en helhetlig tilnærming til risikostyring der risiko knyttet til personell, miljø, fiskehelse, materiell og mattrygghet (Yang et al. Al. 2020) blir identifisert og vurdert.

Teknologileverandørene som utvikler nytt utstyr, bør også jobbe systematisk med risikovurderinger for å avdekke risiko knyttet til framtidig bruk, og samtidig sikre brukerinvolvering (Salomonsen et al. 2019). Personellsikkerhet har ikke vært en viktig driver for teknologiutviklinga i bransjen, og det er ingen krav i regelverket om at personsikkerhet skal vurderes i prosjekteringsfasen. Ideelt sett bør driften av et anlegg planlegges og risikovurderes i konseptutviklingsfasen for å avdekke farer og potensiell risiko (Holmen 2022, Thorvaldsen et al. 2020, Salomonsen et al. 2019).

4.2.2 Planlegging av operasjoner er et sikkerhetstiltak

I forkant av operasjoner samles ansatte for gjennomgang av arbeidsoppgaver, arbeidsplaner og tilhørende risikovurdering (f.eks. «brief», oppstartsmøter, SJA): «I forbindelse med operasjon gjennomføres SJA, og at man tar høyde for vær. Fallvinder kan f.eks. skade folk og fisk». Ansatte på servicefartøy og brønnbåt kan også delta i møter med ansatte på anlegg i forkant av operasjonene. Debriefing eller evaluering i etterkant er også vanlig. Oppdretterne forteller at det er viktig at alle ansatte har en forståelse for hver deloppgave, hvilke risikoreducerende tiltak som gjelder, samt egen og andres rolle og ansvar. En felles plan bidrar til felles situasjonsforståelse og mindre rom for misforståelser underveis.

Oppdretterne tar høyde for at uforutsette hendelser kan inntreffe og legger inn ekstra sikkerhetsmargin i tidsestimatene. Bedre utstyr og bedre vedlikehold av utstyr gjør også at det oppstår mindre feil og avbrytelser i operasjonene. Vær og miljøforhold er viktige å vurdere, og lokal erfaring anses som viktig kompetanse i planlegging (ansatte som er kjent med værforhold og lokale forhold). Når det nærmer seg oppstart, er det driftsleder og operasjonsleder som beslutter om en gitt operasjon skal gjennomføres eller utsettes.

4.2.3 Helhetlig risikostyring og avlusning

Ansatte på oppdrettsanlegg og mannskap på fartøyene fremhever at fiskevelferd er svært viktig ved operasjoner som avlusning. Risikovurderinger som tar hensyn til alle risikodimensjoner åpner for diskusjoner om motstridende mål som kan oppstå i virksomheten, og hvordan de skal løses. Hvordan kan for eksempel hensyn eller praksis rettet mot å redusere én risiko (for eksempel skade på fiskevelferd) påvirke en annen risiko (for eksempel risiko for personell)? En slik tilnærming vil gi verdifulle innspill for planlegging og gjennomføring av sikre operasjoner, og tiltak som kan være teknologiske og/eller organisatoriske.

4.3 Operasjonsgrenser og avbruddskriterier

«Operasjonsgrenser og avbruddskriterier bidrar til etterspurt beslutningsstøtte i driften av eksponerte lokaliteter»

4.3.1 Bakgrunn

Operasjonsgrenser kan beskrives som gitte og omforente kriterier for når en operasjon kan gjennomføres i henhold til etablerte prosedyrer. Slike grenser dreier seg gjerne om definerte værinduer (værforhold som muliggjør en bestemt operasjon). I havbruk kan operasjonsgrenser knyttes til tålegrensen for folk (HMS), fisk (fiskevelferd) og utstyr (hindre rømming eller skade på konstruksjoner). Erfaringer fra algeangrepet i 2019 viser at organisatoriske forhold, slik som arbeidstid og bemanning, også er relevante for operasjonsgrenser.

Tidligere studier har vist at ansatte må ta hensyn til både folk, fisk og utstyr i sine vurderinger av sikkerheten på anlegget, og at skjønn og erfaring er sentralt i beslutninger som tas under operasjoner (Thorvaldsen et al. 2018, Thorvaldsen et al. 2020a, Thorvaldsen et al. 2020b, Størkersen 2012). Sjøgang, vind og strøm kan endre seg svært fort, så ansatte må være fleksible og kunne ta avgjørelser og avbryte operasjoner raskt (Holmen et al. 2018).

Nytteverdien av objektive kriterier for gjennomføring av operasjoner ble påpekt allerede i 2012 (Sandberg et al. 2012). Intervjuer om vinterstormene i 2011/2012 viste at daglig tilsyn måtte utsettes i flere dager, og at større operasjoner er spesielt sårbare for dårlige værforhold. En nyere studie av rømming viser at ansatte må ta hensyn til planlagte tidsvindu, som også omfatter andre aktører når de skal ta sine avgjørelser: "*Det er greit å avbryte operasjoner. Men har vi båtene til onsdag kan vi ikke holde på til fredag*" (Thorvaldsen et al. 2018). Bruk av kran er særlig kritisk for personsikkerhet og gir begrensninger i gjennomføring av operasjoner (Holmen et al. 2018).

Hva som vurderes som dårlig vær er ikke gitt, men avhenger av lokaliteten og hvordan den er plassert i forhold til vind og strøm (Thorvaldsen et al., 2015). I tillegg vil mannskapenes grad av erfaring påvirke hva de opplever som for dårlig vær til å gjennomføre en planlagt aktivitet. Basert på dette, vil det være hensiktsmessig at beslutningsstøtteverktøy i form av operasjonsgrenser og avbruddskriterier utformes og tilpasses den enkelte lokalitet, og blir et supplement til de erfaringsbaserte vurderingene som ansatte gjør (Holmen et al. 2018).

4.3.2 Behov for operasjonsgrenser

I forskningsområdet "Fartøy" i EXPOSED har man sett på dagens praksis og risikofaktorer knyttet til eksisterende løsninger for trenging og pumping av fisk i forbindelse med aktiviteten "Kontaktfri overføring av fisk mellom merd og brønnbåt" (Lona & Selvik, in press). I dette arbeidet er også operasjonsgrenser aktualisert for å øke værvinduet for operasjoner. Hvor det på strømutsatte lokaliteter er utfordringer med håndtering av utstyr under vann (f.eks. orkastnot), vil bølgeutsatte lokaliteter få utfordringer med kranbaserte operasjoner som krever mannskap tilstede på flytekragen.

Brønnbåtens ankomst, fortøyning/posisjonering og avgang er kritiske elementer. I en tilsynskampanje rettet mot brønnbåter i 2018, pekte Fiskeridirektoratet på at dårlige værforhold og endringer i værforhold kan drive brønnbåt inn i merd/anlegg og at haneføtter og fortøyningslinjer kan bli skadet under manøvrering ved og mellom merder, samt at not kan komme inn i thruster/sidepropeller på grunn av slakk not og sterk strøm (Fiskeridirektoratet, 2019). "Hull i not" er som tidligere beskrevet den viktigste direkte årsaken til rømming av fisk i perioden 2010-2018 (Føre & Thorvaldsen, 2021.)

Når det gjelder operasjonsgrenser, er trenging av fisk også utfordrende, og prosedyren for trenging må tilpasses eksponeringsgrad ved et gitt anlegg. Fisken kan bli stresset og skadet, og visuell observasjon, erfaring og oksygenmålere brukes i dag for å vurdere forholdene til fisken.

Det enkelte selskap har ansvaret for å definere sine operasjonsgrenser. I artikkelen "**Hvor ille skal været være før oppdrettsarbeiderne holder seg på land?**" (Riise, 2020a), se Figur 5, uttaler Arbeidstilsynet følgende:

"Det er virksomhetene selv som må risikovurdere bruk av båt og forsvarligheten av bruk av båt i dårlig vær. Arbeidstilsynet har ikke forskrifter som detaljstyrer virksomhetene, og det er virksomhetene selv som må lage rutiner på bruk av båt og ferdse på sjø, sier Frid Mikkola, nasjonal koordinator i Arbeidstilsynet for tilsyn med akvakulturnæringen."



Hvor ille skal været være før oppdrettsarbeiderne holder seg på land?

Vinterstormene er på vei. I uvær og røff sjø, er det oppdrettsselskapene selv som bestemmer om det er forsvarlig å dra ut på sjøen for å jobbe på merdene.

23. november 2020 5:00 OPPDATERT 28. november 2020 10:15

Av [Ole Jacob Strønen Riise](#)  Bergen

Figur 5 Oppslag i Intrafish 23.11.2020 (Riise, 2020a).

I en oppfølgende artikkel "**Tillitsvalgte i havbruksnæringa ønsker seg tydeligere regler for arbeid i dårlig vær og utsatt farvann**" (Riise, 2020b), uttaler flere ansatte i ulike selskap seg om retningslinjer og operasjonsgrenser. De sier blant annet at det ikke finnes faste regler, og at det kunne vært nyttig med tydeligere retningslinjer. De ansatte må kjenne farene og farvannet de ferdes i, slik at risikovurderingene er sentrale. Det er opp til hver enkelt om det er ansvarlig å dra på sjøen eller utføre operasjoner, og det er individuelt hva den enkelte er komfortabel med. Sikkerheten til ansatte er førsteprioritet, og de må ha en beredskapsplan i fall uønsket hendelse.

4.3.3 Operasjonsgrenser i havbruk

Behovet for operasjonsgrenser og avbruddskriterier ble bekreftet i arbeidsmøtene i regi av SFI EXPOSED. Avbruddskriterier for vær- og vindforutsetninger er vanskelig å sette, også på lokalt nivå. I dag tas avgjørelser om å starte opp eller avbryte operasjoner som regel på grunnlag av visuelle observasjoner der og da. Dersom vær- eller strømforhold endrer seg kan det skape utfordringer, og særlig dersom man har kommet så langt at å avbryte ikke er mulig.

Arbeidsmøtene viste at både ledelse, ansatte på anlegg og servicefartøy har søkelys på planlegging av operasjoner. De fortalte om både langsiktig planlegging og oppstartsmøter i forkant av operasjoner. Under operasjonene foretas det kontinuerlige vurderinger av vær, fiskens tilstand og personsikkerhet. Oppdretterne ser stor verdi av å ha kontinuerlig måling av bølger og strøm på hver enkelt lokalitet.

Man kan bruke vind- og bølgeprognoser i planlegging av operasjoner, men for kystnære og delvis skjermede lokaliteter vil bølgeprognosene, både for vindgenerert sjø og for dønninger, ofte være unøyaktige. Bølgeprognoser bør derfor sammenlignes med bølgemålinger og erfaringer gjort på egen lokalitet. Vind og strøm er spesielt kritisk for brønnbåtoperasjoner, der man kan risikere at brønnbåten ikke klarer å holde posisjon og driver ukontrollert inn mot merd. Bølger er mindre kritisk for brønnbåt, men er kritisk for kran- og løfteoperasjoner utført av servicefartøy. Operasjonskriterier som tar hensyn til bølgehøyde, vind og strøm (eller kombinasjoner av disse), kan enten etableres ved hjelp av numeriske beregninger eller basert på erfaringer og værdata fra tidligere utførte operasjoner. For vindgenerert sjø har strøklengden, altså lengden med sjø vinden har til rådighet for å danne bølger, stor betydning for lokale bølgeforhold. Kriterier for vindstyrke vil derfor ofte være lokalitets- og retningsavhengige.

En studie av Yang et al. (2020) baserer seg på funn fra tidligere forskning (Holen et al., 2018a, 2018b; Jensen et al., 2010; Thorvaldsen et al., 2015), og tar som utgangspunkt at det ikke finnes eksplisitte operasjonsgrenser eller avbruddskriterier i oppdrettsnæringen i dag. Studien identifiserer ulike tilstander som påvirker risikonivåene i noen utvalgte ulykkes scenarier (rømming, personulykke, forlis, tap av anlegg). Forfatterne anbefaler at operasjonsgrenser i havbruksoperasjoner knyttes til vær- og sjøforhold, fartøystørrelse, anleggstype og alder, type operasjon, organisatoriske og menneskelige forhold. Studien trekker frem at mangel på lokale vind- og værmeldingsdata under planlegging og gjennomføring av operasjoner setter begrensninger for å ta i bruk operasjonsgrenser i dag.

4.3.4 Avbruddskriterier under operasjoner

Operasjonsgrenser må også vurderes under operasjonene. Når en operasjon er i gang, kan endringer i vær og strøm føre til at operasjonen må avbrytes fordi brønnbåten ikke ønsker å legge til i oppdrettsanlegget. Ansatte forklarer at været kan komme brått på tross god planlegging. *"Det er alltid en spenning om man klarer å gjøre seg ferdig i forhold til vær og vind"*. Observert økt fiskedødelighet vil også være årsak til at operasjoner avbrytes. Under avlusning vurderer man fiskehelsen, hvor mye skader fisken får og hvor god effekt avlusninga har. Dette kan føre til avbrudd i behandlingen.

Det å avbryte en operasjon er belastende for den som står i det fordi det får store økonomiske og produksjonsmessige konsekvenser. Man må få retningslinjer slik at de kan ta avgjørelsen som et team, med støtte fra organisasjonen. Ansatte forteller at det er aksept for å avslutte operasjoner underveis: *"Det er fisk og folk som er viktig. Folkene kommer først, og er det ikke forhold så er det ikke forhold."* Fra servicefartøysiden sa en at: *"Vi har en respekt for hverandre slik at det aldri er et problem å avbryte"*.

Oppstår uønskede hendelser er det viktig å gå gjennom dem og utforme operasjonsgrenser for framtidige operasjoner. Det er viktig med avbruddskriterier også i avslutningsfasen. Man vil gjerne bli ferdig med jobben, men er grensene overskredet må man ta hensyn til det.

4.4 Sikkerhetsindikatorer

"Definerte sikkerhetsindikatorer er et anbefalt verktøy for å vurdere sikkerhetsnivået i havbruksoperasjoner"

Oppsummeringen i forrige delkapittel viser at operasjonsgrenser er en nøkkel for sikker drift i eksponerte områder. For å overvåke sikkerheten, bidra til beslutningsstøtte og tidlig nok iverksette risikoreducerende tiltak under operasjoner (organisatoriske, operasjonelle og tekniske), kan *sikkerhetsindikatorer* være et nyttig verktøy. En seks-trinns metode utviklet av Holmen et al. (2021), som tar utgangspunkt i registrerte uønskede hendelser, kan brukes for å identifisere sikkerhetsindikatorer. I den artikkelen brukes ulykkeshendelsen "rømming av fisk" som eksempel for å utvikle sikkerhetsindikatorer.

Sikkerhetsindikatorer er målbare parametere som sier noe om tilstanden til en risikopåvirkende faktor. Generelt er risikofaktorer forhold ved et system eller en aktivitet som indirekte eller direkte påvirker sannsynligheten for eller alvorlighetsgraden til utfallet av en uønsket hendelse. Risikofaktorer kan også forklares som bakenforliggende faktorer som påvirker årsakene til og/eller hvordan ei ulykke oppstår (Rausand og Haugen 2020). For å etablere gode sikkerhetsindikatorer, bør man følgelig først kartlegge alle risikofaktorene som er relevant for operasjonen som analyseres. Tabell 1 lister opp risikofaktorene som ble identifisert for hendelsene *hull i not* og *not under vann* (Holmen et al., 2021). Disse hendelsene er de hyppigste direkte årsakene til at fisk rømmer (Føre & Thorvaldsen, 2021).

Tabell 1 Risikofaktorer for de uønskede hendelsene *hull i not* og *not under vann* (Holmen et al., 2021).

Risikofaktorer i omgivelsene	Organisatoriske risikofaktorer	Operasjonelle risikofaktorer	Tekniske risikofaktorer
Vind Strøm Bølger Sikt Ising Drivgoods Predatorer	Arbeidsbelastning Arbeidspraksis Kompetanse Prosedyrer og dokumentasjon	Fartøysmanøver i anlegget Fartøysmanøver inntil merd Innfesting av nett Installering av komponenter og utstyr Håndtering av orkastnot Håndtering av notkrok Notreparasjon Montering av pumpe-slange	Tilstand strømforsyning Flytekragestilstand Fortøyning av flåte Grad av begroing på flytekrage Ankerplassering (rammefortøyning) Tilstanden til dødfisksystemet Teknisk tilstand komponenter og utstyr Tilstand rammefortøyning Posisjon koplingsplate/hanefot Kontakt med bunnringkjetting Posisjon bunnring Tilstand lodd

Sikkerhetsindikatorerne skal reflektere endringene i risikofaktorene de er knyttet til. Ulike kategorier indikatorer vil endre seg med ulik frekvens under en operasjon eller en produksjonssyklus. Et eksempel på sikkerhetsindikatorer for å redusere risikoen for rømming under operasjonen "trenging av fisk" er vist i Tabell 2. Indikatorerne er sortert etter relevans i de ulike fasene i operasjonen: planlegging, gjennomføring og etterarbeid. Oppdateringsfrekvensen for indikatorerne varierer fra kontinuerlig (f.eks. vindmåling) til inspeksjonsintervallet for anlegget (f.eks. kontroll av bunnring).

Tabell 2 Anbefalt sikkerhetsindikatorprogram for fasene planlegging, gjennomføring og etterarbeid i operasjonen "trenging av fisk" (Holmen et al., 2021).

Planlegging	Gjennomføring	Etterarbeid
<ul style="list-style-type: none"> • Andel arbeidere tilgjengelig/antall som trengs • Antall overtidstimer per operatør i forrige skift • Etterslep av sikkerhetskritisk vedlikehold/inspeksjoner • Andel av operatører med dokumenterte kvalifikasjoner i henhold til kompetansekravene • Dokumenterte risikovurderinger • Identifisert feil/svikt i dødfisksystemet • Vindstyrke • Vindretning • Strømhastighet • Strømretning • Bølgehøyde • Bølgeretning • Sikt 	<ul style="list-style-type: none"> • Mengde is på merdstrukturene • Vindstyrke • Vindretning • Strømhastighet • Strømretning • Bølgehøyde • Bølgeretning • Sikt 	<ul style="list-style-type: none"> • Antall løse bunnringkjettinger/antall kontroller av bunnringen • Antall detekterte feil/antall kontroller av bunnring • Antall feilmonterte komponenter eller utstyr detektert

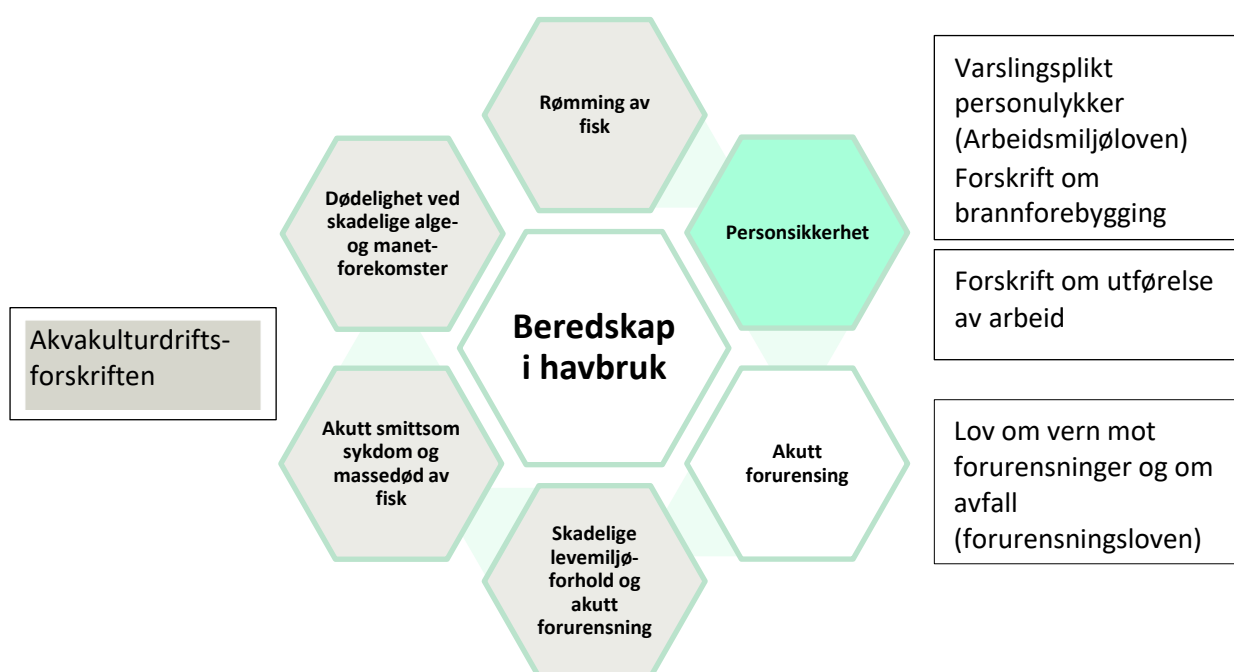
4.5 Beredskap

**"Oppdrett mer eksponert vil kreve en styrket beredskap.
Dimensjonering av beredskap må reflektere det faktiske risikobildet"**

Beredskap ble løftet opp som et eget tema i SFI EXPOSED i 2020. Målet med arbeidet var å få oversikt over regelkrav, ressurser og status for beredskap i næringen, samt behov for fremtiden. Summen av dette arbeidet ble lagt til grunn for utarbeidelsen av en veileder for beredskap i havbruksnæringen.

4.5.1 Regelverkskrav

Beredskap defineres av Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB) som "*planlegging og forberedelser av tiltak for å begrense eller håndtere kriser eller andre uønskede hendelser på best mulig måte*". Ulike regelverk stiller krav til beredskap i havbruk. Dette er illustrert i Figur 6.



Figur 6 Sentrale regelverkskrav for beredskap i havbruksnæringa.

Sentrale lover og forskrifter er:

- Forskrift om drift av akvakulturanlegg (akvakulturdriftsforskriften) FOR-2008-06-17-822
- Lov om vern mot forurensninger og om avfall (forurensningsloven) LOV-1981-03-13-6
- Forskrift om utførelse av arbeid, bruk av arbeidsutstyr og tilhørende tekniske krav (forskrift om utførelse av arbeid) FOR-2011-12-06-1357
- Lov om arbeidsmiljø, arbeidstid og stillingsvern mv. (arbeidsmiljøloven) LOV-2005-06-17-62
- Forskrift om brannforebygging FOR-2015-12-17-1710

Akvakulturdriftsforskriften stiller krav til en oppdatert beredskapsplan. Beredskapen skal ivareta håndtering av flere farer. Først, smittehygiene og fiskevelferd i krisesituasjoner, herunder aktuelle smittehygieniske og dyrevernmessige tiltak for å håndtere akutt utbrudd av **smittsom sykdom og massedød**, inkludert opptak, behandling, transport, maks oppholdstid for fisk i rørsystem, slakting og destruksjon. Videre stilles krav til tiltak for å hindre og håndtere dødelighet ved **skadelige alge- og manetforekomster, levestandarder som er uforenelige med artens krav og akutt forurensning**. Til sist setter akvakulturdriftsforskriften krav til at beredskapsplanen inneholder en oversikt over hvordan rømming kan oppdages, begrenses og gjenfangst effektiviseres (inkl. forholdsregler ved sleping av merder og håndtering av fisk og merder under lasting og lossing). Slepning av produksjonsheter med fisk ble forbudt i august 2022 (FOR-2022-08-24-1487 Forskrift om endring i forskrifter om akvakultur). Det har tidligere ikke vært en vanlig praksis i næringa å slepe merder med fisk, men ble gjort i et forsøk på å redde fisk under algeoppblomstringen våren 2019 (Karlsen et al., 2019).

Lov om vern mot forurensninger og om avfall (forurensningsloven) sier at den som driver virksomhet som kan medføre akutt forurensning skal sørge for å hindre, oppdage, stanse, fjerne og begrense virkningen av forurensningen. Beredskap skal stå i et rimelig forhold til sannsynlighet, omfang og ulemper.

Forskrift om utførelse av arbeid, bruk av arbeidsutstyr og tilhørende tekniske krav (forskrift om utførelse av arbeid) stiller krav til beredskapsplan for nødsituasjoner ved arbeid med kjemikalier.

Arbeidsmiljøloven stiller krav til varslingsplikt (arbeidsgiver skal straks og på hurtigste måte varsle Arbeidstilsynet og nærmeste politimyndighet) ved arbeidsrelatert dødsfall, skade eller sykdom. Beredskap som oppfyller dette kravet beskrives gjerne i selskapenes beredskapsplaner.

Forskrift om brannforebygging stiller krav til fastsatte mål, planer og tiltak for å redusere risiko for brann i byggverk, herunder rutiner for evakuering og redning ved brann og rutiner som sikrer at ansatte har tilstrekkelig kunnskap og ferdigheter i å forebygge og bekjempe brann.

4.5.2 Nasjonale beredskapsressurser for sjøsikkerhet

Sjøsikkerhet og beredskap forutsetter god samhandling mellom offentlige styresmakter, organisasjoner, private virksomheter og enkeltindivid. Det er Justis- og beredskapsdepartementet (JBD) med Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB) som er den øverste myndighet for beredskap. Redningstjenesten koordineres administrativt av JBD. Videre har også Samferdselsdepartementet, Nærings- og fiskeridepartementet, Forsvarsdepartementet, samt Klima- og miljødepartementet ansvar for ulike beredskapsfunksjoner i samfunnet.

Nærings- og fiskeridepartementet har ansvaret for å tilrettelegge for sikre marine operasjoner, samt en klima- og miljøvennlig virksomhet, men disponerer ikke egne beredskapsressurser for fiskeri- og havbruksnæringen. De nasjonale beredskapsressursene beskrives i de neste avsnittene.

Hovedredningsentralen (HRS) har ansvar for å lede og koordinere alle typer redningsaksjoner (til lands, på sjø og i lufta). Dette skjer enten fra avdelingen i Nord- eller Sør-Norge eller gjennom underlagte lokale redningssentraler (LRS). Hvert politidistrikt utgjør en lokal redningssentral. Ansvaret dreier seg primært om å redde mennesker i akutt nød, HRS har ikke ansvar for å berge ytre miljø og materielle verdier.

Redningshelikoptertjenesten er underlagt Luftforsvaret. Det skal til enhver tid være redningshelikoptre i beredskap for umiddelbar utrykning på seks ulike baser.

Kystradio yter service, assistanse og bistand til båter i nød og har to døgnbemannede stasjoner – Kystradio Nord og Kystradio Sør, samt 120 fjernstyrte VHF-stasjoner. Kystradio er en del av Redningstjenesten og bindeledd mellom HRS og fartøy i nød.

Redningsselskapet er en humanitær organisasjon som gjør søk- og redningsoppdrag kanalisert gjennom HRS, og disponerer 26 fast bemannede redningsskøyter – og over 50 redningsskøyter totalt.

Kystverket er nasjonal etat for kystforvaltning, sjøsikkerhet og beredskap mot akutt forurensning, og har ansvar for å koordinere statlig, kommunal og privat beredskap på dette området. De har 15 oljeverndepot og disponerer både egne og Kystvaktens fartøy med oljevernutstyr, samt at de har avtale med private fartøy som kan bistå i oljevernaksjoner.

Kystvakten er underlagt Sjøforsvaret, og har flere oppgaver, inkludert å bistå i søk- og redning. Kystvakten disponerer 15 fartøy, fly og helikoptre.

4.5.3 Status og behov

Intervjuer og arbeidsmøter i EXPOSED viste at oppdrettsselskapene er opptatt av å etablere en god beredskap innenfor alle områdene som regelverket dekker. De lager beredskapsplaner som beskriver ulike hendelser, og har lokale planer for hver lokalitet. Planene legges til grunn for gjennomføring av øvelser.

Nye anleggskonsepser og design, samt lokalisering av anlegg i enda mer eksponerte farvann – både kystnært og til havs – vil kreve en styrket beredskap. Det anbefales at beredskap etableres på en helhetlig og systematisk måte, gjerne i samarbeid mellom ulike oppdrettsselskap. Planer kan med fordel forenkles ved å slå sammen prosedyrer og ta ut overflødig informasjon. Eierskapet til planene er viktig, og beredskapsoppgaver må kobles til arbeidsoppgaver man har ellers.

Noen selskap har allerede etablert samarbeid for rømming, men det kan være mer å hente på å samarbeide utover dette. Selskap kan bli enige om å dele på viktige ressurser og sørge for at det er kapasitet nok til å håndtere ulike hendelser. Ytelseskrav, altså krav som beskriver hva som er god nok beredskap, er lite brukt, sammenlignet med for eksempel olje og gass. Et eksempel på et ytelseskrav kan være definert responstid ved en gitt hendelse: "*dersom det oppdages hull i not, skal hullet dekkes innen x antall minutter.*"

I dag finnes det ikke en etablert arena for deling av kunnskap på tvers av selskap. Ifølge informantene i undersøkelsen i regi av EXPOSED, benyttes uformelle kanaler for rask deling av opplysninger om ulykker. For å styrke beredskapen vil det være nyttig å sikre læring av tidligere hendelser, ved at kunnskapen blir delt i næringa.

5 Oppsummering

Denne rapporten er en oppsummering av arbeidet som er gjort innen forskningsområdet sikkerhet og risikostyring i SFI EXPOSED (2015-2023). Risikobildet som er beskrevet, viser at mer kan gjøres for å bedre sikkerheten for fisk og folk i operasjoner på eksponerte oppdrettsanlegg. Utfordringer som finnes på lokaliteter som brukes i dag, må håndteres i driften av nye anleggskonsepter lenger fra land, og på anlegg som er mer utsatt for vind, bølger og strøm.

Rapporten har pekt på behovet for en helhetlig tilnærming til risiko. Risikodimensjonene i fiskeoppdrett omfatter risiko for skade på materielle verdier, personulykker, dårlig fiskevelferd og -helse, miljørisiko og usikkerhet for mattryggheten. Regelverket er fragmentert med fem tilsynsmyndigheter for ulike deler av produksjonen og konstruksjonene på et oppdrettsanlegg. Myndighetene skaper mer forutsigbare rammer for sikkerhetsarbeidet i selskapene ved å koordinere regelverk og tilsyn.

Sikkerheten i havbruksoperasjoner kan forbedres ved å innføre forebyggende strategier og tiltak. Dette er tiltak som reduserer belastningen og bedrer arbeidsmiljøet for den enkelte arbeidstaker, kontrollerer risiko i operasjonene ved å fjerne farer eller redusere konsekvensen av uønskede hendelser, sikrer forsvarlig opplæring og robust organisering av arbeidet, velfungerende beredskap og sikkerhetsbarrierer som en del av designprosessen. Rapporten presenterer en forbedret metode for risikovurderinger, diskuterer operasjonsgrenser og avbruddskriterier, og foreslår sikkerhetsindikatorer som et verktøy for å overvåke sikkerhetsnivået i havbruksoperasjoner. Dette er elementer som bør inngå i sikkerhetsstyringssystemene på oppdrettsanlegg og fartøy. En styrket beredskap vil være nødvendig for videre utbygging av eksponert oppdrett og havbruk til havs.

6 Referanser

- Berthelsen, K. (2017). Marine Harvest shares experience from exposed aquaculture on the Faroe Islands. *Kyst.no*.
- Fiskeridirektoratet. (2019). *Tilsynskampanje med brønnbåter i 2018*. (Nr. 18/1123). Fiskeridirektoratet region midt.
- Føre, H. M., & Thorvaldsen, T. (2021). Causal analysis of escape of Atlantic salmon and rainbow trout from Norwegian fish farms during 2010–2018. *Aquaculture*, 532, 736002. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.736002>
- Føre, H. M., Thorvaldsen, T., Osmundsen, T. C., Asche, F., Tveterås, R., Fagertun, J. T., & Bjelland, H. V. (2022). Technological innovations promoting sustainable salmon (*Salmo salar*) aquaculture in Norway. *Aquaculture Reports*, 24, 101115. <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2022.101115>
- Holen, S. M., Utne, I. B., Holmen, I. M., & Aasjord, H. (2018a). Occupational safety in aquaculture – Part 1: Injuries in Norway. *Marine Policy*, 96, 184–192. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2017.08.009>
- Holen, S. M., Utne, I. B., Holmen, I. M., & Aasjord, H. (2018b). Occupational safety in aquaculture – Part 2: Fatalities in Norway 1982–2015. *Marine Policy*, 96, 193–199. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2017.08.005>
- Holmen, I. M. (2022). *Safety in Exposed Aquaculture Operations: Strategies and methods for reducing risk*. [Doctoral thesis, Norwegian University of Science and Technology, Faculty of Engineering, Department of Marine Technology]. <https://ntnuopen.ntnu.no/ntnu-xmlui/handle/11250/2986347>
- Holmen, I. M., Utne, I. B., & Haugen, S. (2018). Risk assessments in the Norwegian aquaculture industry: Status and improved practice. *Aquacultural Engineering*, 83, 65–75. <https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2018.09.002>
- Holmen, I. M., Utne, I. B., & Haugen, S. (2021). Identification of safety indicators in aquaculture operations based on fish escape report data. *Aquaculture*, 544, 737143. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2021.737143>
- Holmen, I. M., Utne, I. B., Haugen, S., & Ratvik, I. (2017). The status of risk assessments in Norwegian fish farming. I *Safety & Reliability, Theory and Applications* (s. 1457–1465). CRC Press.
- Jensen, Ø., Dempster, T., Thorstad, E. B., Uglem, I., & Fredheim, A. (2010). Escapes of fishes from Norwegian sea-cage aquaculture: Causes, consequences and prevention. *Aquaculture Environment Interactions*, 1(1), 71–83.
- Karlsen, K. M., Robertsen, R., & Hersoug, B. (2019). Kartlegging av hendelsesforløp og beredskap under giftalgeangrepet våren 2019: Astafjorden, Ofotfjorden, Vestfjorden og Tysfjorden. *Nofima rapportserie*, 29/2019.
- Kongsvik, T., Dahl, Ø., Holmen, I. M., & Thorvaldsen, T. (2019). Safety climate and health complaints in the Norwegian aquaculture industry. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 74, 102874. <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2019.102874>
- Kongsvik, T., Holmen, I. M., Rasmussen, M., Størkersen, K. V., & Thorvaldsen, T. (2018). *Sikkerhetsstyring i havbruk: En spørreskjemaundersøkelse blant ledelse og stabspersonell (In English: Safety management in fish farming. A survey among management and staff)*. NTNU Samfunnsforskning Studio Apertura.

- Kongsvik, T., Thorvaldsen, T., Holmen, I. M., Størkersen, K. V., & Haugen et al. (2018). *Safety climate and compliance in the Norwegian aquaculture industry—Employees' perceptions at different company levels*. *Safety and Reliability - Safe Societies in a Changing World*, Trondheim.
- Lona, E., & Selvik, Ø. (in press). *Fartøysdesign for eksponert havbruk*. SINTEF Ocean.
- McGuinness, E., Aasjord, H. L., Utne, I. B., & Holmen, I. M. (2013a). Fatalities in the Norwegian fishing fleet 1990-2011. *Safety Science*, *57*, 335–351. <https://doi.org/DOI 10.1016/j.ssci.2013.03.009>
- McGuinness, E., Aasjord, H. L., Utne, I. B., & Holmen, I. M. (2013b). Injuries in the commercial fishing fleet of Norway 2000-2011. *Safety Science*, *57*, 82–99. <https://doi.org/DOI 10.1016/j.ssci.2013.01.008>
- Nærings- og fiskeridepartementet (Red.). (2018). *Havbruk til havs. Ny teknologi- nye områder*. <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/havbruk-til-havs/id2625352/>
- Osmundsen, T. C., Olsen, M. S., & Thorvaldsen, T. (2020). The making of a louse—Constructing governmental technology for sustainable aquaculture. *Environmental Science & Policy*, *104*, 121–128. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2019.12.002>
- Riise, O. J. S. (2020a, november 23). Hvor ille skal det være før oppdrettsarbeiderne holder seg på land? *intrafish.no*.
- Riise, O. J. S. (2020b, desember 3). Tillitsvalgte i havbruksnæringa ønsker seg tydeligere regler for arbeid i dårlig vær og utsatt farvann. *intrafish.no*.
- Sandsund, M., Wiggen, Ø., Holmen, I. M., & Thorvaldsen, T. (2021). Work strain and thermophysiological responses in Norwegian fish farming—A field study. *Industrial Health*, *60*(1), 79–85. <https://doi.org/10.2486/indhealth.2020-0259>
- Størkersen, K., Thorvaldsen, T., Kongsvik, T., & Dekker, S. (2020). How deregulation can become overregulation: An empirical study into the growth of internal bureaucracy when governments take a step back. *Safety Science*, *128*, 104772. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2020.104772>
- Størkersen, K. V. (2012). Fish first. Sharp end decision-making at Norwegian fish farms. *Safety Science*, *50*(10), 2028–2034. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2011.11.004>
- Størkersen, K. V., Osmundsen, T. C., Stien, L. H., Medaas, C., Lien, M. E., Tørud, B., Kristiansen, T. S., & Gismervik, K. (2021). Fish protection during fish production. Organizational conditions for fish welfare. *Marine Policy*, *129*, 104530. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2021.104530>
- Thorvaldsen, T., Holmen, I. M., & Kongsvik, T. (2017). *HMS-undersøkelsen i havbruk 2016*. SINTEF Ocean.
- Thorvaldsen, T., Holmen, I. M., & Moe, H. K. (2015). The escape of fish from Norwegian fish farms: Causes, risks and the influence of organisational aspects. *Marine Policy*, *55*, 33–38. <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpol.2015.01.008>
- Thorvaldsen, T., Kongsvik, T., Holmen, I. M., Størkersen, K., Salomonsen, C., Sandsund, M., & Bjelland, H. V. (2020). Occupational health, safety and work environments in Norwegian fish farming—Employee perspective. *Aquaculture*, *524*, 735238. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.735238>
- Thorvaldsen, T., Størkersen, K., Kongsvik, T., & Holmen, I. M. (2021). Safety Management in Norwegian Fish Farming: Current Status, Challenges, and Further Improvements. *Safety and Health at Work*, *12*(1), 28–34. <https://doi.org/10.1016/j.shaw.2020.08.004>
- Yang, X., Utne, I. B., & Holmen, I. M. (2020). Methodology for hazard identification in aquaculture operations (MHIAO). *Safety Science*, *121*, 430–450. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2019.09.021>



Teknologi for et bedre samfunn

www.sintef.no