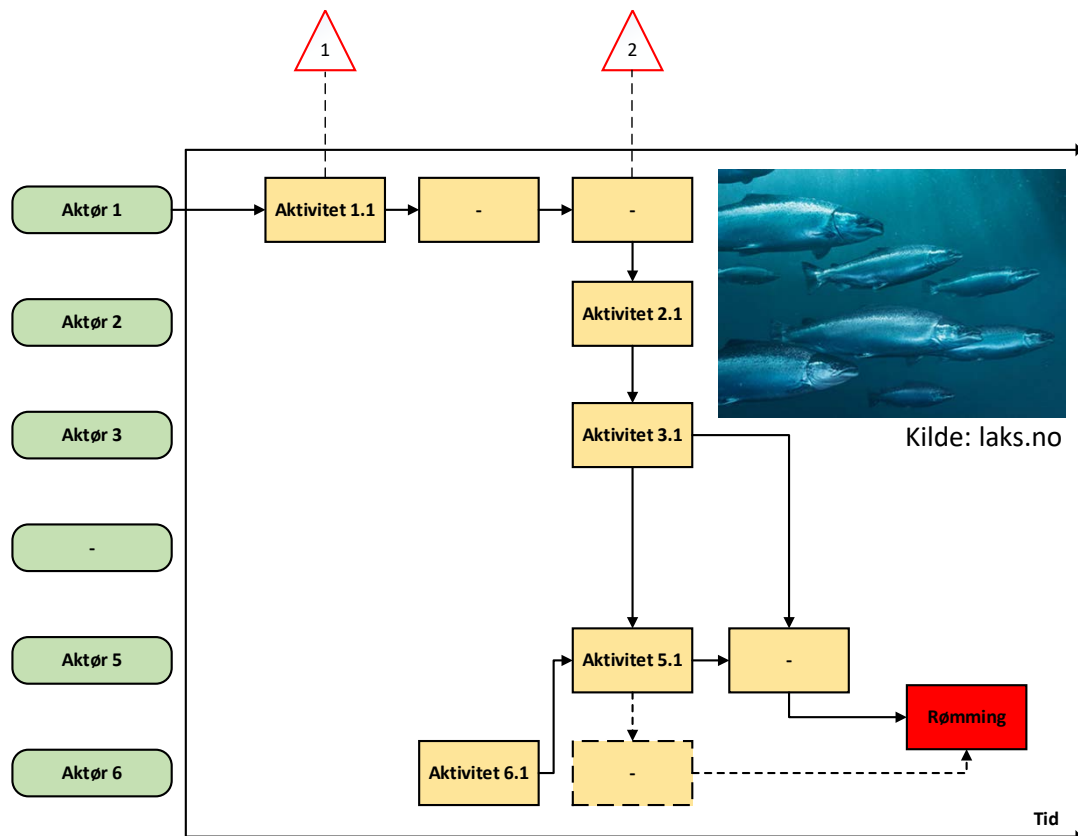


Prosjektnotat

Kunnskap og metoder for å forebygge rømming:
Granskningsmetoder



Eivind H. Okstad
Ranveig Kviseth Tinmannsvik

Mars 2017

Prosjektnotat

Kunnskap og metoder for å forebygge rømming: Granskningsmetoder

VERSJON

Versjon 01

DATO

2017-03-31

FORFATTEREEivind H. Okstad
Ranveig Kviseth Tinmannsvik**OPPDRAKSGIVER**

FHF

OPPDRAKSGIVERS REF.

FHF 901295

PROSJEKTNR

302002524

ANTALL SIDER OG VEDLEGG:

25, inkl. vedlegg

SAMMENDRAG

Notatet er en leveranse innenfor prosjektet "Kunnskap og metoder for å forebygge rømming", som er finansiert av FHF (Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond). Det inneholder en oversikt over utvalgte granskningsmetoder, samt en innledende vurdering av styrker og svakheter ved metodene i forhold til behovene i havbruksnæringen. Følgende metoder er vurdert: STEP, MTO og AcciMap.

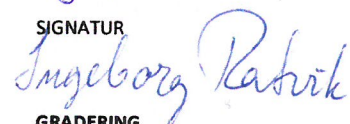
I det videre arbeidet i prosjektet vil ulike metoder bli testet ut, og vi vil utvikle en metodikk for granskning av rømmingshendelser som bygger på styrkene til de ulike metodene. Vi vil også sørge for å tilpasse ambisjonsnivået slik at det står i forhold til de rammebetingelsene som eksisterer mht. tid og ressurser til å gjennomføre granskninger hos næringsaktørene.

KONTROLLERT AV

Ranveig Kviseth Tinmannsvik

SIGNATUR**GODKJENT AV**

Ingeborg Ratvik

SIGNATUR**PROSJEKTNOTAT NR**

302002524/1

GRADERING

Åpen

Historikk

VERSJON	DATO	VERSJONSBEKRIVELSE
Versjon 01	2017-03-31	Versjon oversendt styringsgruppen i henhold til avtale.

Innholdsfortegnelse

1	Innledning	4
1.1	Bakgrunn	4
1.2	Struktur og innhold i notatet	4
2	Granskningsprosessen	5
2.1	Hensikt og mandat for granskning	5
2.2	Ulike nivåer av ulykkesgranskning	5
2.3	Ulike faser i en granskning	6
2.3.1	Datainnsamling	7
2.3.2	Analyse.....	7
2.3.3	Forbedringsforslag.....	8
3	Ulike perspektiver – ulike typer ulykkesmodeller	9
3.1	Prosessmodeller.....	9
3.2	Årsakskjedemodeller.....	9
3.3	Energi/barriere-modeller.....	10
3.4	Informasjonsergonomiske modeller	10
4	Granskningsmetodikk	10
4.1	Krav til en god granskningsmetodikk	10
4.2	STEP: Sequentially Timed Events Plotting.....	11
4.3	MTO: Menneske – Teknologi – Organisasjon	13
4.4	AcciMap	15
5	Sammenlikning av metoder	16
5.1	Prinsipielle egenskaper ved metodene.....	16
5.2	Styrker og svakheter	17
5.3	Anvendbarhet i forhold til behovene i havbruksnæringen.....	17
6	Referanser	19
	Vedlegg	20
	A: Forkortelser	21
	B: Eksempler på bruk av STEP- og MTO-metoden	22
	B1: STEP-diagram: Rømmingsfase - Hull i not oppstår.....	23
	B2: STEP-diagram: Skadebegrensningsfase - Håndtering av rømming	24
	B3: MTO-diagram for en løftehendelse offshore.....	25

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

Bakgrunnen for notatet er ønsket om å utvikle en granskningsmetodikk som næringen kan ta i bruk for å granske egne hendelser. En slik metodikk vil bidra til å øke kunnskapen om bakenforliggende årsaker til rømmingshendelser, og dermed etablere et godt grunnlag for å kunne velge effektive tiltak. Følgende forhold ligger til grunn for dette:

- Flere rømmingshendelser hvert år
- Regelverkets føring (bl.a. IK-Akvakultur-forskriften, 2004) og forventninger fra myndighetene (Nærings- og fiskeridepartementet (tidl. Fiskeridepartementet, 2004).
- Havbruksnæringens ønske om å lære mer av egne og andres rømmingshendelser
- Lite formaliserte granskninger i havbruksnæringen

Granskning av uønskede hendelser er én av strategiene for å forebygge uønskede hendelser i havbruksnæringen. Denne tilnærmingen er typisk *reaktiv og erfaringsbasert*, og innebærer at man iverksetter forbedringstiltak på bakgrunn av inntrufne hendelser. En annen strategi for å forebygge rømmingshendelser er gjennom en *proaktiv og risikobasert* tilnærming, der man forebygger uønskede hendelser og iverksetter tiltak basert på risikoanalyser. Sistnevnte tilnærming vil ikke bli nærmere omtalt i dette notatet.

Fiskeridirektoratet foretok en gjennomgang av ni hendelser i forbindelse med uværet "Nina" i 2015 (Fiskeridirektoratet, 2015). Rapporten fra denne viste at fem av de ni rømmingshendelsene var knyttet til fortøyning, enten direkte tap av fortøyning eller etter såkalt "drabbing" av ankre. Hendelsene var imidlertid ulike mht. hendelsesforløp. Fiskeridirektoratet påpeker også i rapporten behovet for at organisasjonsmessige og kulturelle forhold i større grad inngår i undersøkelsesrapporter etter rømminger fra akvakulturanlegg.

1.2 Struktur og innhold i notatet

Notatet gir en generell beskrivelse av granskningsprosessen og en innføring i utvalgte granskningsmetoder som er i bruk i andre sektorer, samt en innledende vurdering og diskusjon av styrker og svakheter ved metodene i forhold til behovene i havbruksnæringen. Notatet er en leveranse fra arbeidspakke 2: "En tilpasset metodikk for granskning av rømmingshendelser". Følgende metoder er vurdert:

- STEP (Sequentially Timed Events Plotting)
- MTO (Menneske – Teknologi – Organisasjon)
- AcciMap

De ulike metodene vil senere i prosjektet bli prøvd ut på noen utvalgte hendelser som har inntruffet tett opptil, eller skjer i løpet av prosjektperioden. Granskningene vil koordineres med arbeidspakke 1: "Kartlegging og analyse av rømmingshendelser", og gjennomføres i samarbeid med næringen.

Granskningene vil ha to hovedformål: 1) Være en arena for å teste ulike granskningsmetoder 2) Etablere et bredt bilde av årsaker og forslag til tiltak for de granskede rømmingshendelsene. Etter å ha prøvd ut ulike metoder i granskningene, vil man ha et utgangspunkt for å tilpasse en metode for granskning av rømmingshendelser.

Målgruppen for notatet er primært partnerne som er representert i styringsgruppen for prosjektet. Videre vil det utgjøre en felles basis for prosjektgruppa i det videre arbeidet i prosjektet.

2 Granskningsprosessen

I dette kapitlet beskrives granskningsprosessen hvor det innledes med hensikt og mandat for granskningen og granskningens plass i en helhetlig sikkerhetsstyring. Videre gis en beskrivelse av nivåene av granskning og ulike ulykkesmodeller som ligger til grunn for granskningsmetodene.

2.1 Hensikt og mandat for granskning

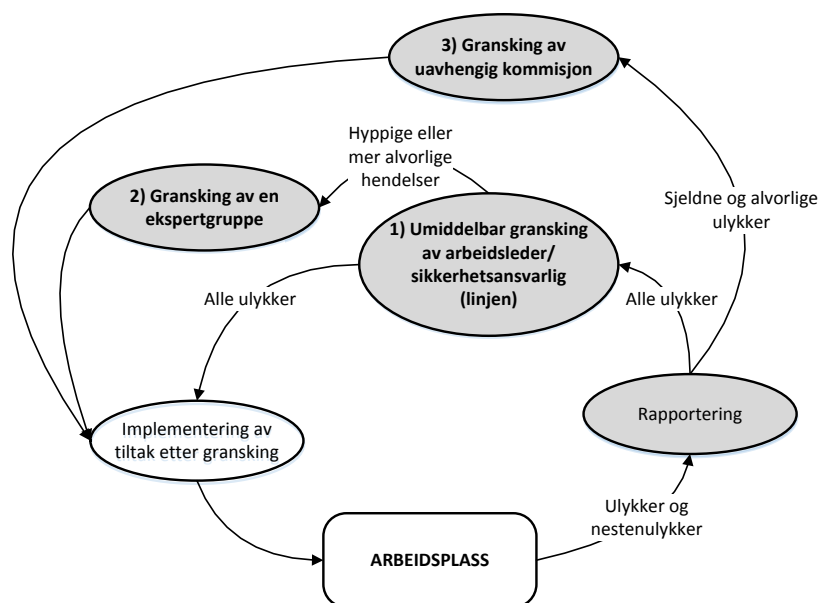
Hovedhensikten med å granske ulykker og uønskede hendelser er for å kunne lære av dem. Å identifisere sikkerhetsproblemer og egnede risikoreduserende tiltak vil dermed være det viktigste resultatet av granskningsprosessen. Det er tre ulike faser i en ulykkesgranskning: 1) Kartlegge hendelsesforløpet ("hva"), 2) Kartlegge direkte og bakenforliggende årsaker ("hvorfor") og 3) Identifisere sikkerhetsproblemer og mulige tiltak ("hvordan forbedre"). Disse fasene er nærmere omtalt i kapittel 2.3.

En granskning initieres som regel av virksomheten som erfarte hendelsen. Ved mer alvorlige hendelser som har, eller kunne ha fått innvirkning på liv og helse, ha medført alvorlig miljøkonsekvenser eller tap av store økonomiske verdier, vil myndighetene eller tilsynsorganer også ha interesse av å granske. Som hovedregel formes da mandatet av vedkommende organ som initierer granskningen. I en virksomhet vil intensjonen i hovedtrekk være å avdekke de direkte- og bakenforliggende årsakene og å foreslå tiltak for å forebygge fremtidige hendelser. Et sentralt punkt for å få en bred kartlegging av årsaker er at man i granskningen utelukker spørsmålet om ansvar og skyld (Hovden, Størseth og Tinmannsvik, 2011).

2.2 Ulike nivåer av ulykkesgranskning

Når man skal granske en ulykke, kan det skje på ulike måter og med ulik detaljeringsgrad og ressursinnsats, avhengig av hvor alvorlig hendelsen er, og hvor dypt man ønsker å belyse årsakene til hendelen. Det er viktig å prioritere innsats mot de hendelsene og nestenulykkene hvor det er størst konsekvens og potensial for læring. Kjellén (2000) foreslår følgende nivåinndeling av hendelser, se Figur 1:

- Nivå 1: Lokal granskning: Alle rapporterte hendelser (ulykker og nestenulykker) granskes av arbeidsleder/formann og sikkerhetsansvarlig i fellesskap.
- Nivå 2: Granskning av ekspertgruppe: Et utvalg av mer alvorlige hendelser, f. eks. hendelser som inntreffer relativt hyppig eller hendelser med et relativt høyt skadepotensial, granskes fortløpende av en egen ekspertgruppe.
- Nivå 3: Uavhengig granskning: Hendelser med et høyt skadepotensial som inntreffer meget sjeldent granskes av en uavhengig granskningskommisjon. Uavhengigheten til kommisjonen defineres her i forhold til den enhet, eller organisasjon som er ansvarlig for hendelsen. Denne type granskning har mye likhetstrekk med utøvelse av tilsyn.



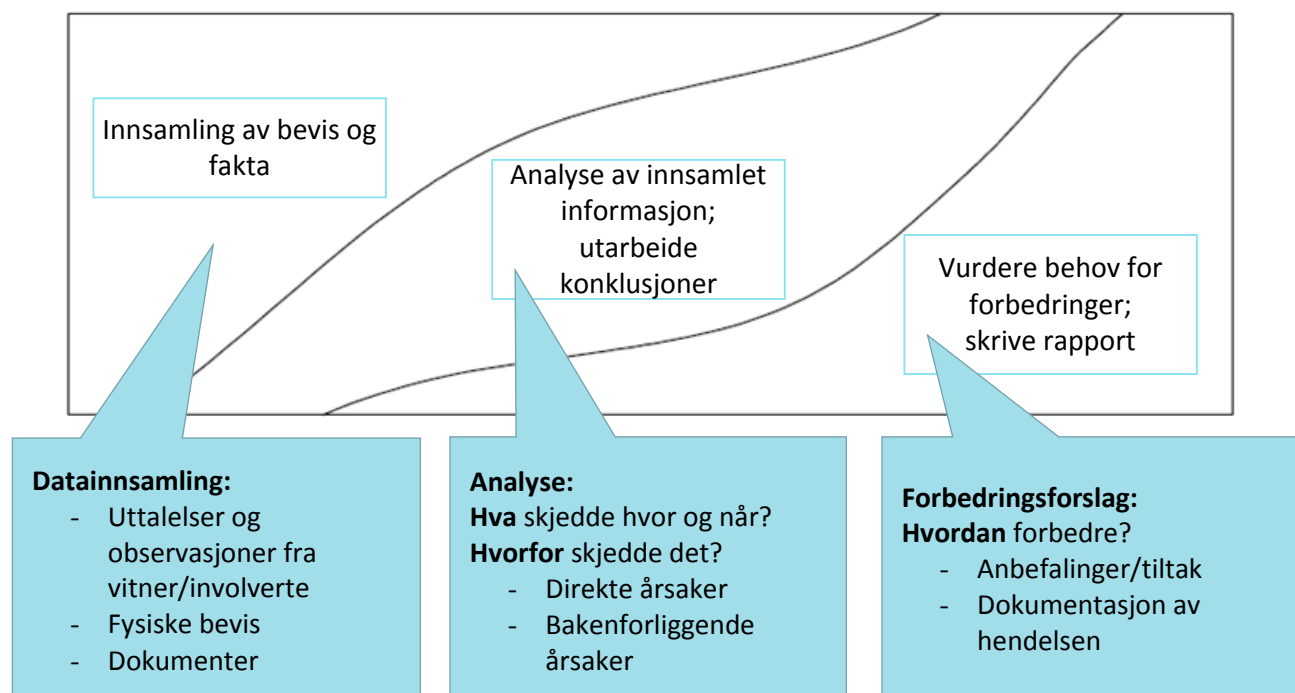
Figur 1. Tre ulike nivåer av ulykkesgranskning (Kjellén, 2000).

Det er ulikt omfang og resultat av granskninger på de ulike nivåene (Kjellén, 2000). På nivå 1 vil som oftest anbefalinger om korrigerende tiltak være rettet mot de direkte utløsende årsakene. På nivå 2 vil anbefalingene dekke litt bredere, og tiltak rettes mot påvirkende faktorer til hendelsen, enten knyttet til arbeidsplassen eller avdelingen hvor det skjedde. En uavhengig kommisjon som gransker på nivå 3 vil dekke alle de foregående typer av anbefalinger. I tillegg vil kommisjonen i kraft av sin rolle gjøre vurderinger av mulige bakenforliggende årsaker til den alvorlige hendelsen, og anbefale tiltak deretter.

2.3 Ulike faser i en granskning

Granskningsprosessen består av en sekvens av aktiviteter som gjennomføres i den hensikt å beskrive hva som har skjedd, avdekke årsakene til at hendelsen inntraff, og foreslå egnede tiltak som kan forhindre at noe tilsvarende skjer igjen. Prosessen starter gjerne umiddelbart etter at hendelsen har inntruffet og varer frem til fremleggelse av den endelige granskningsrapporten. Granskningsprosessen kan deles inn i tre hovedfaser som vist i Figur 2. Figuren viser at de enkelte fasene overlapper i tid, og er en iterativ prosess der man beveger seg mellom datainnsamling, analyse og forbedringsforslag ut fra funn og hvilke behov som melder seg underveis i granskningsprosessen.

1. Datainnsamling: Samle inn informasjon knyttet til hendelsen
2. Analyse: Analyse av informasjon og bevismateriale (hendelsesforløp og årsaker)
3. Forbedringsforslag: Anbefale tiltak og skrive rapport



Figur 2. Tre hovedfaser i en granskning (tilpasset etter DOE, 1999).

En fjerde fase er implementering av tiltak og videre oppfølging. Dette kan ligge utenfor mandatet for en granskning hvis denne er utført av en ekstern part, som f.eks. en myndighet/tilsynsorgan. Alle fire fasene er imidlertid påkrevet for å lukke styringsløyfen i Figur 1.

2.3.1 Datainnsamling

Tilstrekkelig og riktig informasjon om hendelsen er vesentlig for en vellykket granskning. Kvaliteten på informasjon påvirker også kvaliteten av analysefasen i stor grad. Man bør ha klart for seg hvilken informasjon som er spesielt viktig før man går i gang med granskningen. Informasjon i tilknytning til hendelsen kan være i form av:

- Intervju av involverte, vitneutsagn eller observasjoner fra de som var tilstede da hendelsen skjedde.
- Fysiske bevis i form av utstyr eller komponenter som utgjorde vesentlige deler av systemet som ble rammet.
- Relevante dokumenter i form av prosedyrer, logger, rapporter relatert til driften av systemet

2.3.2 Analyse

Analysefasen tar utgangspunkt i innsamlet informasjon om hendelsesforløpet og innhentede bevis, og søker å avdekke direkte og bakenforliggende årsaker til hendelsen.

To hovedspørsmål søkes besvart:

1. **Hva** skjedde?
2. **Hvorfor** kunne det skje?

Disse spørsmålene besvares gjennom analysen i Trinn 1 og Trinn 2 nedenfor.

Trinn 1: Kartlegge hendelsesforløpet

Hensikten med å kartlegge hendelsesforløpet er å kunne forstå og beskrive hva som faktisk skjedde, hvor og når det skjedde, samt hvem som var involvert i hendelsesforløpet.

Hendelsesforløpet fremstilles gjerne som en kjede av hendelser som utvikler seg over tid. Innledningsvis i granskningen bør man avklare rammene for granskningen, f.eks. hvor langt tilbake i tid man ønsker å starte kartleggingen av hendelsesforløpet. De fleste vil starte fremstillingen ved en aktivitet som forløper normalt i forkant av et avvik/feil/svikt som starter et hendelsesforløp som resulterer i en hendelse med uønskede konsekvenser. Der det er usikkerhet knyttet til hendelsesforløpet bør dette komme klart frem av beskrivelsen. Eksempler på grafisk fremstilling av hendelsesforløp finnes i metodebeskrivelsene i kapittel 4.

Trinn 2: Årsaksanalyse

Årsaker til hendelser kan beskrives på flere nivå:

1. Direkte (utløsende) årsak
2. Bakenforliggende årsak i flere nivåer ("hvorfor x 4")

Direkte årsak til hendelsen kan sees på som det umiddelbare forholdet, eller den utløsende mekanismen til at hendelsen inntreffer. Bakenforliggende årsaker er omstendigheter og mer grunnleggende forhold som har bidratt til hendelsen. Et godt prinsipp er å stille spørsmålet "hvorfor" flere ganger, slik at man avdekker grunnleggende svakheter ved organisasjonen (kompetanse, planlegging, styringssystemer), og som kan være kilde til effektive forbedringstiltak. Noen anbefaler "hvorfor x 4" for å sikre seg at man har gravd dypt nok og har dekket MTO-perspektivet (menneske – teknologi – organisasjon) på en tilfredsstillende måte.

2.3.3 Forbedringsforslag

Det viktigste målet med en granskning er å identifisere og anbefale tiltak som kan forhindre eller redusere muligheten for at uønskede hendelser skal skje i fremtiden. Anbefalte tiltak baseres på årsaksanalysen og rettes mot både direkte årsaker og bakenforliggende forhold. I tillegg kan det være tiltak som vil være med å bidra til å gjøre systemet mindre sårbart for eksterne forhold/omstendigheter, som eksempelvis ekstremvær.

Ved enkelthendelser på selskapsnivå vil anbefalingene gjerne rettes mot tekniske, operasjonelle eller organisatoriske forhold knyttet til den aktuelle virksomheten. Ved mer alvorlige og/eller mer hyppige hendelser i en type virksomheter kan problemet stikke dypere og være et mer gjennomgående problem for næringen. I slike tilfeller kan det være hensiktsmessig å rette tiltak også mot regulering og utøvelse av tilsyn.

3 Ulike perspektiver – ulike typer ulykkesmodeller

Når man gransker en ulykke, er det viktig at man favner vidt i forståelsen av hvorfor og hvordan ulykken skjedde. Dette er avgjørende for å dekke alle medvirkende faktorene (årsakene) til ulykken. Dette er også viktig for å identifisere gode, effektive tiltak. Hollnagel (2008) omtaler dette som "WYLFIWYF – WYFIWYF"-prinsippet, dvs. at dersom vi i granskningsprosessen har et snevert fokus i vurderinger av årsaker til hendelser, vil vi også få et snevert utgangspunkt for valg av løsninger og tiltak.

"WYLFIWYF – WYFIWYF"
***What You Look For Is What You Find - What You Find Is
What You Fix***

I dette arbeidet kan vi ha god nytte av ulykkesmodeller. Slike modeller benyttes for å etablere en felles forståelse i organisasjonen av omstendighetene rundt, og hvorfor ulykker inntreffer (Kjellén, 2000). Slike modeller er også utgangspunktet for hva slags type HMS-informasjon som er relevant å samle inn i forbindelse med en granskning. En ulykkesmodell gir et forenklet bilde av virkeligheten, og vil være til stor hjelp når mye informasjon og data skal bearbeides og analyseres i granskningen.

Det eksisterer ulike type modeller som hver belyser bestemte aspekter ved en ulykke. I noen tilfeller vil en kombinasjon av flere modeller gi den beste helhetlige forståelsen av en ulykke. Følgende typer av ulykkesmodeller blir kort omtalt nedenfor:

- Prosessmodeller
- Årsakskjedemodeller
- Energi/barriere-modeller
- Informasjonsergonomiske modeller

3.1 Prosessmodeller

Prosessmodellene utgjør ofte ryggraden i en ulykkesgranskning. Slike modeller viser hvordan et system gradvis går fra å være i en normaltilstand til å bevege seg mot en tilstand hvor en ulykke lett kan oppstå (Kjellén, 2000). Ulykkene fremstilles som en kjede av hendelser som utvikler seg over tid. Til forskjell fra f.eks. årsakskjedemodeller skiller prosessmodeller klart mellom ulykkessekvensen, årsakssammenhenger og påvirkende faktorer. Prosessmodellene deler gjerne ulykkessekvensen inn i fire ulike faser:

1. Overgangen fra normaltilstand til å begynne å miste kontroll
2. Overgangen fra man er i ferd med å miste kontroll til energi er ute av kontroll
3. Energi ute av kontroll treffer objekt og absorberes
4. Stabilisering av energi og skade oppstår

3.2 Årsakskjedemodeller

Årsakskjedemodellene legger vekt på å vise hvordan farlige handlinger og farlige forhold på en arbeidsplass kan spores tilbake til mangler ved styringssystemer, organisasjon og ledelse. Den eldste av disse modellene er den såkalte "Domino-teorien" (Heinrich, 1959) som er en forløper for mange etterfølgende

ulykkesmodeller, bl.a. ILCI-modellen (The International Loss Control Institute) og TRIPOD (Groeneweg, 1998). En utfordring med årsakskjedemodellene er at de ikke skiller mellom den observerte ulykkessekvensen, og årsaker knyttet til menneskelige faktorer og forhold knyttet til organisasjon og ledelse.

3.3 Energi/barriere-modeller

Ifølge energi/barriere-modellene inntreffer ulykker når objekter (f.eks. et menneske) utsettes for skadelige påkjenninger (energi), og det mangler effektive barrierer mellom energikilden og objektet. Energi/barriere-modellene har hatt stor betydning for europeisk regelverk og standardisering, f. eks. knyttet til maskinsikkerhet og risikoanalyser. Haddon (1980) skisserer 10 strategier, eller tiltakskategorier for å hindre ulykker, hvorav fem kan relateres til kontroll med energikilden, to relateres til selve barrieren, og tre relateres til å begrense skaden på et eksponert objekt.

Et fortrinn med energimodellene er at de går langt i beskrive konsekvensene av en hendelse/ulykke. Ved eksponering for en type energi kan en bygge videre på fysiske lover, og konsekvensene er i stor grad bestemt av mengde og type energi som frigjøres.

3.4 Informasjonsergonomiske modeller

Informasjonsergonomiske modeller er opptatt av menneske-maskin-forholdet (f.eks. i et kontrollrom). Disse modellene ser på hvordan mennesket skaffer seg informasjon og bearbeider denne til en handling. Analyse av menneskelige feilhandlinger i arbeidssituasjonen kan ta utgangspunkt i denne type modeller.

I en granskning kan et mål være å identifisere eventuelle menneskelige feil knyttet til det å identifisere og evaluere situasjoner som oppstår, ut fra den tilgjengelige informasjonen. Slik prosessering av informasjon er påkrevd for å ha kontroll med systemet. Ifølge disse modellene skjer ulykker gjerne som et resultat av operatørens manglende evne til å håndtere en situasjon hvis informasjonsmengden blir for stor, uoversiktlig eller kompleks.

4 Granskningsmetodikk

4.1 Krav til en god granskningsmetodikk

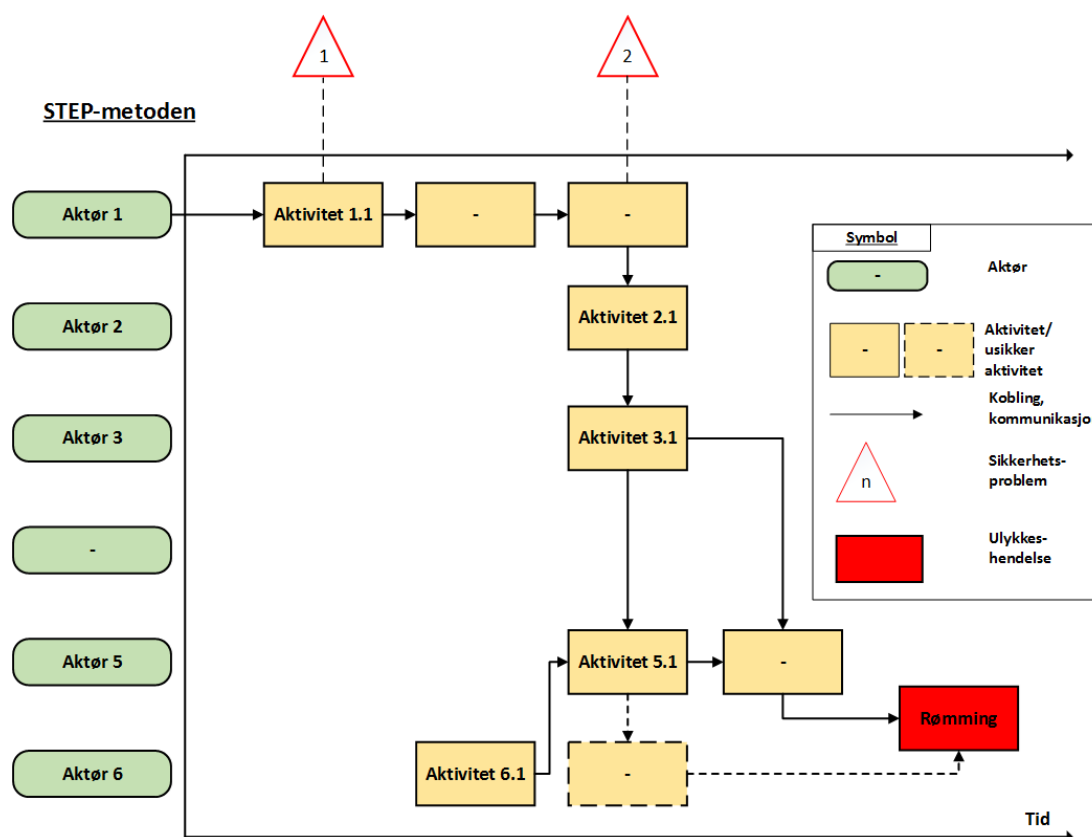
En god granskningsmetodikk sikrer kvaliteten på granskningsprosessen ut fra det definerte mandatet og formålet med granskningen. Granskningsmetoden skal bidra til følgende (bl.a. basert på Kjellén, 2000):

- Kunne formidle et felles mentalt bilde av hendelsesforløpet eller ulykkessekvensen
- Stille de riktige spørsmålene ut fra mandatet til granskningen, og definere hvilken type informasjon som må innhentes
- Gi støtte i etablering av "stopp-regler", dvs. kriterier for når man har gått tilstrekkelig langt i kartlegging av bakenforliggende årsaker til hendelsen
- Gi støtte i å evaluere og strukturere innhentet informasjon slik at denne kan settes sammen til en meningsfull årsaksforklaring
- Som del av analysen kunne sjekke ut/kontrollere om all nødvendig informasjon er innhentet
- Avdekke eventuelle relasjoner eller sammenhenger mellom ulike typer av informasjon
- Synliggjøre eventuell usikkerhet i analysene
- Gi støtte til å kommunisere informasjon og konklusjoner fra granskningen.

I praksis er valg av granskningsmetode i ulike bransjer og virksomheter mye basert på tiltroen man har til en bestemt metode eller fremgangsmåte. Et eksempel er Petroleurstilsynets bruk av MTO-metoden til granskning av ulykker i petroleumsvirksomheten. I det følgende beskrives de tre nevnte metodene: STEP, MTO og AcciMap.

4.2 STEP: Sequentially Timed Events Plotting

STEP-metoden bygger på en prosessmodell og ble utviklet av Hendrick og Benner (1987). STEP-diagrammet er en matrise med rader og kolonner som illustrerer *aktører* og en *tidsskala*. Ulykkeshendelsen fremstilles i diagrammet ved bruk av såkalte multi-lineære hendelseskjeder (se Figur 3.). Metoden visualiserer godt rekkefølgen av aksjoner/aktiviteter, og om flere aktiviteter/hendelser skjer samtidig i tid, noe som er vanskeligere å vise i en lineær kjede av hendelser. I tillegg identifiserer metoden sikkerhetsproblemer som grunnlag for å vurdere tiltak.



Figur 3. En enkel prinsippskisse for et STEP-diagram.

STEP-metoden bygger på fire hovedprinsipper:

1. Hverken ulykken i seg selv, eller granskningen av denne, følger en lineær kjede av hendelser. Det er ofte slik at flere aktiviteter forgår samtidig innenfor et tidsvindu.
2. Blokkdiagram-formatet illustrerer ulykkessekvensen, bestående av flere enkelthendelser, og flyt av informasjon.
3. Piler benyttes for å illustrere retningen på hendelsessekvens og/eller flyten av informasjon.

4. Både arbeidsprosesser (normale operasjoner) og ulykkesprosesser kan forstås gjennom å benytte samme granskningsmetodikk. Begge typer prosesser involverer aktører og aktiviteter som kan belyse hendessesekvenser med ulike utfall og årsakssammenhenger.

En ulykkesprosess starter med aktiviteten som innleder overgangen fra en normal arbeidsprosess til en ulykkessekvens (Sklet, 2000). Aktørene involvert i hendelsen listes opp til venstre i diagrammet og det avsettes én linje for hver aktør. Langs den horisontale tidsaksen beskrives enkelthendelser/aktiviteter i forhold til når de inntreffer i hendelsesforløpet. Tidsaksen kan deles inn hensiktsmessig etter lengden på perioden granskningen skal dekke. Tidsskalaen behøver ikke være lineær, men hendelsene må komme i riktig rekkefølge. På denne måten kan analysen fange opp noen sekvenser av hendelsesforløpet mer detaljert enn andre.

En enkelthendelse i STEP-diagrammet er "en aktør som utfører en aktivitet", dvs. det skal benyttes aktive verb i beskrivelsen av aktiviteten. En aktør kan være en enkeltperson, en organisasjon, et fysisk objekt eller et teknisk system. Aktører kan involveres i prosessen ved enten å måtte *tilpasse* seg en påvirkning fra omgivelsene, eller aktivt ved selv å initiere en endring som andre påvirkes av, eller må ta hensyn til. En aktivitet kan være et fysisk inngrep, eller en mental observasjon hvis denne foretas av en person eller organisasjon. Hendessesekvenser vises i STEP-diagrammet ved at man tegner piler mellom en tidligere aktivitet som er nødvendig for at en senere aktivitet skal kunne inntreffe.

"BackSTEP" er en teknikk som anvendes i STEP-metoden til å stille spørsmål omkring hva skjedde i forkant av en enkelthendelse i tilfeller det mangler informasjon, eller tydelige bevis omkring et forløp. Man går frem ved å spørre: Hva kunne ha forårsaket dette? Man bygger da opp alternative årsakssammenhenger og forklaringsmodeller som hver kan kreve mer detaljerte undersøkelser før man kommer til bunns i årsaksforholdene.

STEP-metoden har innebygget noen tester som sikrer kvalitet og konsistens i analysen:

- *Rad-testen* forteller om du trenger flere byggesteiner i form av aktører langs y-aksen. Testen gir svar på om aktørbildet er brutt ned tilstrekkelig.
- *Kolonne-testen* sjekker ut en sekvens av hendelser ved å sammenstille aktiviteter/enkelthendelser som berører én aktør, med aktiviteter foretatt av andre aktører. Dette er bl.a. en test for å sjekke at enkelthendelser er plassert riktig i forhold til hverandre tidsmessig.
- "*Nødvendig-og-tilstrekkelig*" testen utføres når en mistenker at aktivitet(er) foretatt av én aktør utløser etterfølgende aktivitet(er) av en annen aktør i STEP-diagrammet. Spørsmålet er om de tidligere aktivitetene var tilstrekkelige til å forårsake den etterfølgende hendelsen, eller om andre aktiviteter også er nødvendige betingelser for denne. Hvis de tidligere aktivitetene i diagrammet var "tilstrekkelige" sitter man med nok data om hendelsen. Hvis ikke, bør man i tillegg se etter andre forklaringer til at hendelsen skjedde, dvs. utvide STEP-diagrammet med ytterligere informasjon.

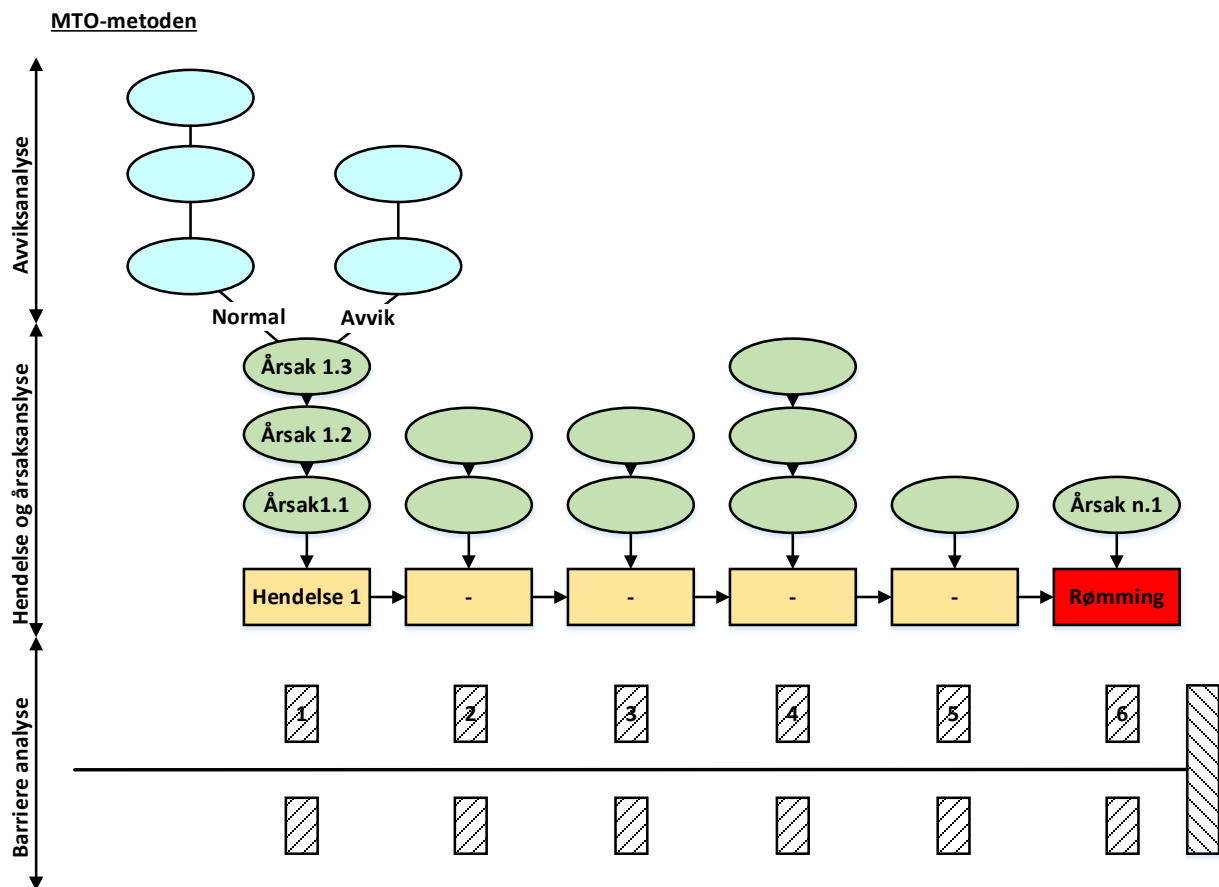
STEP-metoden gir også støtte i å identifisere sikkerhetsproblemer ved et system, og ved utvikling av sikkerhetstiltak. Sikkerhetsproblemer forbundet med enkelthendelser, eller kombinasjoner av hendelser, markeres med triangler ("varseltrekanter") i toppen av STEP-diagrammet. Sikkerhetsproblemene vil være utgangspunkt for å foreslå effektive forebyggende tiltak.

Et eksempel på bruk av STEP i analyse av en konkret rømmingshendelse er vist i Vedlegg B.

4.3 MTO: Menneske – Teknologi – Organisasjon

MTO-metoden bygger på en prosessmodell hvor hendelsesforløpet fremstilles som en lineær kjede av hendelser, dvs. alle hendelsene fremstilles på en rekke (se hendelseskjeden markert med gul farge i Figur 4). Dette til forskjell fra STEP-metoden, som fremstiller hendelsesforløpet som en multi-lineær kjede av hendelser. Metoden bygger på den amerikanske metoden HPES (Human Performance Enhancement System) og fokuserer på samspillet mellom menneskelige (M), tekniske (T) og organisatoriske (O) faktorer – med likeverdig fokus på alle tre aspektene (Sklet, 2000). MTO-metoden består av tre underliggende metoder/analyseteknikker:

1. *Strukturert beskrivelse av hendelsen:* Illustrerer hendelseskjeden og årsaker knyttet til hver enkelt hendelse. Årsaksanalysen dekker både direkte og bakenforliggende årsaker.
2. *Avviks-/endringsanalyse:* Viser hvordan avvik fra normal prosedyre/"god praksis" påvirker enkelthendelser i en sekvens.
3. *Barriereanalyse:* Viser tekniske, operasjonelle eller administrative barrierer som har sviktet eller manglet.



Figur 4. Prinsippkisse for et MTO-diagram.

Strukturert beskrivelse av hendelsen: Første trinn i en MTO-analyse er å identifisere hendelsesforløpet og presentere denne i et lineært blokkdiagram. Deretter identifiseres menneskelige, tekniske eller organisatoriske årsaker som har bidratt til at hendelsen fikk utvikle seg. Først kartlegges den direkte/utløsende årsaken (Årsak 1.1), og deretter de mer bakenforliggende forholdene. Som del av MTO-metoden er det også

utviklet sjekklister med MTO-faktorer som benyttes ved identifisering av årsaksfaktorene. Et eksempel på sjekklister for MTO-faktorer er vist nedenfor.

Tabell 1. Sjekklister for MTO-faktorer.

M-menneskelige	T-tekniske/fysiske	O-organisatoriske
Arbeidsledelse	Utforming av arbeidsplass – HMI (Human Machine Interface)	Organisering og bemanning
Uformell informasjonsflyt	Tilgang til utstyr	Planlegging av arbeidet
Kunnskap og erfaring	Design av utstyr	Bruk av metoder/verktøy i utførelsen av arbeidet
Normer	Pålitelighet av utstyr	Vedlikeholdsrutiner
Sikkerhetskultur	Fysiske farer (varme/elektrisitet, etc.)	Kompetansebygging, øvelser
Personlige forhold	Materialer og kjemikalier	Risikoanalyser/-vurderinger
	Fysisk arbeidsmiljø	Internt tilsyn/revisjoner
	Personlig verneutstyr	Kontroll med tredjepart/-leverandører
	Sikkerhetsutstyr og -systemer	Belønningssystemer, sanksjonering
		Arbeidstidsordninger/skiftordninger
		Arbeidsprosedyrer
		Sikkerhetsinstrukser
		Førstehjelp/beredskap

Avviks-/endringsanalyse: Andre trinn i analysen avdekker om hendelsen kan ha sammenheng med at det var avvik fra etablerte prosedyrer, eller endringer i forhold til normal måte å utføre arbeidet på.

Barriereanalyse: Tredje trinn identifiserer hvilke tekniske, operasjonelle eller administrative barrierer som har sviktet eller manglet, og som gjorde at hendelsen eskalerte. Alle relevante barrierer illustreres i nederste del av MTO-diagrammet. Det er også en god praksis å kartlegge hvilke barrierer som har fungert som forventet, og som gjorde at hendelsen ikke fikk et mer alvorlig utfall enn den faktisk gjorde.

Sentrale spørsmål i MTO-analysen er:

- Hva kunne ha forhindret utviklingen av hendelsessekvensen (årsaker/barrierer)?
- Hva kunne virksomheten ha gjort for å forhindre ulykken?

Siste punkt i MTO-analysen er å identifisere *tiltak og anbefalinger*. Det er et mål å presentere så spesifikke og realistiske anbefalinger som mulig.

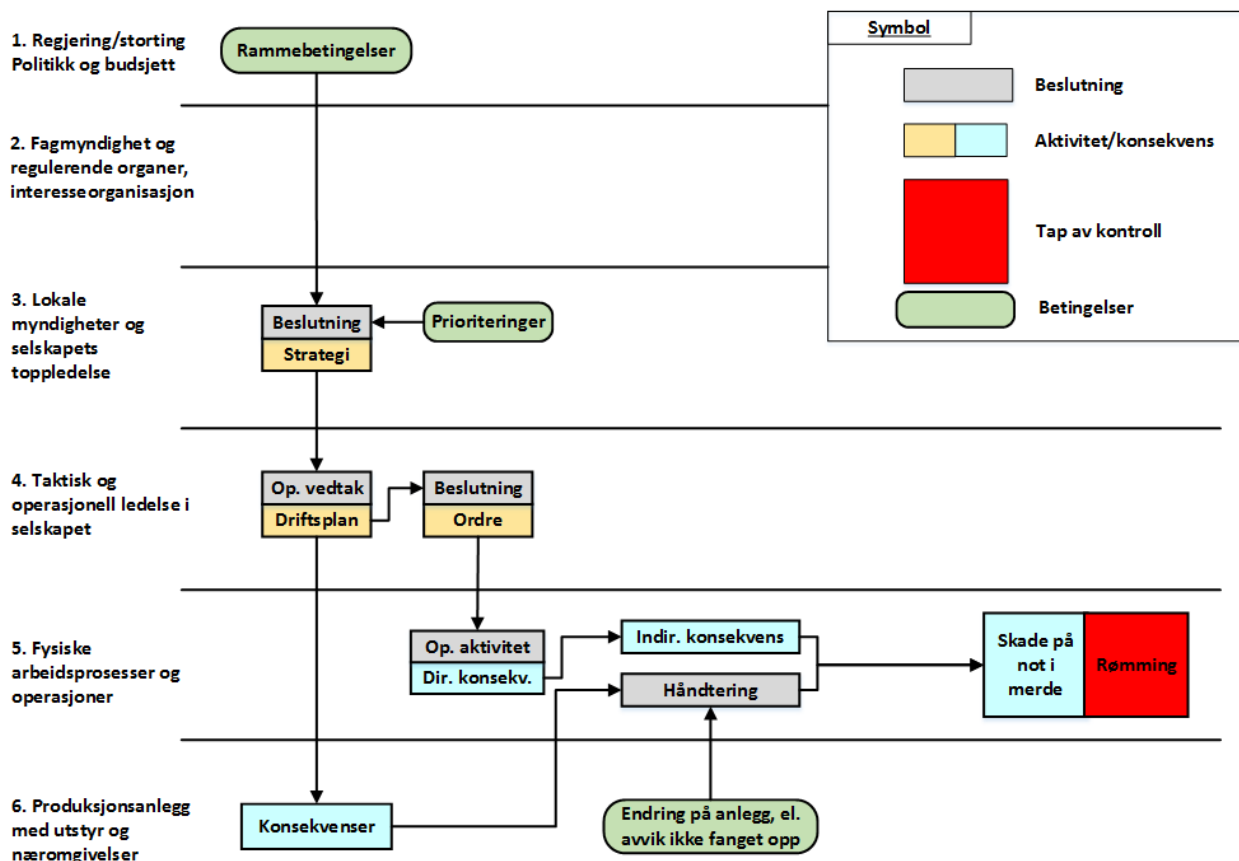
Et eksempel på bruk av MTO-metoden i analyse av en løftehendelse offshore er vist i Vedlegg B.

4.4 AcciMap

AcciMap-metoden ble utviklet av Rasmussen og Svedung (2000), primært for proaktiv risikostyring. Metoden belyser perspektiver på risikostyring og granskning som ikke så lett kommer frem i de andre granskningsmetodene. Metoden kombinerer årsaks-konsekvensvurderinger med nivåene for beslutnings-taking, slik prinsippsskissen i Figur 5 viser. Beslutningsnivåene bygger på Rasmussens modell for risikostyring av sosiotekniske systemer (Rasmussen, 1997).

Nederste nivå (nivå nr. 6) i modellen beskriver fysiske forhold, konsekvenser og omstendigheter ved ulykkeshendelsen (anlegg, utstyr, omgivelser). Nest nederste nivå (nr. 5) viser relaterte aktiviteter og arbeidsprosesser i en gitt operasjon. Nivået over dette igjen (nr. 4) viser hvilke taktiske og operasjonelle beslutninger som innvirker på kritiske valg i operasjonen, eller hadde direkte innvirkning på hendelses-forløpet. De øverste nivåene (nr. 3, 2 og 1) er beslutninger/valg gjort av selskapsledelsen og myndighetene som kan ha innvirket på årsaksbildet. Modellen viser ellers sammenhenger mellom enkeltbeslutninger og type aktiviteter/konsekvenser i todelte bokser (grå/gul farge). Sammenhenger mellom beslutninger/-konsekvenser på samme beslutningsnivå, illustreres med vannrette piler. Sammenhenger mellom rammebetingelser og beslutninger/konsekvenser på ulike nivåer, indikeres med vertikale piler.

AcciMap-metoden



Figur 5. Prinsippsskisse for AcciMap-metoden.

Sikker operasjon og proaktiv risikostyring forutsetter koordinerte beslutninger på alle nivå. AcciMap-metoden bygger på denne forutsetningen og identifiserer beslutningstakere, mekanismer og handlingsmønstre som beslutningene baserer seg på. Denne nivåbaserte fremstillingen får en ikke like klart frem i andre metoder.

Formålet med AcciMap-metoden er primært å forbedre sosiotekniske systemer, f.eks. etter en ulykke. Det er ikke nødvendigvis et mål å frembringe alle fakta om hendelsen. Fokus er på hvorvidt beslutningstakere fatter beslutninger som ivaretar sikkerheten på en god måte. En stiller spørsmål ved om andre beslutninger enn de som ble tatt i det aktuelle tilfellet, kunne ha forhindret, eller endret utfallet (konsekvensen) av hendelsen.

5 Sammenlikning av metoder

I det følgende gjøres en sammenlikning av de tre metodene beskrevet ovenfor. En kort oppsummering av noen prinsipielle egenskaper og ulikheter til metodene etterfølges av en diskusjon om styrker og svakheter, samt en foreløpig vurdering av metodenes anvendbarhet i forhold til behovene i havbruksnæringen. Sammenlikningene bygger bl.a. på resultater fra et prosjekt for Petroleumstilsynet (Tinmannsvik, Sklet og Jersin, 2004).

5.1 Egenskaper ved de enkelte metodene

For å få frem styrker og svakheter, likheter og ulikheter ved de enkelte metodene, har vi gjort en oppsummering i forhold til noen kjennetegn ved metodene: 1) Grafisk fremstilling av hendelsesforløpet, 2) Analyse av årsaker og 3) Bruken av barrierebegrepet.

Grafisk fremstilling av hendelsesforløpet:

- STEP-metoden fremstiller hendelsesforløpet som en multi-lineær kjede av hendelser, der den enkelte aktør har hver sin linje/rad i STEP-diagrammet. Pilene illustrerer koblingene mellom hendelser og aktører.
- MTO-metoden fremstiller hendelsesforløpet som en lineær kjede av hendelser, uten å skille tydelig på "hvem som gjør hva".
- AcciMap-metoden fremstiller ikke hendelsesforløpet eksplisitt, men illustrerer forholdet mellom beslutninger og konsekvenser, og kombinerer årsaks-konsekvensvurderinger med nivåene for beslutningstaking.

Analyse av årsaker:

- STEP-metoden fremstiller aktiviteter og hendelser knyttet til ulike aktører. Årsaker til enkelt-hendelser vises indirekte gjennom at man systematisk identifiserer sikkerhetsproblemer i STEP-analysen.
- MTO-metoden fremstiller årsaker til enkelthendelser i hendessekvensen, både utløsende og bakenforliggende årsaker. I tillegg avdekker analysen om det har vært avvik fra prosedyrer, eller endringer i forhold til normal måte å utføre arbeidet på.
- AcciMap-metoden identifiserer relevante beslutningstakere og beslutninger som har vært med på å påvirke hendelsesforløpet. Fokus er på rammebetingelser og bakenforliggende årsaker til uønskede hendelser.

Analyse av barrierer:

- I STEP-metoden benyttes ikke barrierebegrepet eksplisitt, men kan koples til de identifiserte sikkerhetsproblemene.

- MTO-metoden har en egen barriereanalyse, der man kartlegger tekniske, operasjonelle eller administrative barrierer som har sviktet, eller har manglet.
- I AcciMap-metoden omhandles ikke barrierebegrepet eksplisitt, men er implisitt tilstede ved at beslutninger på ulike nivåer kan føre til at barrierer kan bli styrket, eller svekket.

5.2 Styrker og svakheter

En styrke ved STEP- og MTO-metoden er at de begge bidrar til å synliggjøre hendelseskjeden på en god måte. STEP-metoden har en fordel ved at den klargjør hvilken rolle enkeltaktører har i hendelseskjeden, og ikke minst forholdet mellom ulike aktører. Den beskriver "hvem som gjorde hva til hvilket tidspunkt". Beskrivelsen av hendelseskjeden i en MTO-analyse er mindre detaljert, i den forstand at man i mindre grad skiller 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 i forhold til hvordan MTO-metoden praktiseres i dag, er at analysen fort kan bli uoversiktlig når en hendelsessekvens strekker seg over en lengre tidsperiode.

MTO-metoden har sin styrke i å identifisere avvik fra prosedyrer og endringer i forhold til normal måte å utføre jobben på. I tillegg synliggjøres tekniske, operasjonelle eller administrative barrierer som har, eller kunne ha påvirket hendelsesforløpet.

AcciMap-metoden har sin styrke i at den viser hvordan rammebetingelser og beslutninger som fattes på ulike nivåer, påvirker beslutningsprosesser og aksjoner på operativt nivå. Dette gir et godt visuelt bilde av bakenforliggende årsaker, og sammenhengen mellom disse. En svakhet ved AcciMap er at metoden ikke så presist gjengir fakta omkring hendelsesforløpet.

5.3 Anvendbarhet i forhold til behovene i havbruksnæringen

Det primære behovet i havbruksnæringen i forhold til kategorisering av årsaker og granskning av rømmingshendelser er å kunne lære mest mulig av uønskede hendelser og iverksette effektive tiltak. Dette behovet ligger på alle nivåer; hos det rammede oppdrettsanlegget, hos selskapet, utstyrproducentene og hos myndighetene. Dette fordrer at granskningsmetodikken og kategoriseringen av årsaker bidrar til en hensiktsmessig systematikk rundt informasjonsinnhenting og gir god støtte i granskningsprosessen. Samtidig må resultatene presenteres slik at kunnskapen om utløsende og bakenforliggende årsaker til rømmingshendelser lar seg formidle på en måte som blir forstått av næringsaktørene.

Vi har inntrykk av at fokuset i etterkant av rømmingshendelser til nå har vært på utløsende tekniske og operasjonelle årsaker. Man avdekker hva som har skjedd og iverksetter kompenserende/avbøtende tiltak. Inntrykket er at man i mange tilfeller slår seg til ro med dette, uten å gå i dybden på de mer grunnleggende utfordringene knyttet til rømmingshendelser. For å nå målet om å redusere antall rømminger i næringen er det nødvendig å tilegne seg kunnskap om bakenforliggende årsaker, og kanskje også se på om rømmingshendelsen kan ha hatt sammenheng med forhold knyttet til beslutninger og valg i en tidligfase, f.eks. da anlegget ble prosjektert og planlagt.

Som antydnet i kapittel 5.2, har de ulike metodene ulike styrker, og også noen svakheter. STEP-metoden gir en oversiktlig beskrivelse av hendelsesforløpet og hvilken rolle enkeltaktører har i utviklingen av hendelsen. MTO-analysen har sine styrker i analyse av årsaker og synliggjøring av avvik fra prosedyrer og endringer i forhold til normal måte å utføre arbeidet på. I tillegg inngår en egen barriereanalyse for å identifisere hvilke barrierer som har sviktet, eventuelt manglet. I analyse av planleggingsfasen av et oppdrettsanlegg kan AcciMap-metoden bidra til å belyse sammenhenger mellom rammebetingelser, beslutningsprosesser og konsekvenser på ulike nivå. Her inngår eksempelvis beslutningstaking i forhold til utstyrs kvalifisering

generelt (leverandørstyrt), kriterier for valg av utstyr og design av anlegg/lokasjon, bruk av risikovurderinger, sertifiseringsordninger, prosedyrer for innkjøp, osv.

I det videre arbeidet i prosjektet vil ulike metoder bli testet ut, og vi vil utvikle en metodikk for granskning av rømmingshendelser som bygger på styrkene til de ulike metodene. Her kan vi bl.a. trekke lærdom fra arbeidet til SHT – Statens Havarikommisjon for Transport, som nylig har kommet med en metoderapport og en beskrivelse av sitt sikkerhetsfaglige rammeverk (SHT, 2017). Vi vil også sørge for å tilpasse ambisjonsnivået slik at det står i forhold til de rammebetingelsene som eksisterer mht. tid og ressurser til å gjennomføre granskninger hos næringsaktørene.

6 Referanser

DOE, 1999. *Conducting Accident Investigations*. DOE Workbook, Revision 2, May 1, 1999, U.S. Department of Energy, Washington D.C, USA.

Fiskeridirektoratet, 2015. Vurdering av rømmingshendelser etter orkanen "Nina", utgitt 17.09.2015.

FOR-2004-03-19-537: *Forskrift om internkontroll for å oppfylle akvakulturlovgivningen (IK-Akvakultur)*. Fastsatt av Fiskeridepartementet (nå Nærings- og fiskeridepartementet) 19. mars 2004. Ikrafttredelse 01.01.2005.

Groeneweg, J., 1998. *Controlling the controllable - The management of safety*. Leiden University, The Netherlands: DSWO Press.

Haddon, W., 1980. The basic strategies for reducing damage from hazards of all kinds. *Hazard Prevention*, September/October:8-12.

Heinrich, H.W., 1959. *Industrial Accident Prevention – A Scientific Approach*. New York: McGraw-Hill.

Hollnagel, E., 2008. Investigation as an impediment to learning. I E. Hollnagel, C. Nemeth & S. Dekker (Eds.). *Remaining sensitive to the possibility of failure*. Resilience engineering series. Aldershot, UK: Ashgate.

Hovden, J., Størseth, F., Tinmannsvik, R.K., 2011. Multilevel learning from accidents – Case studies in transport. *Safety Science* 49, 98-105.

Kjellén, U., 2000. *Prevention of Accidents Thorough Experience Feedback*. London: Taylor & Francis.

Petroleumstilsynet, 2009. Granskingsrapport for hendelse: *Personskade ved demontering og løfting av en krankrybbe på Troll A 18.09.08*.

Sklet, S., 2002. *Methods for accident investigation*. ROSS (NTNU) 200208.

Statens Havarikommisjon for Transport (SHT), 2017. *SHT-metoden – Sikkerhetsfaglig rammeverk og analyseprosess for systematiske undersøkelser*. ISBN 978-82-690725-1-8, Lillestrøm.

Tinmannsvik, R.K., Sklet, S., Jersin, E., 2004. *Granskingsmetodikk: Menneske – teknologi – organisasjon. En kartlegging av kompetansemiljøer og metoder*. SINTEF-rapport A04422, Trondheim.

Vedlegg

A: Forkortelser

B: Eksempler på bruk av STEP- og MTO-metoden

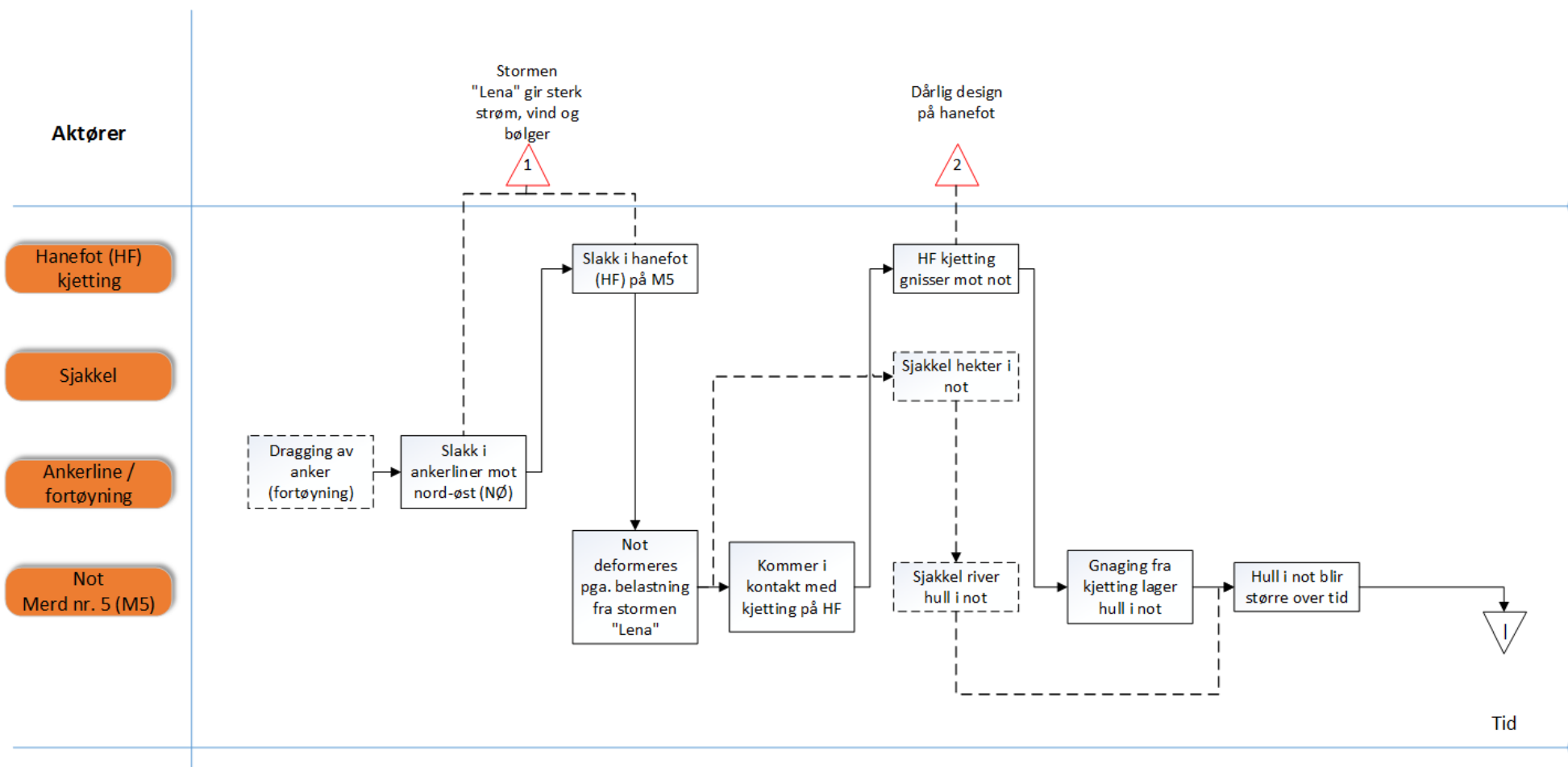
A: Forkortelser

DOE	Department of Energy (US)
FHF	Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond
HMI	Human Machine Interface
HPES	Human Performance Enhancement System
IK	Internkontroll
ILCI	The International Loss Control Institute
MTO	Menneske – Teknologi - Organisasjon
SHT	Statens Havarikommisjon for Transport
STEP	Sequentially Timed Events Plotting

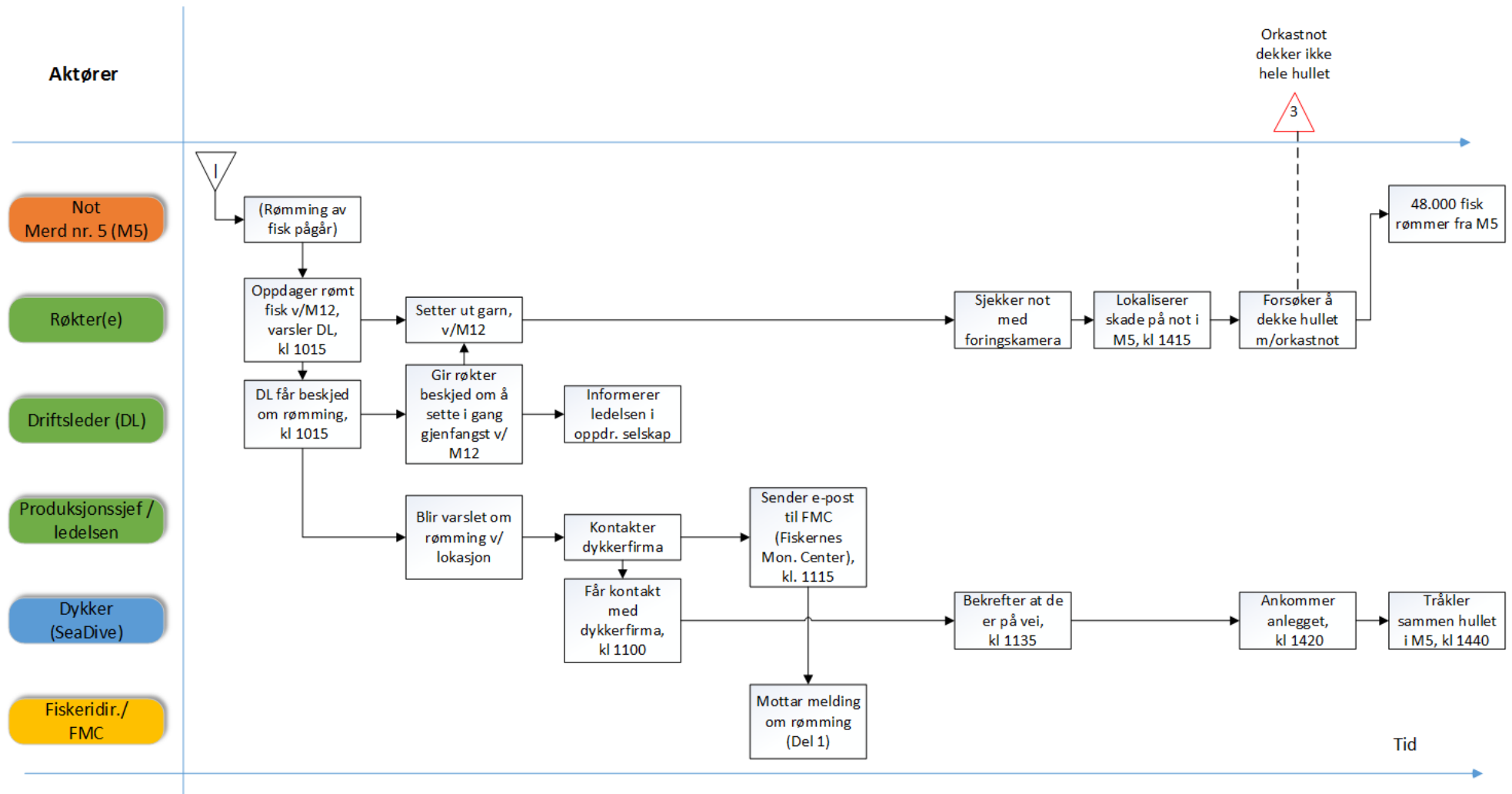
B: Eksempler på bruk av STEP- og MTO-metoden

- B1: STEP-diagram: Rømmingsfase - Hull i not oppstår
- B2: STEP-diagram: Skadebegrensningsfase - Håndtering av rømming
- B3: MTO-diagram: Løftehendelse offshore

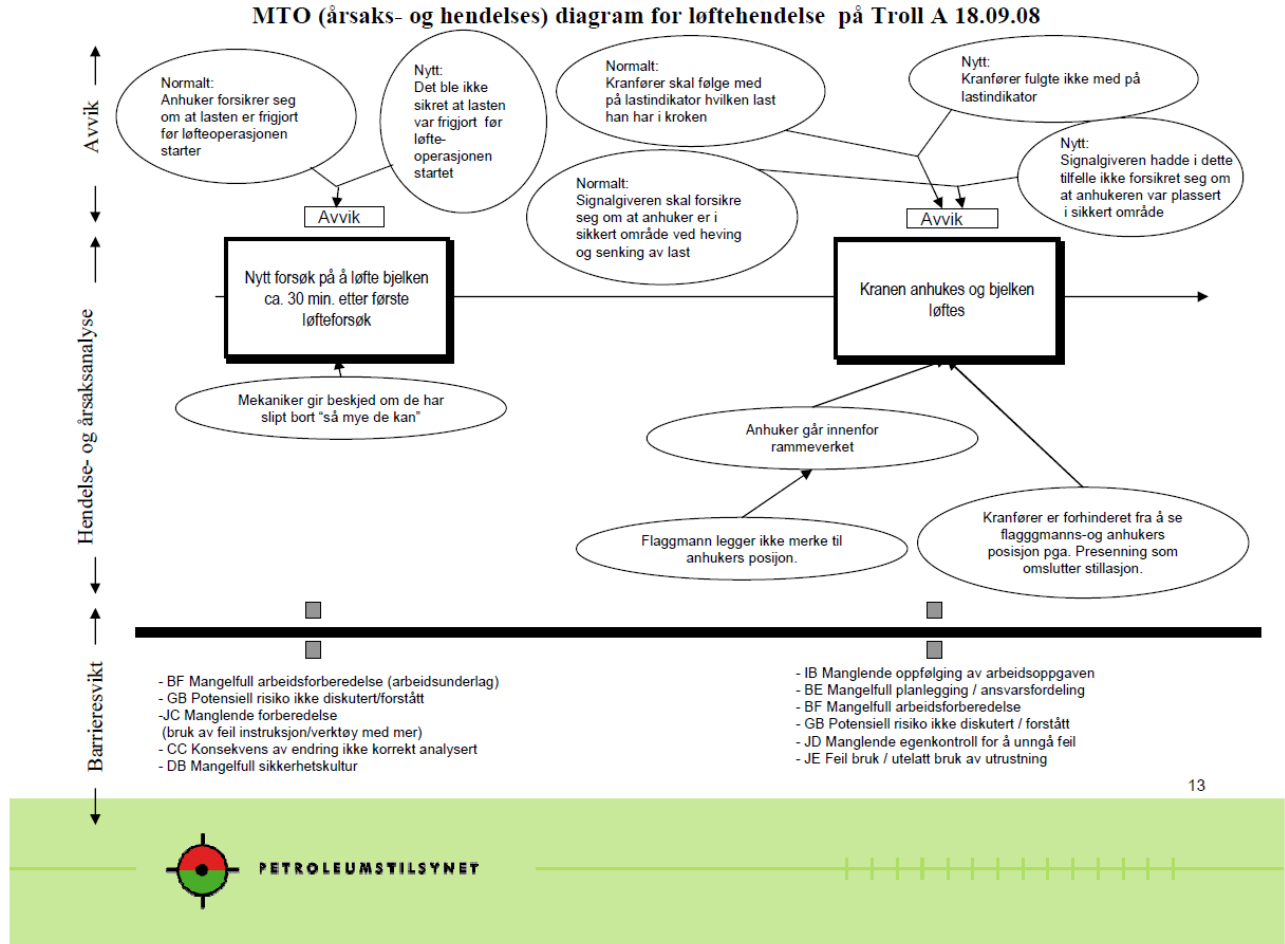
B1: STEP-diagram: Rømmingsfase - Hull i not oppstår



B2: STEP-diagram: Skadebegrensningsfase - Håndtering av rømming



B3: MTO-diagram for en løftehendelse offshore



Kilde: Granskingsrapport fra Petroleumstilsynet, 2009.



Teknologi for et bedre samfunn

www.sintef.no